

Sicherheit technischer Anlagen

Eine sozialwissenschaftliche Analyse des Umgangs mit Risiken in
Ingenieurpraxis und Ingenieurwissenschaft

Ina Rust

Die vorliegende Arbeit wurde vom Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Kassel als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (Dr. rer. pol.) angenommen.

Erster Gutachter: Prof. Dr. Werner van Treeck
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Hanns-Peter Ekardt

Tag der mündlichen Prüfung

12. Februar 2004

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar

Zugl.: Kassel, Univ., Diss. 2004
ISBN 3-89958-073-7

© 2004, kassel university press GmbH, Kassel
www.upress.uni-kassel.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsschutzgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggestaltung: 5 Büro für Gestaltung, Kassel
Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel
Printed in Germany

Für Anandi

Inhaltsübersicht

0	Einführung	1
0.1	<i>Empirische Grundlegung</i>	1
0.2	<i>Einführende Überlegungen zu den Begriffen Risiko und Sicherheit</i>	2
0.3	<i>Aufbau der Arbeit</i>	10
1	Wie entsteht Sicherheit in der Ingenieurpraxis? Ein empirisch gestütztes Modell	11
1.1	<i>Besonderheiten des Infrastrukturanlagenbaus</i>	11
1.2	<i>Objektive Normativität in der Anlagengenese oder: Warum Technik konstruierende Ingenieure sachlogisch bedingt fortlaufend sicherheitsrelevante Werturteile fällen müssen</i>	30
1.3	<i>Normen in der Ingenieurpraxis oder: Woran können sich die handelnden Akteure in ihrer notwendig sicherheitsrelevanten normativen Praxis der Anlagengenese orientieren – und woran orientieren sie sich tatsächlich?</i>	75
1.4	<i>Analytische Gesamtbeschreibung der Ingenieurpraxis</i>	138
2	Ingenieurwissenschaftliche Konzepte zur Gewährleistung von Sicherheit	149
2.1	<i>Lernen aus Schadensfällen oder: Wieso wird man aus Schäden nicht automatisch klug?</i>	150
2.2	<i>Risikoberechnungen oder: Welcher subjektiver Leistungen bedarf es, um „objektive“ Risiko-Zahlen hervorzubringen?</i>	173
2.3	<i>Institutionalisierte Technik-Analyseverfahren oder: Wieso ist es so schwer, technische Systeme zu analysieren?</i>	220
3	Interdisziplinäre Anregungen für gesellschaftliche Risikosteuerung	236
3.1	<i>Disziplinärer Zusammenhang der Arbeit</i>	236
3.2	<i>Impulse für die gesellschaftliche Risikosteuerung und die Gesellschaftstheorie</i>	271
4	Schlussbetrachtung	334
4.1	<i>Auf dem Weg zur Entwicklung eines interdisziplinären Modells der Sicherheitsgenese – auch eine Zusammenfassung</i>	334
4.2	<i>Gesellschaftliche Risikosteuerung zwischen Struktur und Handlung</i>	339

Inhaltsverzeichnis

0	Einführung	1
0.1	<i>Empirische Grundlegung</i>	1
0.2	<i>Einführende Überlegungen zu den Begriffen Risiko und Sicherheit</i>	2
0.3	<i>Aufbau der Arbeit</i>	10
1	Wie entsteht Sicherheit in der Ingenieurpraxis? Ein empirisch gestütztes Modell	11
1.1	<i>Besonderheiten des Infrastrukturanlagenbaus</i>	11
1.1.1	Akteure in Bauprojekten	12
1.1.1.1	Generelle und spezielle Baubeteiligenstrukturen	12
1.1.1.1.1	Das Modell der Baubeteiligten als analytisches Raster	12
1.1.1.1.2	Baubeteiligte einer Projektorganisation	13
1.1.1.2	Kollektive und individuelle Akteure	14
1.1.1.2.1	Organisationen als Baubeteiligte – Kollektive Akteure	14
1.1.1.2.1.1	Organisationskultur	14
1.1.1.2.1.2	Etablierung gemeinsamer Sichtweisen über Organisationsgrenzen hinweg	15
1.1.1.2.2	Individuen als Baubeteiligte – Individuelle Akteure	16
1.1.2	Infrastrukturanlagen	18
1.1.2.1	Vergleich des Bauens mit Produktionsprozessen der stationären Industrie	20
1.1.2.2	Bautechnische Infrastruktur in der Debatte um Große Technische Systeme	22
1.1.2.3	Gesellschaftliche Implikationen des Infrastrukturanlagenbaus	24
1.1.2.3.1	Infrastrukturen als Kollektivgut	24
1.1.2.3.2	Exkurs zur Privatisierung	24
1.1.2.3.3	Exkurs zur Bedrohung durch gezielt herbeigeführte Infrastrukturausfälle	27
1.1.2.3.4	Infrastrukturen als Kollektivgut und der zivilgesellschaftliche Aspekt	27
1.1.3	Zusammenfassende Überlegungen zur besonderen Verantwortung im Infrastrukturbau	28
1.2	<i>Objektive Normativität in der Anlagengenese oder: Warum Technik konstruierende Ingenieure sachlogisch bedingt fortlaufend sicherheitsrelevante Werturteile fällen müssen</i>	30
1.2.1	Wahrnehmung von Handlungsspielräumen für Sicherheitsurteile	30
1.2.1.1	Selbstbeschreibungen von Ingenieuren zu „fehlenden“ Handlungsspielräumen	30
1.2.1.1.1	Exkurs zu gegenseitigen Einflusszuschreibungen von Ingenieuren und Juristen	31
1.2.1.2	Ingenieure zur vermeintlichen Wertfreiheit der Ingenieurpraxis	32
1.2.2	Annäherungen an einen allgemeinen Begriff des Konstruierens	37
1.2.3	Gegenstände und Gegenständlichkeit des Konstruierens	39
1.2.3.1	Konkretisierungsebenen	39
1.2.3.2	Sachlogische Grundtatbestände des Konstruierens	41

1.2.4	Sicherheitsrelevante subjektive Leistungen beim Konstruieren von Technik und Sicherheit	43
1.2.4.1	Konstituieren von Problemen.....	44
1.2.4.1.1	Warum Probleme erst „gemacht“ werden müssen	44
1.2.4.1.2	Informationsaspekte der Problemkonstitution.....	46
1.2.4.1.3	Doppelte Problemkonstitution: Konstitution von Problemen der Einwirkungs- und der Widerstandsseite.....	47
1.2.4.1.4	Notwendigkeit sicherheitsrelevanter Auswahlentscheidungen und Stoppentscheidungen	48
1.2.4.2	Generieren von Lösungen	49
1.2.4.2.1	Entwerfen und Bemessen	50
1.2.4.2.2	Lösungsalternativen.....	51
1.2.4.2.3	Computereinsatz.....	52
1.2.4.2.4	Entwurfsrelevante Konzepte: Leitbilder, Gestaltungsprinzipien und Entwurfsregeln.....	52
1.2.4.2.5	Erfahrung und implizites Wissen und Können	56
1.2.4.2.6	Konstruieren zwischen Kreativität und Routine.....	58
1.2.4.2.7	Nichtverbalsprachliches Denken	59
1.2.4.2.8	Sicherheit durch Systematik	60
1.2.4.2.9	Funktionalität und Dysfunktionalität.....	61
1.2.4.2.10	Objektive Sicherheit und Sicherheitsaussagen	62
1.2.4.2.11	Sicherheitsrelevante Stopp- und Auswahlentscheidungen	64
1.2.4.2.12	Einfluss von Normen auf generative Leistungen mit Sicherheitsbezug	64
1.2.4.3	Implementieren von Problemlösungen	66
1.2.5	Sicherheitsrelevanz sozialer, insbesondere kommunikativer Prozesse beim Konstruieren	68
1.2.5.1	Exkurs zur sozialwissenschaftlichen Risikokommunikationsforschung	68
1.2.5.2	Subjektive Leistungen im Team – Sicherheitskommunikation in der Anlagengenese	71
1.2.6	Zusammenfassung zur Berücksichtigung von sicherheitsrelevanten Sach- und Wertaspekten	73
1.3	<i>Normen in der Ingenieurpraxis oder: Woran können sich die handelnden Akteure in ihrer notwendig sicherheitsrelevanten normativen Praxis der Anlagengenese orientieren – und woran orientieren sie sich tatsächlich?</i>	75
1.3.1	Sicherheit als Gegenstand rechtlicher Normen.....	77
1.3.1.1	Sicherheitsphilosophien rechtlicher Normen	79
1.3.1.2	Steuerungskonzepte rechtlicher Normen	80
1.3.1.3	Wirkungsweisen rechtlicher Normen.....	82
1.3.2	Sicherheit als Gegenstand technischer Normen.....	86
1.3.2.1	Sicherheitsphilosophien technischer Normen	87
1.3.2.1.1	Sicherheitsphilosophien in Normungsnormen.....	90
1.3.2.1.1.1	Sicherheitsdefinition	92
1.3.2.1.1.2	Sicherheitskriterien und -maßstäbe.....	93
1.3.2.1.1.3	Sicherheitsnachweise	94
1.3.2.1.2	Zusammenfassende Diskussion: Sicherheitsphilosophien in Normungsnormen und Anwendungsnormen.....	95
1.3.2.2	Steuerungskonzepte technischer Normen	96
1.3.2.2.1	Steuerungsziele.....	96
1.3.2.2.2	Steuerungsinstrumente	97
1.3.2.2.3	Wirkungsvorstellungen zur Steuerung	98
1.3.2.3	Wirkungsweisen technischer Normen.....	99
1.3.2.3.1	Technische Normen sind besser als ihr Ruf	99
1.3.2.3.2	Problemadäquanz, Konkretheit und Wirklichkeitsnähe technischer Normen	100
1.3.2.3.3	Innovationswirkungen technischer Normen	102

1.3.2.3.4	Faktische Bindungswirkung technischer Normen	105
1.3.2.3.5	Direktheit der Steuerungswirkung technischer Normen	111
1.3.2.3.6	Wirkung von technischen Normen nach der „Drei-Stufen-Lehre“?	113
1.3.2.3.7	Zusammenfassend zu den Wirkungen technischer Normen	117
1.3.3	Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen.....	118
1.3.3.1	Sicherheitsphilosophien professioneller Normen.....	123
1.3.3.2	Steuerungskonzepte professioneller Normen	125
1.3.3.3	Wirkungsweisen professioneller Normen	125
1.3.4	Zusammenfassend zu Ingenieuren als Normanwender und den Orientierungshilfen von Normen	135
1.3.4.1	Normanwendertypen in der Praxis	135
1.3.4.2	Normanwenderbilder der Normen.....	137
1.4	<i>Analytische Gesamtbeschreibung der Ingenieurpraxis</i>	138
1.4.1	Handeln und Praxis	138
1.4.2	Ingenieurpraxis als Integration von Rationalitäten und deren Koordination durch Werturteile	141
1.4.3	Ganzheitliche Reflexion (in) der Ingenieurpraxis	142
1.4.3.1	Beispielbereich technischer Umweltschutz	142
1.4.3.2	Rechtliche Begründung umweltmedienbezogener partikularer Sichtweisen	143
1.4.3.3	Umweltmedienübergreifende ökologische Betrachtungen.....	144
1.4.4	Möglichkeiten und Grenzen der individuell verantworteten Ingenieurpraxis.....	147
2	Ingenieurwissenschaftliche Konzepte zur Gewährleistung von Sicherheit.....	149
2.1	<i>Lernen aus Schadensfällen oder: Wieso wird man aus Schäden nicht automatisch klug?.....</i>	150
2.1.1	Schadens-Fallbeschreibungen und Schadenssammlungen.....	150
2.1.1.1	Schadensfälle in ingenieurwissenschaftlicher Betrachtung.....	150
2.1.1.2	Exkurs zur Rolle von Versicherungen (nicht nur) in der Schadensforschung.....	154
2.1.1.3	Schadensfälle in sozialwissenschaftlicher Betrachtung.....	156
2.1.2	Betrachtung der Ursachen von Schadensfällen	160
2.1.2.1	Klassifikation von Ursachen	161
2.1.2.2	Kritik des Ursachenbegriffs	165
2.1.3	Behinderung von Fallbeschreibungen und Schadenssammlungen.....	167
2.1.4	Zusammenfassende Überlegungen für weiterentwickelte Lernansätze – auf dem Weg zur Sicherheitskultur	168
2.2	<i>Risikoberechnungen oder: Welcher subjektiver Leistungen bedarf es, um „objektive“ Risiko-Zahlen hervorzubringen?.....</i>	173
2.2.1	Risikoformel	173
2.2.1.1	Schadensereignisse.....	174
2.2.1.1.1	Grenzen der Bestimmung möglicher Schadensereignisse	175
2.2.1.1.2	Erweiterungsvorschläge zur Variablen der Schadensereignisse/ Schadenszenarien	178
2.2.1.1.2.1	Risiko als Tripel, als Risikokurve bzw. als Risikokurvenfamilie	178
2.2.1.1.2.2	Um den Nutzenaspekt erweiterte Risikoformel („Nutzen-Schaden-Formel“)	179
2.2.1.1.3	Voraussetzungen zur Anwendung der Variablen Schadensereignis	186
2.2.1.2	Wahrscheinlichkeit.....	186
2.2.1.2.1	Begrenzungen der Variablen Wahrscheinlichkeit.....	188
2.2.1.2.2	Erweiterungen der Variablen Wahrscheinlichkeit	190
2.2.1.2.3	Voraussetzungen zur Benutzung der Variablen Wahrscheinlichkeit	191
2.2.1.3	Schadensausmaß	191
2.2.1.3.1	Begrenzungen der Variablen Schadensausmaß	192

2.2.1.3.2	Erweiterungen der Variablen Schadensausmaß.....	194
2.2.1.3.3	Voraussetzungen zur Benutzung der Variablen Schadensausmaß.....	195
2.2.1.4	Produkt.....	196
2.2.1.4.1	Begrenzungen der Aussagekraft des Produktes der Formel	196
2.2.1.4.2	Erweiterungen zum Produkt der Formel.....	197
2.2.1.4.3	Voraussetzungen zur Benutzung des Produktes der Risikoformel	198
2.2.2	Risikovergleiche als Orientierungshilfe zur Beurteilung eines Risiko(produkt)wertes	198
2.2.2.1	Vergleich mit implizit erhobenen „akzeptierten“ Risikowerten.....	199
2.2.2.1.1	Vergleiche mit zivilisatorischen und naturbedingten Risikowerten	199
2.2.2.1.2	Exkurs zur Risikoakzeptanzforschung	201
2.2.2.1.2.1	Risikowahrnehmung und Risikoakzeptanz.....	201
2.2.2.1.2.2	Klassifizierungen von Risikogruppen.....	204
2.2.2.1.2.2.1	Entscheider und Betroffene – Risiken und Gefahren.....	205
2.2.2.1.2.2.2	Experten und Laien	207
2.2.2.1.2.3	Ein ingenieurwissenschaftlicher Vorschlag zur Risikoakzeptanzsteigerung durch raumbezogen gerechtere Risikoverteilung.....	209
2.2.2.1.3	Vergleich mit dem kleinsten menschlichen Sterberisiko als Risikokriterium	211
2.2.2.2	Vergleich mit explizit erhobenen Risikoakzeptanzwerten	214
2.2.3	Zusammenfassende Überlegungen zum Wertcharakter der Risikowerte.....	216
2.3	<i>Institutionalisierte Technik-Analyseverfahren oder: Wieso ist es so schwer, technische Systeme zu analysieren?</i>	220
2.3.1	Analysen zur Beschreibung eines funktionierenden technischen Systems	222
2.3.2	Analysen zur Vermeidung eines dysfunktionalen technischen Systems.....	224
2.3.2.1	Baummodelle als wichtige Hilfsmittel für Analyseverfahren	224
2.3.2.2	Risiko- und Sicherheitsanalyse	227
2.3.2.2.1	Sicherheitsanalyse	228
2.3.2.2.2	Risikoanalyse.....	229
2.3.3	Zusammenfassende Überlegungen zu den institutionalisierten Technik-Analyseverfahren.....	234
3	Interdisziplinäre Anregungen für gesellschaftliche Risikosteuerung.....	236
3.1	<i>Disziplinärer Zusammenhang der Arbeit</i>	236
3.1.1	Einordnung der Arbeit in Forschungszusammenhänge	236
3.1.1.1	Risikoforschung	239
3.1.1.1.1	Sozialwissenschaftliche Risikoforschung.....	240
3.1.1.1.2	Ingenieurwissenschaftliche Risikoforschung	245
3.1.1.2	Technikforschung	251
3.1.1.2.1	Sozialwissenschaftliche Technikforschung.....	251
3.1.1.2.2	Ingenieurwissenschaftliche Technikforschung.....	255
3.1.1.3	Konstruktionsforschung	256
3.1.1.3.1	Sozialwissenschaftliche Konstruktionsforschung.....	256
3.1.1.3.2	Ingenieurwissenschaftliche Konstruktionsforschung	257
3.1.1.4	Ingenieurforschung	258
3.1.1.4.1	Sozialwissenschaftliche Ingenieurforschung.....	258
3.1.1.4.2	Ingenieurwissenschaftliche Ingenieurforschung.....	261
3.1.2	Potenziale für interdisziplinäres Lernen	265
3.1.2.1	Grundsätzliches zur gegenseitigen Rezeption einzelner Forschungsbereiche.....	266
3.1.2.2	Konkrete Lernpotenziale.....	268

3.1.2.3	Integrationsleistungen der Arbeit	269
3.2	<i>Impulse für die gesellschaftliche Risikosteuerung und die Gesellschaftstheorie</i>	271
3.2.1	Gesellschaftlicher Wandel als Modernisierungsprozess mit Implikationen für Risiken	271
3.2.1.1	Risikogesellschaft als Gesellschaftsform der reflexiven Moderne.....	274
3.2.1.2	Qualitativ neue Risiken als Hauptcharakteristikum der Risikogesellschaft	277
3.2.1.2.1	Merkmale qualitativ neuer Risiken.....	278
3.2.1.2.2	Demokratiegefährdung durch bevorstehende Gesellschaftsumgestaltung.....	281
3.2.1.3	Wieso technischer und gesellschaftlicher Wandel ohne qualitativ neue Risiken möglich sind	282
3.2.1.4	Zusammenfassend zur Erklärungskraft von Modernisierungsansätzen für Risikofragen in der Praxis des empirisch betrachteten Infrastrukturanlagenbaus	285
3.2.2	Gesellschaftliche Steuerungs- und Selbststeuerungsansätze.....	285
3.2.2.1	Traditionelle Steuerungskonzepte	287
3.2.2.1.1	Steuerung durch den Markt	287
3.2.2.1.2	Steuerung durch den Staat	289
3.2.2.2	Selbststeuerungsansätze: Steuerung zwischen oder jenseits von Markt und Staat.....	290
3.2.2.2.1	Einzelne Ansätze mit Selbststeuerungsbezug	291
3.2.2.2.1.1	Systemtheoretische Kontextsteuerungsansätze	291
3.2.2.2.1.2	Governanceansätze	292
3.2.2.2.1.3	Korporatismusansätze	296
3.2.2.2.1.4	Netzwerkansätze	300
3.2.2.2.1.5	Zivilgesellschafts- und Diskursansätze	303
3.2.2.2.2	Übergeordnete Einsichten zu Ansätzen gesellschaftlicher Selbststeuerung	307
3.2.2.2.2.1	Vorteile gesellschaftlicher Selbststeuerung	310
3.2.2.2.2.2	Nachteile gesellschaftlicher Selbststeuerung	311
3.2.2.2.2.3	Hintergründe für Selbststeuerungsüberlegungen	313
3.2.2.2.2.4	Notwendigkeit einer Rahmensteuerung zur Ermöglichung von Selbststeuerung	317
3.2.3	Selbststeuerung und Steuerung der (normativen) Strukturen der sicherheitsbezogenen Ingenieurpraxis	318
3.2.3.1	Kollektive Selbststeuerung.....	319
3.2.3.1.1	Professionelle Selbststeuerung durch Einflussnahme auf Politik und Recht (logic of influence)	319
3.2.3.1.2	Selbststeuerung durch technische Normung	322
3.2.3.1.3	Selbststeuerung durch Einfluss auf Organisationsmitglieder (logic of membership)	325
3.2.3.1.4	Steuerung und Selbststeuerung durch Leitbilder	328
3.2.3.2	Individuelle „Selbststeuerung“	331
3.2.4	Zusammenfassend zu Steuerungs- und Selbststeuerungsmechanismen im Ingenieurbereich.....	332
4	Schlussbetrachtung	334
4.1	<i>Auf dem Weg zur Entwicklung eines interdisziplinären Modells der Sicherheitsgenese – auch eine Zusammenfassung</i>	334
4.2	<i>Gesellschaftliche Risikosteuerung zwischen Struktur und Handlung</i>	339

0 Einführung

Die Sicherheit von Technik gewinnt in praktischer wie wissenschaftlicher Hinsicht für die Gesellschaft erheblich an Bedeutung. Auch die „Sicherheit technischer Anlagen“ kann damit als ein gesellschaftlich angestrebtes Ziel angesehen werden. Die Gesellschaft kann die Sicherheit von Technik im Allgemeinen und die Sicherheit technischer Anlagen im Speziellen nur sehr bedingt beeinflussen. Sie ist auf kreative sowie normative subjektive Leistungen von Ingenieuren in Prozessen der Technikgenese angewiesen. Die sozialwissenschaftliche Beschreibung dieser Leistungen von Ingenieuren zur Gewährleistung von Sicherheit ist ein zentrales Ziel dieser Arbeit. Die Fragestellung auf den Punkt (mit Fragezeichen) gebracht lautet: Wie gehen Ingenieure aus der Ingenieurpraxis und aus der Ingenieurwissenschaft mit Risiken technischer Anlagen zur Gewährleistung von deren Sicherheit um? Die dezidierte Beschreibung der einzelnen Vorgehensschritte von Ingenieuren in Bezug auf Risiken ist somit der Gegenstand der Arbeit. Es ist damit als ein „positiver Nebeneffekt“ anzusehen, wenn hierauf basierend zudem Vorschläge gemacht werden zur Weiterentwicklung der interdisziplinären Risikoforschung und zur Verbesserung der gesellschaftlichen Risikosteuerung.

0.1 Empirische Grundlegung

Die Behandlung der Fragestellung basiert zum einen auf der Auswertung von Veröffentlichungen unterschiedlicher sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Fachdisziplinen und zum anderen auf eigenen empirischen Erkenntnissen. Die empirische Grundlage der vorliegenden Arbeit ist im Rahmen des von der Volkswagen-Stiftung geförderten Forschungsprojektes „Rechtliche Risikosteuerung. Ingenieure und Juristen im Prozess der Technikgenese“ geschaffen worden.¹ Ziel des Forschungsprojektes war es, den Einfluss von rechtlichen, technischen und professionellen Normen auf die Sicherheit baulicher Infrastrukturanlagen zu untersuchen: Dazu wurden in drei Technikbereichen – Müllverbrennungsanlagen, Abwasserbehandlungsanlagen und Brückenbauten – jeweils ein innovatives und ein konventionelles Projekt ausgewählt, wobei im Technikbereich Abwasserbehandlungsanlagen ein zusätzliches Projekt aufgenommen wurde.

Im Mittelpunkt der empirischen Betrachtung standen Bauingenieure, da ihnen im Infrastrukturbau die entscheidende Rolle zukommt. Von der Gesamtheit der kreativen und normativen subjektiven Leistungen der in einem technischen Projektzusammenhang tätigen Ingenieure wird letztlich die Sicherheit eines technischen Artefaktes bestimmt. Deshalb wurden zur Rekonstruktion des Planungs- und Bauprozesses in jedem der Projekte mit entscheidenden Akteuren auf der Seite der Bauherren, planenden Ingenieurbüros, ausführenden Unternehmen und staatlichen Stellen insgesamt 76 Expertengespräche mit 68 Gesprächspartnern in offener Form geführt. Die Gespräche gliederten sich in drei Teile. Zunächst wurde eine kurze Beschreibung des Bauprojektes und der Baugeschichte erbeten. Dann wurde eine Beschreibung der Einbin-

¹ Das Projekt wurde von Prof. Dr. Hanns-Peter Ekardt (Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Ingenieursoziologie) und Prof. Dr. Alexander Roßnagel (Fachbereich Berufsbildung-, Sozial- und Rechtswissenschaften, Fachgebiet Umwelt- und Technikrecht) an der Universität Kassel geleitet. Das Mitarbeiterteam bestand im rechtswissenschaftlichen Bereich aus Dr. Uwe Neuser und Axel Pottschmidt und im sozialwissenschaftlichen Bereich aus Daniela Manger und der Verfasserin. Das Projekt wurde von der VW-Stiftung finanziert, begann im September 1997 und endete mit der Veröffentlichung des Endberichtes im Herbst 2000 (Ekardt u.a. 2000).

dung der befragten Person und der Organisation in den Planungs- und Bauprozess angeregt. Diese Schilderungen dienten als Einstieg dazu, von den Ingenieuren thematisierte Sicherheitsaspekte aufzugreifen. Wurden Sicherheitsprobleme nicht von selbst erwähnt, so wurde die Erzählung der drei – aus der Sicht des Gesprächspartners – wichtigsten Sicherheitsprobleme der jeweiligen Anlage angeregt, wobei besonders auf den Einfluss von rechtlichen, technischen und professionellen Normen eingegangen wurde.

Die Fragestellung bestimmt das zu wählende empirisch-methodische Vorgehen. Zur Rekonstruktion der Perspektive von Akteuren zeichnen sich qualitative Verfahren besonders aus.² Expertengespräche dienen gleichermaßen dem Gewinnen von Informationen wie der Diskussion von Forschungsthesen. Die Praktiker sind dabei nicht Objekt der Untersuchung, sondern, als reflektierende Teilnehmer, Subjekte der Untersuchung. Sie tragen durch ihr Wissen, ihre praktische Erfahrung und ihre Reflexion über die Fragestellungen des Forschungsvorhabens zu dessen Gelingen bei. Expertengespräche haben drei Hauptcharakteristika: Erstens sind die Gesprächspartner bezüglich eines Gegenstandes auf einem höheren Wissenstand als die Forscher (oder zumindest gleichrangig), zweitens besteht vollkommene Offenheit über die Fragestellung des Forschungsprojektes und drittens wird zur Vorbereitung des Gesprächs ein Leitfaden erstellt, dessen inhaltliche Bereiche durch den Gesprächspartner aktiviert werden. Einige zentrale Module des Leitfadens wurden vom Forscherteam abweichend zur reinen Methodik – direkt eingebracht, wenn sie von dem Gesprächspartner nicht selbst angesprochen worden waren. Die Gespräche wurden aufgenommen und transkribiert. Ergänzend zum Befragungsmaterial wurden bei allen Projekten „Bau“-Akten (z.B. Genehmigungsanträge, Genehmigungsbescheide, Gutachten, Pläne, Ausschreibungen, Verträge, Abrechnungen, Abnahmeprotokolle) analysiert und durch die Teilnahme an Sitzungen (Baubesprechungen, Maschinenbaubesprechungen etc.) und Baustellenbegehungen konnte das Bild der Bauprojekte vervollständigt werden.

In dieser Arbeit findet v.a. im ersten Kapitel fortwährend ein Wechsel von theoretisch und empirisch angeregten Überlegungen statt. So kommt es zu einer Verbindung von Erkenntnissen auf beiden Ebenen anhand des Gegenstandsfeldes „Ingenieure im Infrastrukturanlagenbau“, unter Bezugnahme auf sowohl ingenieurwissenschaftliche als auch sozialwissenschaftliche Arbeiten aus den Bereichen Konstruktions-, Ingenieur-, Technik- und Risikoforschung, das bisher auf diese Weise nicht untersucht wurde. Dieses Vorgehen bildet die Grundlage für eine interdisziplinäre Risikoforschung, die das wechselseitige Verständnis und die gegenseitige Anregung in den Mittelpunkt stellt.

0.2 Einführende Überlegungen zu den Begriffen Risiko und Sicherheit

Zu Beginn werden einige einführende Überlegungen zu den beiden zentralen Begriffen Risiko und Sicherheit getroffen, die an späterer Stelle spezifiziert werden.

Risiko

Die historisch-sprachliche Herkunft des Begriffs „Risiko“ wird unterschiedlich dargestellt:³ Demnach wurde der deutsche Begriff „Risiko“ im 16. Jahrhundert⁴ oder 17. Jahrhundert⁵ dem

² vgl. Fleck 1992, 753.

³ siehe beispielsweise die ausführliche Herleitung des Risikobegriffs aus dem Spanischen, Lateinischen inklusive einer historischen Darstellung des Bedeutungswandels im Deutschen bei Banse 1996b, 23-25. Ebenso findet

italienischen Begriff „rischio“⁶ entlehnt. Andere etymologische Quellen geben den italienischen Begriff „ris(i)co“⁷ an. Der italienische Begriff ist wiederum vermutlich aus dem Lateinischen („resecum“ = „Gefahr“ und „resecare“ = „abschneiden“) abgeleitet.⁸ Andere Autoren vermuten, dass das italienische „risco“ aus dem Altgriechischen und dem Arabischen⁹ stamme.

Der italienische Begriff für Risiko „risco“ war ursprünglich die Bezeichnung für eine „Felsklippe, die zu umschiffen ist“. Dieser Ursprung aus dem Seehandel ist interessanterweise parallel zu den auch im Seehandel liegenden etymologischen Quellen des Begriffs „Versicherung“ zu sehen.¹⁰ In anderen Veröffentlichungen wird neben dem Seehandel ein religiöser Ursprung des Begriffs vermutet.¹¹

Historisch hat sich der Begriff „Risiko“ von seinen Ursprüngen in der Handelsschifffahrt weiterentwickelt und fand zunächst in der Versicherungswirtschaft, bei Kapitalanlagen und im Glücksspiel Verwendung.¹² Mittlerweile wird er in verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Die Rede ist z.B. von militärischen, gesundheitlichen, politischen, natürlichen, sozialen, ökologischen und technischen Risiken. Der Begriff hat sich darüber hinaus im alltäglichen Sprachgebrauch fest verankert. Zur Bestimmung des Risikobegriffs liegt eine Vielzahl höchst unterschiedlicher Ansätze vor.

Ungewissheit als Angelpunkt. Das Hauptcharakteristikum von Risiken ist die *Ungewissheit* (genauer: der Umgang mit Ungewissheit). Der Begriff der Gewissheit bezog sich auf das Wissen und bezeichnete zunächst „das, was gewusst wird“ und erfuhr einen Bedeutungswandel zu dem „sicher Gewussten.“¹³ Ungewissheit beschreibt das nicht sicher Gewusste, das in der Zukunft Liegende. Die Ungewissheit röhrt daher, dass sich die möglichen Folgen einer Handlung (wenn überhaupt) in der Zukunft realisieren. Je geringer die Erfahrungsbasis ist, desto weniger können auf der Grundlage der Vergangenheit, Einschätzungen für die Zukunft getroffen werden, desto riskanter ist also eine Handlung.

Ungewissheit kann in retrospektiver Betrachtung dem Subjekt oder dem Zufall zugeschrieben werden. Bonß beschreibt den „Subjektzentrismus“, demnach Subjekte alle Ereignisse auf sich selbst bezogen interpretieren und sich mit magisch-religiösen Handlungsweisen vor negativen Folgen zu bewahren versuchen.¹⁴ Ähnlich kann Risiko – in der Tradition von Aristoteles – als

sich bei Bonß 1995, 49ff. eine ausführliche Darstellung des Risikobegriffs und damit in Verbindung stehender Begriffe, eingebunden in eine Diskussion der sozialen und historischen Begriffskontexte.

⁴ Kluge 2002.

⁵ Brockhaus 1998, 417.

⁶ Kluge 2002.

⁷ Das Große Fremdwörterbuch des Dudenverlags 1994, 1203.

⁸ Das Große Fremdwörterbuch des Dudenverlags 1994, 1203.

⁹ vgl. Blanke 1990, 138; Luhmann 1997, 327 vermutet arabische Quellen als Ursprung.

¹⁰ vgl. Blanke 1990, 138; zu Versicherungen siehe auch Kapitel 2.1.1.2 Exkurs zur Rolle von Versicherungen (nicht nur) in der Schadensforschung und Kapitel 3.1.1.2 Ingenieurwissenschaftliche Risikoforschung.

¹¹ Bechmann/ Wolf 1993, 6.

¹² vgl. Brockhaus 1998, 417.

¹³ vgl. Kaufmann 1973, 71.

¹⁴ vgl. Bonß 1995, 46.

ein Phänomen der Neuzeit angesehen werden, in der die Welt als durch Naturwissenschaften erkennbar und gestaltbar erlebt wird. Luhmann weist darauf hin, dass das Wort „Risiko“ erst im Übergang zur Moderne Bedeutung erlangt hat. Er erklärt die „Suche“ nach dem neuen Wort „Risiko“ dadurch, dass im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit immer weniger gesellschaftlich determiniert war, wodurch Entscheidungsräume eröffnet wurden.¹⁵ Der Zwang zur Entscheidung entsteht demnach auch durch den im Zuge der Modernisierung enorm gestiegenen Möglichkeitsraum. Gleichzeitig mit dem neuzeitlichen Erkenntniszuwachs werden jedoch auch die Grenzen der Gestaltbarkeit deutlich herausgearbeitet und wahrgenommen. Insgesamt führte diese Entwicklung zu einem Bedeutungsverlust religiöser Welterklärungen.

Die Ungewissheit besteht nicht nur darin, ob sich erwünschte Folgen einstellen, sondern vor allem darin, ob sich unerwünschte Folgen eines Handelns einstellen, unabhängig davon, ob diese zuvor antizipiert wurden bzw. werden konnten. Diese „neutrale“ Sichtweise, die mögliche erwünschte und unerwünschte Folgen gleichermaßen berücksichtigt, wird im Folgenden spezifiziert.

Negative Ausrichtung. Die Benutzung des Wortes Risiko ist verwirrend. Es wird zum Teil zur Beschreibung ausschließlich negativer Folgen von Ereignissen, zum Teil als Oberbegriff zur Beschreibung sowohl negativer als auch positiver Folgen von Ereignissen, verwendet. In der zweiten Sichtweise wird dem Begriff also zugeschrieben, ungewisse positive und negative Wirkungen zu umfassen. Möglicher Nutzen (Gewinn) und möglicher Schaden (Verlust) seien gleichermaßen in dem Begriff enthalten. In einem Teil der wissenschaftlichen Texte zur Thematik wird – meist in den Einleitungsteilen – betont, dass die positive Seite des Risikos zu wenig beachtet würde.¹⁶ Solche Vorstellungen münden in Argumentationen, die auf eine erweiterte Risikoformel mit einer Schadens-Nutzen-Betrachtung hinauslaufen.¹⁷

Ist eine Ausweitung des Risikobegriffs zur Betonung der Chancen eines Gegenstandes wirklich notwendig? Versteht es sich nicht von selbst, dass beispielsweise mit der Einführung einer Technik nicht nur mögliche Nachteile für verschiedene Akteursgruppen, sondern auch mögliche Vorteile verbunden sind, um deren Willen gerade ja die Technik entwickelt bzw. eingesetzt wird? Mögliche Vorteile können auch beschrieben werden, ohne sie zwanghaft unter dem Oberbegriff des Risikos zu behandeln. In der Mehrzahl der wissenschaftlichen Texte wird Risiko ohnehin „negativ“ definiert als „die Möglichkeit, dass eine Handlung oder Aktivität einen körperlichen oder materiellen Schaden oder Verlust zur Folge hat oder mit anderen Nachteilen verbunden ist.“¹⁸ Hierbei gibt es eine Vielzahl von Formulierungsvariationen, beispielsweise Risiko als die „Möglichkeit eines Verlustes oder einer Schädigung“, die „Wahrscheinlichkeit eines solchen Verlustes“¹⁹ oder „die Unsicherheit künftiger Zustände, meist definiert als Wahrscheinlichkeit“ verbunden mit negativen Zuständen (oftmals) Schadens- oder Todesfällen.²⁰ Oder ein weiteres Beispiel von unzähligen anderen gleichlautenden Beispielen: „Wahrscheinlichkeit“

¹⁵ vgl. Luhmann 1997, 327; Evers/ Nowotny 1987.

¹⁶ z.B. Krohn/ Krücken 1993, 40.

¹⁷ siehe Kapitel 2.2.1 Risikoformel.

¹⁸ Brockhaus 1998, 417.

¹⁹ Kaplan/ Garrick 1981, Nachdruck in 1993, 93.

²⁰ Jungermann/ Slovic 1997, 169.

lichkeiten für negative Handlungsfolgen nennen wir Risiko.“²¹ Die allgemein gängigste Definition von Risiko findet über die Risikoformel statt, die Risiko als das Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß möglicher Schäden beschreibt.²² Die Möglichkeit des Eintretens negativer Folgen bzw. die Ungewissheit über das Eintreten negativer Folgen ist für Risiken konstituierend. Von Risiko spricht man nur, wenn die Schäden und deren Eintritt ungewiss sind. Daher ist ein sicherer Verlust oder Schaden auch kein Risiko.²³

Risiken der Technik. In dieser Arbeit werden ausschließlich Risiken, die mit Technik verbunden sind, insbesondere in Bezug auf ihre sozialen bzw. sozial-ökologischen Auswirkungen, thematisiert.²⁴ Die gesellschaftliche Relevanz der ökologischen Entwicklung liegt darin, dass die Lebensgrundlagen der nachfolgenden menschlichen Generationen²⁵ durch fortschreitende Umweltzerstörung bedroht werden. Solche entstehenden kollektiven Lebens- bzw. Todesrisiken können als ein mittelbares Produkt der technischen Entwicklung bezeichnet werden.²⁶ Die unerwünschten „Nebenprodukte“²⁷ des technischen Wandels drohen allmählich seine Vorteile zu konterkarieren.²⁸ Die Tatsache, dass im technisch-wissenschaftlichen Fortschritt gleichsam sein Gegenteil eingebaut ist, erinnert dabei an Horkheimers Thesen zur „Dialektik der Aufklärung.“²⁹ Dieser makroperspektivische Blick auf technische Risiken bildet den weitgespannten Hintergrund der Risikoproblematik. Die unerwünschten Nebenprodukte werden vor allem als Wirkungen auf die natürliche Umwelt gesehen.

Technische Risiken können auch mikroperspektivisch beobachtet und beschrieben werden. Bei der Genese von konkreten baulichen Anlagen zum Beispiel werden technische Risiken vor allem durch Ingenieure gesetzt. Die dort verhandelten – nicht nur ökologischen – Risiken tragen insgesamt etwas zur ökologischen Problematik bei: Es ist ein Charakteristikum der Risiko-

²¹ Dierkes/ Fietkau 1988, 45.

²² vgl. ausführlich Kapitel 2.2.1 Risikoformel.

²³ vgl. Brockhaus 1998, 417.

²⁴ Es werden hier nicht primäre soziale Risiken im engeren Sinne (z.B. Risiko des Verlustes des Arbeitsplatzes) behandelt, wie dies in der Beckschen Konzeption der Risikogesellschaft der Fall ist. Damit ist nicht gesagt, dass technische Risiken nicht auch soziale Auswirkungen hätten bzw. nicht vor einem sozialen Hintergrund entstanden. Vielmehr werden die sozialen Bedingungen des Entstehens technischer Risiken und die sozialen Auswirkungen technischer Risiken umfangreich thematisiert.

²⁵ Man könnte sogar noch weiter gehen und von dieser anthropozentrischen Sichtweise abrücken: Die Natur hat in der biozentrischen Sichtweise Eigenrechte ganz unabhängig von dem gesunden Fortbestehen der Menschheit (vgl. hierzu z.B. das Konzept der „Mitwelt“ von Meyer-Abich 1990).

²⁶ vgl. Huber 1998, 29.

²⁷ Allerdings gibt es in der derzeitigen Risikodebatte in den Technikbereichen der Gen- und Informationstechnik, die in dieser Arbeit nicht gesondert behandelt werden, auch eine Auseinandersetzung um die intendierten Produkte, über deren Wünschbarkeit unterschiedliche gesellschaftliche Auffassungen bestehen, und nicht über die unerwünschten Nebenfolgen. Gen- und Informationstechnik sind insofern doch durch die Arbeit mit umfasst, als allgemeine Überlegungen zum Entstehen und insbesondere zur Analyse von Risiken natürlich übertragbar sind.

²⁸ vgl. z.B. Oldemeyer 1988, 33.

²⁹ vgl. Bonß 1996, 182.

gesellschaft,³⁰ dass beispielsweise verschiedene Ursachen eng gekoppelter Teilsystemen zusammenwirken³¹ und zu Ergebnissen führen, „für die sich kein einzelner mehr verantwortlich fühlen kann“³² bzw. sich faktisch niemand verantwortlich fühlt.

Sicherheit

Aus dem Lateinischen wird der Begriff „Sicherheit“ von „Securitas“³³ bzw. adjektivisch der mittelhochdeutsche Begriff „sicher“ – über das althochdeutsche „sihhur(i)“³⁴ – von *securus*³⁵ abgeleitet.³⁶ Er bezeichnete einen „Seelenzustand der Freiheit von Sorge und Schmerz“ und war somit „auf die Verfassung des Individuums beschränkt.“³⁷ Der Begriff „Sicherheit“ erfuhr einen Bedeutungswandel und eine Ausweitung auf viele weitere, überindividuelle Gegenstandsbereiche. Geschichtsphilosophisch ist dies damit zu erklären, dass im Zuge der Modernisierung die „Sicherheit in Gott“ immer mehr verloren ging.³⁸ Schon seit der Frühmoderne wurde, in der Tradition neuzeitlichen Denkens, die „Heilsgewissheit“ allmählich abgelöst durch die „Werkgerechtigkeit“, wonach jeder mit Hilfe bürgerlicher Tugenden über ökonomischen Erfolg sein eigenes Schicksal und damit auch die eigene (ökonomische) Sicherheit beeinflussen kann. Damit kann Sicherheit aber nur noch indirekt „gewiss“ werden.³⁹

Der Begriff der Sicherheit wird ebenfalls äußerst vielfältig eingesetzt. Es gibt beispielsweise die soziale Sicherheit, innere Sicherheit, ökonomische Sicherheit, psychologische Sicherheit, militärische Sicherheit, politische Sicherheit und natürlich die technische Sicherheit. Der Begriff und seine Komposita werden in der Alltagssprache häufig verwandt (z.B. Sicherheitsnadel, Sicherheitsgurt). Wegen der vielen Bedeutungs- und Verwendungszusammenhänge wird eine allgemeine Definition erheblich erschwert.⁴⁰ Der Begriff „Sicherheit“ wird dennoch gut verstanden: „Trotz seiner Unschärfe ist der Begriff im Alltagswissen der Menschen fest verankert und kann nahezu voraussetzungslos verstanden werden. In diesem Verständnis wird die Vorstellung von Sicherheit mit den Begriffen Geborgenheit, Schutz, Risikolosigkeit, Gewissheit, Verlässlichkeit, Garantiertheit, Voraussehbarkeit, Berechenbarkeit und Haltbarkeit verbunden.“⁴¹ Selbst in der wissenschaftlichen Literatur wird der Begriff „Sicherheit“ selten definiert und verbleibt meist im vortheoretischen Sprachgebrauch.⁴² Zur Behebung dieser

³⁰ zum Konzept der Risikogesellschaft siehe Kapitel 3.2.1.1 Risikogesellschaft als Gesellschaftsform der reflexiven Moderne.

³¹ vgl. Perrow 1989, 131ff.

³² Bechmann/ Wolf 1993, 5.

³³ vgl. Kaufmann 1973, 52.

³⁴ vgl. Kaufmann 1973, 53.

³⁵ Brockhaus Stichwort Sicherheit 1998, 165.

³⁶ Zur Begriffsgeschichte siehe ausführlich Husi/ Meier Kressig 1998, 284ff.

³⁷ Brockhaus Stichwort Sicherheit 1998, 165.

³⁸ siehe oben die Ausführungen zur Gewissheit.

³⁹ vgl. Bonß 1995, 46ff.

⁴⁰ vgl. Günther/ Meyer 1984, 218ff.

⁴¹ Brockhaus Stichwort Sicherheit 1998, 165.

⁴² vgl. Kaufmann 1973, 4.

Definitionsdefizite will die folgende – an den Gliederungspunkten zum Risikobegriff parallelisierte – definitorische Beschreibung beitragen.

Ungewissheit und Kontinuumgedanke als „Angelpunkt“. Ein Angelpunkt zur Beschreibung ist – genauso wie beim Risiko – die Ungewissheit. Absolute Sicherheit kann es nur in theoretisch-idealer Form geben.⁴³ Dies ist in der Literatur über die wissenschaftlichen Teildisziplinen hinweg Konsens. Zwar wird vereinzelt kritisiert, dass Ingenieure, z.B. mit technischen Risikoanalysen, die Herstellbarkeit von „absoluter Sicherheit“ (in diesem Fall über Grenzwerte) verbünden,⁴⁴ aber diese Kritik ist insofern in ihrer Pauschalität hinfällig, da in einem Großteil der ingenieurwissenschaftlichen Literatur – so auch in der E DIN 820-120 1997⁴⁵ – darauf hingewiesen wird, dass es keine absolute Sicherheit geben kann. Auch in der empirischen Untersuchung haben viele Gesprächspartner von der Unmöglichkeit absoluter Sicherheit gesprochen.⁴⁶

Wenn Relativität für Sicherheit charakteristisch ist, so fragt es sich, zu welchem Bezugspunkt die Sicherheit in Relation gesetzt wird. Dieser Bezugspunkt ist nicht eindeutig festzulegen. Beispielsweise konnte in der empirischen Untersuchung herausgearbeitet werden, dass Ingenieurpraktiker einen Bereich als „sicher“ bezeichnen und den davon abgegrenzten Bereich i.d.R. nicht benennen. Die Schwierigkeit liegt in der Bestimmung des Trennpunktes zwischen beiden Bereichen, denn Sicherheit beschreibt ein Kontinuum. Im sicheren Bereich kann eine Lösung beispielsweise als sicherer als eine andere sichere Lösung bezeichnet werden. Die Sicherheit kann positiv oder negativ beeinflusst werden. Sicherheit ist mehr oder weniger gegeben. Diese Überlegungen und auch die in der sozialwissenschaftlichen wie ingenieurwissenschaftlichen Risikoforschung prominente Frage „Wie sicher ist sicher genug?“⁴⁷ verleiten dazu, Sicherheit messen zu wollen. Es wird in dieser Arbeit beschrieben, inwieweit Sicherheit von subjektiven kreativen und normativen Leistungen abhängig ist, die sich *essenziell* einer Quantifizierung entziehen. Da Technikentwicklung sich in Teamarbeit vollzieht, werden diese subjektiven Leistungen im großen wie im kleinen Kreis „intersubjektiv“ beurteilt, sofern über sie explizit kommuniziert wird. Sicherheit kann auch als eine Konvention über ein Abstandsmaß zwischen Einwirkung auf ein technisches Objekt und dessen Widerstand verstanden werden, wobei beide Größen nur über subjektive Leistungen beim Umgang mit technisch-wissenschaftlichen Instrumenten bestimmt werden können.

Positive Ausrichtung. Mit dem Begriff „Sicherheit“ ist generell eine positive Wertung verbunden: „Allen geläufigen Bedeutungen des Wortes ‚sicher‘ gemeinsam ist die *positive Bewertung* der damit bezeichneten Eigenschaften.“⁴⁸ Allerdings gibt es auch Stimmen, die Sicherheit in speziellen Sinnzusammenhängen als negativ bezeichnen⁴⁹ (bzw. Unsicherheit als positiv-krea-

⁴³ „Eins ist sicher – nichts ist sicher!“ Text auf einem handgeschriebenen Plakat auf einer Demonstration (Tages- schau Frühjahr 2001). Die Formel von der nicht möglichen absoluten Sicherheit ist ein Allgemeinplatz.

⁴⁴ vgl. Banse 1996b, 32.

⁴⁵ E DIN 820-120 1997, 7.

⁴⁶ zum Begriff der absoluten Sicherheit siehe auch Kapitel 1.2.4.1.4 Notwendigkeit sicherheitsrelevanter Aus- wahlentscheidungen und Stoppentscheidungen.

⁴⁷ vgl. Starr 1969.

⁴⁸ Kaufmann 1973, 32.

⁴⁹ vgl. Kaufmann 1973, 10; Strasser 1986; Husi/ Meier Kressig 1998, 282.

tive Unruhe, als Antrieb zur Innovation). So wird in „stichelnden Fragen“ unterstellt, dass heutzutage die „Mahner“ vor Risiken zu hoch angesehen seien: „Wer wird es schon wagen, gegen Sicherheitsverlangen zu Felde zu ziehen? Wer Risiken entdeckt und Wege aus der Gefahr weist, macht sich dagegen verdient.“⁵⁰ Denjenigen, die für Sicherheit eintreten, wird nachgesagt, krampfhaft mit der Verteidigung des status-quo beschäftigt zu sein.⁵¹ Das Streben nach Sicherheit wird dabei mit staatlichen Interventionen assoziiert und als Einschränkung der Freiheit bezeichnet. Verschiedene Politikansätze – liberaler oder staatlich-interventionistischer Art – werden hier also gegeneinander abgewogen.⁵² Mit diesem „negativen“ Verständnis von Sicherheit ist oft die Ansicht verbunden, dass Sicherheit Freiheit einschränke.⁵³ Dies mag für soziale Sicherheit (durch die Sozialversicherungssysteme) möglicherweise als Argument herangezogen werden. Für technische Risiken ist die Formel „Freiheit contra Sicherheit“ auf jeden Fall nicht nachvollziehbar.

Sicherheit von Technik. Wenn Sicherheit ein Kontinuum darstellt, so ist sie auch eine inhärente Dimension der Technik.⁵⁴ Sicherheit meint in der oben schon angedeuteten Übertragung von Konzepten zur Standsicherheit im konstruktiven Ingenieurbau, dass der Widerstand des technischen Objektes größer sein muss als die Einwirkungen, denen das technische Objekt ausgesetzt ist, zu denen die Beanspruchungen im bestimmungsgemäßen Betrieb (normale Nutzung) genauso zählen wie außergewöhnliche Beanspruchungen, insbesondere durch äußere Ereignisse (z.B. Einwirkungen von Außen, wie Schiffsanprall an Brücken). Wenn Sicherheit den ausreichenden Schutz vor Einwirkungen bedeutet, die einen Schaden erzeugen können, so ist zu fragen, wer das Objekt des Schutzes ist. Schutzmaßnahmen können vorrangig oder gar ausschließlich dem Schutz der Technik selbst dienen. Dies wäre ein enger Sicherheitsbegriff.⁵⁵ Der Sicht, dass Ingenieure unter Sicherheit vorrangig oder sogar ausschließlich Sicherheit in der Sicherheitsdimension „Integrität der baulichen Anlage“ (Anlagenschutz⁵⁶) verstünden, widerspricht jedoch sowohl die gründliche Analyse der Ingenieurpraxis als auch der Ingenieurwissenschaft, wie in dieser Arbeit gezeigt wird. Allerdings liegt ihnen auch selten ein ganzheitlicher Sicherheitsbegriff zu Grunde, der sich aus den eingangs genannten vier Dimensionen zusammensetzt. Die Sicherheitsdimensionen, die in dieser Klarheit selten differenziert werden, korrespondieren mit den Schutzbereichen, auf die sie sich beziehen:

⁵⁰ Di Fabio 1996, 134.

⁵¹ vgl. Evers 1997, 353.

⁵² vgl. Kaufmann 1973, 26.

⁵³ Negativbewertungen von Sicherheit beispielsweise bei Sass und Strasser, zitiert nach Bonß 1996, 170.

⁵⁴ vgl. Ekardt u.a. 2000, 117.

⁵⁵ vgl. Kaufmann 1973, 61.

⁵⁶ Anlagenschutz darf nicht mit Objektschutz verwechselt werden. Normalerweise geht man davon aus, dass die negative Beeinflussung technischer Strukturen und Prozesse unbeabsichtigt geschieht. Der gezielte Missbrauch von Technik mit dem Ziel der Verwirklichung negativer Folgen durch Sabotage, Terrorakte oder Krieg wird traditionell nicht unter dem Begriff der technischen Sicherheit diskutiert. Objektschutz ist eine Frage von „Security“. Das Englische ist hinsichtlich von „Sicherheit“ differenzierter als das Deutsche. „Security“ meint den Objektschutz vor gezielten missbräuchlichen Eingriffen, „Safety“ hingegen den Schutz der Anlage unter dem reinen Gebrauchsaspekt. Nichtsdestotrotz muss sich die Sicherheitswissenschaft überlegen, ob eine Erweiterung des Safety-Aspektes um den Security-Aspekt langfristig anzustreben ist.

Sicherheitsdimensionen	Schutzbereiche
Anlagensicherheit	Anlagenschutz
Arbeitssicherheit	Arbeitsschutz
Umweltsicherheit	Umweltschutz
Verbrauchersicherheit	Verbraucherschutz ⁵⁷

Tabelle 1: Sicherheitsdimensionen und darauf bezogene Schutzbereiche.

In der Untersuchung sozialwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Literatur oder auch von Ingenieurpraktikern können unterschiedliche prototypische⁵⁸ Sicherheitsdefinitionen identifiziert werden. Wenn also verschiedene Personen unterschiedlichster Fachherkunft scheinbar allgemein von Sicherheit sprechen, so kann es sein, dass sich die Hauptbezugspunkte ihrer Überlegungen durchaus auf recht unterschiedliche Bezugsbereiche beziehen. Eine Forderung an Personen, die sich mit den Risiken technischer Anlagen beschäftigen, müsste es also sein, sich selbst und anderen gegenüber offen zu legen, auf welchem Prototyp der eigene Sicherheitsbegriff basiert. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für ein reflektiertes Sicherheitsbewusstsein und damit eine ausgewogene verständnisvolle Sicherheitskommunikation. Langfristiges Ziel der interdisziplinären Risikoforschung sollte es sein, einen ganzheitlichen Sicherheitsbegriff zu etablieren, der alle Sicherheitsdimensionen gleichermaßen umfasst und auf strukturelle Konfliktmöglichkeiten zwischen einzelnen Sicherheitsdimensionen hinweist. In der Regel dürften sich Maßnahmen zur Schaffung von Sicherheit in den verschiedenen Dimensionen aber überschneiden oder zumindest positiv ergänzen.

Zentrale Aspekte der hier einführenden Bemerkungen zu Risiko und Sicherheit werden im Verlauf der Arbeit aufgegriffen und im Zusammenhang ingenieurpraktischer und ingenieurwissenschaftlicher Umgangsweisen näher erläutert und diskutiert.

⁵⁷ Hier könnte man genereller vom „Drittschutz“ sprechen, worunter Verbraucherschutz, Nutzerschutz, Nachbarschaftsschutz und Bevölkerungsschutz fallen würden. Da der Begriff Verbraucherschutz eingebürgert ist, wird er hier als Platzhalter für alle genannten Schutzbereiche verstanden.

⁵⁸ Der Begriff des Prototypen ist dabei im Sinn der sprachwissenschaftlichen Prototypensemantik zu verstehen. Ein Prototyp stellt die „mentale Repräsentation eines besonders typischen Vertreters einer Objektklasse“ (http://www.helsinki.fi/~lenk/grundannahmen_prototypensemantik.html 30.06.2003) dar. Wenn man also beispielsweise in einem Geschäft „200g Tee“ verlangt, so erhält man in der Regel schwarzen Tee, obwohl es unzählige andere Sorten Tee gibt. Den Akteuren – dem Einkäufer und dem Verkäufer – ist klar, dass diese anderen Sorten Tee existieren, aber für sie ist auch klar, dass es sich bei dem nicht explizit spezifizierten Wunsch nach Tee um den Wunsch nach schwarzen Tee handelt, denn schwarzer Tee stellt den Prototyp des Wortes „Tee“ dar. Die Konvention, was als Prototyp zu verstehen ist, kann in verschiedenen sozialen Gruppen unterschiedlich sein.

0.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit umfasst drei Kapitel. Im ersten Kapitel wird die Praxis von Ingenieuren mit ihren verschiedenen Sicherheitsbezügen beschrieben. Dabei werden die empirischen Befunde in neuartiger Weise auf das Risikothema angewendet. Die theoretisch abgeleitete Folie zur Darstellung der Ingenieurpraxis orientiert sich vielfach an den Arbeiten von Hanns-Peter Ekardt. In Expertengesprächen, die das Herzstück der empirischen Erhebung bilden, haben die Ingenieure aus ihrer Perspektive das Entstehen von Sicherheit in konkreten Bauprojekten beschrieben. Die Intensität der Reflexion über die eigene berufliche Praxis und insbesondere über Sicherheit wird daher auch theoretisch thematisiert. Es wurde der Arbeit somit bewusst kein Definitions- und Theoriekapitel vorangestellt, sondern es wird mit dem ersten Kapitel gleich der Gegenstand beleuchtet. Im zweiten Kapitel stehen ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweisen zur Bewertung und Gewährleistung von Sicherheit im Mittelpunkt. Insbesondere wird auf Ansätze zur Risikoberechnung eingegangen, die auf strukturierten Sammlungen bisheriger Erfahrungen, insbesondere von Schadensfällen, basieren und oftmals Bestandteil von institutionalisierten Analysen technischer Anlagen sind. Die in den ersten beiden Kapiteln beschriebenen Prozesse der Sicherheitsgenese werden im dritten Kapitel zusammengefasst und hinsichtlich ihrer theoretischen und praktischen Konsequenzen untersucht. Defizite sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Forschungsbereiche werden aufgezeigt und einzelne Impulse zu deren Weiterentwicklung gegeben. Es wird in der Integration sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse ein Modell der Sicherheitsgenese mit 29 Modellbausteinen entwickelt. Aufbauend auf dieses Modell, das gleichzeitig eine Form der Zusammenfassung der Arbeit darstellt, werden Impulse erstens für die Weiterentwicklung der einschlägigen Forschungsbereiche, zweitens für konkrete Konsequenzen, die einer Verbesserung der Sicherheit im Infrastrukturanlagenbau dienen können und drittens für eine – in Auseinandersetzung mit gesellschaftstheoretischen Vorstellungen stehende – gesellschaftliche Risikosteuerung gegeben.

1 Wie entsteht Sicherheit in der Ingenieurpraxis? Ein empirisch gestütztes Modell

In diesem Kapitel wird das Entstehen von Sicherheit in der Ingenieurpraxis im Konstruktionsprozess baulicher Infrastrukturanlagen beschrieben. Die Ingenieurpraxis wird, angeregt durch das empirische Material, rekonstruiert und damit analysiert. In Auseinandersetzung mit ingenieurwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Arbeiten v.a. zur Konstruktionsforschung wird ein Analyserahmen entwickelt, der den Konstruktionsprozess technischer Anlagen als Konstruktionsprozess von Sicherheit nachzeichnet. Dabei steht – aufbauend auf den Arbeiten von Ekardt, der die Ingenieurpraxis aus arbeitssoziologischer und arbeitsstofflicher Perspektive beschreibt – die sachlich begründete, fortlaufende Notwendigkeit zum Fällen von sicherheitsrelevanten Werturteilen (Sicherheitsurteilen) beim Konstruieren im Mittelpunkt.

Das Kapitel ist in vier Unterkapitel aufgeteilt. Im ersten Unterkapitel werden zur Orientierung zunächst einmal die Besonderheiten des Infrastrukturanlagenbaus hinsichtlich der Akteure, der sozio-technischen Systeme und der gesellschaftlichen Implikationen beschrieben, um im zweiten Unterkapitel auf die besonderen normativen Anforderungen, die an die Ingenieure gestellt werden, eingehen zu können. Das Konstruieren von Technik wird in drei Feldern beschrieben. Die sehr detaillierte Beschreibung dieser drei Felder dient dem Nachweis von unumgehbarer normativer sicherheitsrelevanten Urteilen in der Konstruktionspraxis. Die Orientierungshilfen durch rechtliche, technische und professionelle Normen, welche die Ingenieurpraktiker bei ihren sicherheitsrelevanten Urteilen unterstützen können, werden im dritten Unterkapitel beschrieben, um im vierten Unterkapitel generell auf das Verhältnis zwischen Struktur und Individuum einzugehen. Das vierte Unterkapitel fungiert auch als Zusammenfassung des ersten Kapitels. Es zeichnet sich ein Praxiskonzept ab, in dessen Rahmen die sicherheitsrelevanten subjektiven Leistungen der Ingenieure eine zentrale Rolle einnehmen.

1.1 Besonderheiten des Infrastrukturanlagenbaus

Die Praxis von Ingenieuren, die in der Konstruktion baulicher Infrastrukturanlagen tätig sind, unterscheidet sich erheblich von der Praxis anderer Ingenieure, die in der stationären Industrie tätig sind. Die Besonderheiten des Bauens im Allgemeinen und die Besonderheiten des Bauens von Infrastrukturen im Speziellen, stellen große Herausforderungen an sie. Zunächst wird die Einbindung individueller Akteure in Organisationen betrachtet, um auf dieser Grundlage erste – in diesem Bereich aus dem Wechselverhältnis von Individuum und Organisation aufgeworfene – normative Fragen zu beleuchten. Daraufhin werden die Besonderheiten bautechnischer Infrastrukturen in ihrer Eigenschaft als Große Technische Systeme erläutert. Sowohl im Bereich der sozialen als auch der sachlichen Strukturen handelt es sich um eine *Einführung*, da weitergehende soziale und sachliche Strukturaspekte ausführlich und mitlaufend in der Beschreibung des Konstruktionsprozesses behandelt werden, wobei den sachlogischen Grundtatbeständen des Konstruierens dann vorauslaufend besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird.⁵⁹ Es wird auf die Spezifik von Innovationen im (Infrastruktur-)Baubereich eingegangen, um schließlich die besondere Bedeutung von Infrastrukturen für die Gesellschaftsstruktur heraus-

⁵⁹ siehe Kapitel 1.2.3.2 Sachlogische Grundtatbestände des Konstruierens.

zuarbeiten. In der Würdigung aller Besonderheiten technischer Infrastrukturanlagen zeigt sich, dass sie eine besondere Herausforderung an die Ingenieurverantwortung darstellen.

1.1.1 Akteure in Bauprojekten

Den Akteuren wird in der Technikgenese besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da von ihnen die spätere Gestalt und Funktionsweise der technischen Artefakte abhängig ist. Sie sind eingebunden in generelle und spezielle Strukturen und können kollektiv und individuell betrachtet werden.

1.1.1.1 Generelle und spezielle Baubeteiligtenstrukturen

Die an Projekten des Infrastrukturanlagenbaus Beteiligten lassen sich in abstrakter und konkreter Weise beschreiben – abstrakt im „Modell der Baubeteiligten“ und – konkret in einer „Projektorganisation“, dem Zusammenschluss von konkret beteiligten kollektiven und individuellen Akteuren innerhalb eines Bauprojektes.

1.1.1.1.1 Das Modell der Baubeteiligten als analytisches Raster

Um die Einflüsse der Akteure im Allgemeinen und in Bezug auf die Sicherheit im Speziellen zu ermitteln, dienen folgende grundsätzliche Fragen: 1) Wer erfüllt welche Funktionen in einem Bauprojekt? 2) Wer hat welche Interessen in einem Bauprojekt? und 3) Welche Interaktion ergibt sich aus der Verbindung konkreter Funktionen und Interessen? Diese Überlegungen ermöglichen es, grundlegende Strukturen und Prozesse im Infrastrukturanlagenbau zu erkennen. Sie können zum einen dem praktisch tätigen Ingenieur in einem konkreten Projekt helfen, Konstellationen verschiedener Organisationen und Personen einzuordnen und zum anderen Wissenschaftlern dazu dienen, einen systematischen Überblick über die handelnden Akteure zu gewinnen. Abhängig von Funktionen und Interessen und ihrer Interaktion werden so grundsätzliche Effekte auf die Sicherheit einer Anlage dargestellt.

Große bauliche Infrastrukturen können nur im Rahmen der Arbeitsteilung *zwischen und innerhalb* von Organisationen (Betrieben, Behörden, Ingenieurbüros) entstehen. Hierdurch zeichnet sich ein grundlegendes Problem der Ingenieurpraxis ab, denn Verantwortung ist nicht wie die Arbeitsaufgaben teilbar. Es besteht die Gefahr, dass die Verantwortung, insbesondere für die Sicherheit, „diffundiert“ oder „verdünnt“⁶⁰ wird im Sinne des Sprichwortes: „Wenn alle verantwortlich sind, so fühlt sich letztlich keiner verantwortlich.“ Dieses und weitere Probleme werden im Fortgang der Arbeit behandelt.

Schematisch können mit dem Modell der Baubeteiligten fünf Baubeteiligtenkreise unterschieden werden:⁶¹

- Nachfrager nach Bauleistungen, Bauinvestoren, Träger und Nutzer der bautechnischen Infrastruktur.
- Anbieter von Bauleistungen, bauindustrielle und bauhandwerkliche Unternehmen.

⁶⁰ Grunwald spricht von „Verantwortungsverdünnung“ unter Bezugnahme auf Hastedt und Hubig.

⁶¹ vgl. Ekardt/ Löffler/ Hengstenberg 1992, 185.

- Das freiberufliche Beratungsgewerbe.
- Der Staat als Hoheitsträger, als Garant der öffentlichen Sicherheit und Ordnung, sofern diese durch den Bau und Betrieb baulicher Anlagen berührt sind.
- Die das Baugeschehen begleitende (organisierte) Öffentlichkeit.

Jedem dieser fünf Baubeteiligtenkreise können andere Interessen zugeordnet werden,⁶² die auch innerhalb eines Baubeteiligtenkreises differenziert und einander widersprechend sein können.

Aufgrund von Vertragsverhältnissen gibt es funktionell bedingte Interessenkoalitionen, die quer zu den Baubeteiligtenkreisen bestehen. Es lassen sich in dieser vertragsbezogenen Betrachtung drei Interessenkreise identifizieren: die Interessen der Auftraggeberseite, die Interessen der Auftragnehmerseite und die Interessen Dritter (v.a. die öffentlichen Interessen). In jedem dieser drei Interessenkreise können durch die Hauptakteure (Bauherren, Bauunternehmen, staatliche Stellen) weitere Akteure (beratende, planende Ingenieurbüros, Gutachter und Subunternehmen) hinzugezogen werden. Diese Akteure, insbesondere die Subunternehmen, können wiederum auf eigene Ingenieurbüros, Gutachter oder wiederum Subunternehmen (Sub-Subs) zurückgreifen.

Diese funktionelle Gruppierung bildet die Darstellungen der befragten Baubeteiligten ab. So empfinden sich beispielsweise die Baubeteiligten eines den Bauherren beratenden Ingenieurbüros diesem zugehörig. Allerdings ist diese Aussage bezüglich des Kreises der „Interessen Dritter“ einzuschränken, zu denen sowohl die Interessen von staatlichen Stellen als auch von organisierter Öffentlichkeit (z.B. Verbände, Bürgerinitiativen) zu zählen sind. Ihre jeweiligen Interessen werden zum einen in höchst unterschiedlicher Weise ausgedrückt und können inhaltlich auch stark divergieren. Zwar verstehen sich manche Organisationen, z.B. Bürgerinitiativen, auch als Vertreter des Allgemeinwohls, aber andere sind eindeutig und auch ihrem Selbstverständnis nach Vertreterorganisationen von Partikularinteressen. Eine Besonderheit im Infrastrukturanlagenbau ist die staatliche Trägerschaft der öffentlichen technischen Infrastruktur. So treten staatliche Akteure unterschiedlicher Organisationszuordnung in unterschiedlichen Funktionen – als Bauherren und als genehmigende/ kontrollierende Instanz – miteinander in Beziehung.

1.1.1.2 Baubeteiligte einer Projektorganisation

Die allgemeinen Beschreibungen der Baubeteiligten können als Raster zur Darstellung einer konkreten Projektorganisation herangezogen werden. Eine Projektorganisation stellt die Ausfüllung des Modells der Baubeteiligten mit kollektiven oder individuellen Akteuren dar, die bei einem konkreten Bauvorhaben miteinander agieren. Die Projektorganisation wandelt sich im Laufe des Bauprojektes. Einige Akteure bleiben die ganze Zeit über aktiv, andere treten nur kurz oder mit Unterbrechungen in Erscheinung.

Die Projektorganisationen unserer empirisch betrachteten Bauprojekte wechselten auch im Verlauf – unter der Koordination durch zentrale Akteure – erheblich. Der Begriff „Baube-

⁶² Siehe hierzu die ausführliche Beschreibung in Ekardt/ Löffler/ Hengstenberg 1992, 185ff.

teiligte“ ist umfassend zu verstehen. In der empirischen Untersuchung standen streng genommen nur die „Planungsbeteiligten“ im Mittelpunkt des Interesses. Die Phase der Bauausführung wurde – aus forschungspraktischen Gründen – von der Untersuchung ausgeschlossen. Die Ingenieure wurden, wie in der Einleitung beschrieben, in den Expertengesprächen gebeten, die Struktur des Bauprojektes hinsichtlich der eingebundenen Organisationen und Personen zu schildern, um dann auf die Beteiligung a) ihrer Person und b) ihrer Organisation an dem Bauprojekt näher einzugehen. So konnte ein Eindruck über die Beteiligten individuellen und kollektiven Akteure gewonnen werden.

1.1.1.2 Kollektive und individuelle Akteure

Die Unterscheidung von kollektiven und individuellen Akteuren ist auch daher von Bedeutung, da sich in beiden Zusammenhängen Verantwortungsfragen stellen, die immer unter Bezugnahme auf die jeweils andere Akteursgruppe gelöst werden müssen.

1.1.1.2.1 Organisationen als Baubeteiligte – Kollektive Akteure

Organisationen handeln über Individuen und doch müssen sie als eigenständiges, kollektives Handlungssubjekt angesehen werden. Sie kennzeichnen sich durch eine spezifische Organisationskultur, die auch Einflüsse auf die Entwicklung gemeinsamer Sichtweisen individueller Akteure unterschiedlicher Organisationen hat.

1.1.1.2.1.1 Organisationskultur

Eine besondere Rolle zur Beschreibung des Organisationshandelns spielt die Organisationskultur. Die Organisationskultur hat die Funktion der Integration und Motivation der Organisationsmitglieder. Sie zeigt sich in tradierten kollektiven Verhaltensweisen wie Ritualen oder Zeremonien oder auch in gemeinsam geteilten Leitbildern. Sie kann nicht einfach von Führungskräften geschaffen werden, sondern entsteht vielmehr interaktiv durch das Zusammenspiel aller zu einer Organisation gehörenden Menschen.⁶³ Die Organisationskultur ist nicht einheitlich und stabil. Es wäre „unzulässig, von einer Organisationskultur zu sprechen, und dabei einen homogenen Zusammenhang von Sinnsteuerung zu unterstellen; vielmehr ist die Organisationskultur die Abgrenzung der verschiedenen internen Varianten der Steuerung nach außen, wobei sich nach innen mehrere subkulturelle Ausdifferenzierungen von Sinnprämissen öffnen können.“⁶⁴ Die Organisation ist kein Monolith und doch ist sie eindeutig identifizierbar. Mitarbeiter nehmen nicht nur die Organisationskultur der eigenen Organisation wahr, sondern auch die der anderen am Projekt beteiligten Organisationen. So wurde in einer Fallstudie beispielsweise mehrfach angesprochen, dass das Unternehmen des Anlagenbauers „nach dem amerikanischen Prinzip“ organisiert sei.⁶⁵ Fast alle Mitarbeiter des Unternehmens, vom Ingenieur bis zur Sekretärin, seien (Schein-) Selbstständige und es gebe einen großen Leistungsdruck vermittelt über einen finanziellen Druck. Bei Verhandlungen darüber, ob veränderte Sicherheitseinrichtungen vom Anlagenbauer oder vom Bauherren zu tragen seien, ob es sich um vertraglich geschuldete Leistungen oder Zusatzleistungen handelt, spielten solche

⁶³ Froschauer 1997, 109.

⁶⁴ Froschauer 1997, 115.

⁶⁵ Int. 62, Int. 63, Int. 68,4-11 und 150-153.

engen finanziellen Möglichkeiten eine Rolle. Konzepte zur Organisationskultur weisen große Überschneidungen mit Konzepten zur Sicherheitskultur auf, insbesondere in Bezug auf High reliability Organizations (HRO).⁶⁶

1.1.1.2.1.2 Etablierung gemeinsamer Sichtweisen über Organisationsgrenzen hinweg

Man könnte es generell als ein Wunder ansehen, wenn derart viele und unterschiedliche Akteure mit höchst unterschiedlichen Interessen ein technisches Artefakt gemeinsam schaffen. Es muss sich eine gemeinsame Sicht der Dinge einstellen, da sonst kein gemeinsames Bauwerk entstünde bzw. die Baubeteiligten müssen die Interessen der jeweils anderen Baubeteiligten in ihr eigenes Handlungskalkül mit einbeziehen. (Daher ist die Technikentwicklungspraxis auch als soziales Handeln aufzufassen.) So wichtig gemeinsame (professionelle) Sichtweisen für das Gelingen eines Bauprojektes sind, so können sie auch für das Scheitern mitverantwortlich sein: Die notwendige gemeinsame Sicht kann sich auch negativ auf die Sicherheit, allgemeiner die Berücksichtigung des Allgemeinwohls, auswirken. Alternativenblindheit oder eingespielte Routine können dazu führen, dass andere Lösungsmöglichkeiten oder veränderte Umweltbedingungen vernachlässigt werden, insbesondere wenn sich die einzelnen Akteure ohne gegenseitige Kontrolle aufeinander verlassen. Dieser Mechanismus ist als eine wichtige Form von pathologischen Projektorganisationen aufzufassen. Die fortwährende Überwindung von den Arbeitsalltag entlastenden unhinterfragten Routinen und darauf beruhenden Konventionen ist nur durch ständige Reflexion möglich.

In der Untersuchung eines Brückenzusammensturzes bei Stockstadt wurde exemplarisch das Zustandekommen und die Abläufe an einer pathologischen Projektorganisation anderer Art eindrucksvoll beschrieben. Anhand dieses Schadensfalls wurde ein genereller Mechanismus beschrieben: Wenn sich die am Bau beteiligten Ingenieure zu sehr als Vertreter ihrer Stammorganisation, als Repräsentanten von Partikularinteressen, begreifen, so können insgesamt Ergebnisse entstehen, die von keinem der Akteure gewollt sind.⁶⁷ Es zeigt sich im Kleinen, was Ulrich Beck für die Risikogesellschaft als Ganzes beschrieben hat: Die aufgrund (verkürzter) Rationalität entstehende Irrationalität.⁶⁸ Ingenieure brauchen ein professionelles Bewusstsein für das gemeinsame Bauwerk. Zu seinem Entstehen und seiner Bekräftigung müssen immer wieder Einschnitte geschaffen werden. Die Bewusstwerdungsprozesse sind jedoch letztlich vom Individuum abhängig.

Beide Formen der pathologisch wirkenden Projektorganisationen – die unreflektierten gemeinsamen Sichtweisen und die Vertretung von Partikularinteressen unter Vernachlässigung gemeinsamer professioneller Sichtweisen, also die Zurückweisung oder die Übersteigerung gemeinsamer Sichtweisen – können die Sicherheit negativ beeinflussen. Beide Formen müssen daher im Auge behalten werden, auch wenn die sich daraus ergebenden Implikationen in erster Näherung gegenläufig sind. Zur Abwendung sicherheitsbezogener Pathologien in und von Projektorganisationen bedarf es reflektierter individueller Akteure.

⁶⁶ vgl. hierzu näher Kapitel 2.1.4 Zusammenfassende Überlegungen für weiterentwickelte Lernansätze – auf dem Weg zur Sicherheitskultur und Kapitel 3.2.1.2 Qualitativ neue Risiken als Hauptcharakteristikum der Risikogesellschaft.

⁶⁷ Ekardt 1994a, 11.

⁶⁸ siehe hierzu ausführlich Kapitel 3.2.1.1 Risikogesellschaft als Gesellschaftsform der reflexiven Moderne.

1.1.1.2.2 Individuen als Baubeteiligte – Individuelle Akteure

Individuelle Akteure gestalten als Baubeteiligte durch ihr Handeln den Prozess der Technikentstehung maßgebend. Die Ingenieurpraxis wird fortlaufend durch die gesellschaftlichen Strukturen und das individuelle Handeln gleichermaßen mitbestimmt. Beide Bereiche sind nur artifiziell voneinander zu trennen, da sie sich gegenseitig in immer neuer Weise reproduzieren. Die individuellen Akteure bewegen sich in Strukturen, gleichzeitig werden diese Strukturen modifiziert.⁶⁹

Die vom einzelnen Ingenieur wahrgenommene Ingenieurpraxis lässt sich schwer erfassen. Über innere oder äußere Persönlichkeitsmerkmale lassen sich typisierende Beschreibungen vornehmen. „Innere“ Persönlichkeitsmerkmale (z.B. Werte, Einstellungen) sind im Gegensatz zu äußeren Persönlichkeitsmerkmalen (wie z.B. Alter, Geschlecht) schwerer zu erfassen. Die Beschreibung ihrer Wirkungsweisen wird durch die gleichzeitig wirkenden gesellschaftlichen Strukturen erschwert. Trotzdem soll hier der Versuch einer Beschreibung ihrer Wirkungsweisen unternommen werden, wobei auf den stark vereinfachenden, generalisierenden Charakter der Ausführungen hinzuweisen ist.

Durch große Bauprojekte werden Fragen der Loyalität aufgeworfen:

- 1) die Loyalität gegenüber der eigenen Stammorganisation
 - 2) die Loyalität gegenüber anderen kollektiven Akteuren (insbesondere Auftraggebern)
 - 3) die Loyalität gegenüber dem Allgemeinwohl
-
- 4) die Loyalität gegenüber anderen Ingenieuren/ der Profession

Ein zentrales Thema professioneller Normen bildet die Frage, wem gegenüber sich die Baubeteiligten in einer konkreten Dilemmasituation verpflichtet fühlen, wem sie sich mehr verbunden fühlen. Die Baubeteiligten müssen versuchen, inter-individuell einen Ausgleich zwischen den Interessen der Baubeteiligengruppen zu erreichen, der auch für die anderen individuellen Akteure einen annehmbaren Ausgleich darstellt. Solche Integrationsakte verschiedener Rationalitäten müssen fortlaufend getroffen werden, da Dilemmasituationen – allerdings recht unterschiedlichen Ausmaßes – in der Ingenieurpraxis eher die Regel als die Ausnahme darstellen.

Die Loyalität gegenüber anderen Ingenieuren/ der Profession liegt quer zu den ersten drei Bezugspunkten, denn sowohl in der eigenen Stammorganisation als auch bei anderen kollektiven Akteuren sind möglicherweise Ingenieure (der gleichen Berufsgruppe) vorzufinden. Und die Loyalität gegenüber der Profession weist – wenn der Professionsgedanke nicht falsch verstanden wird, als reines Instrument zum Erhalt von gesellschaftlich-ökonomischer Macht und zur Abwehr gesellschaftlicher oder konkreter Ansprüche, (nach dem Motto: „Untereinander kratzen wir uns vielleicht die Augen aus, aber wenn ein Berufskollege vor Gericht steht, so

⁶⁹ siehe hierzu ausführlich Kapitel 1.4.1 Handeln und Praxis.

stehen wir zusammen.“) – mit der Loyalität gegenüber dem Allgemeinwohl⁷⁰ große Überschneidungsbereiche auf.⁷¹ Die aufgezeigten Loyalitätsfragen sind Gegenstand professioneller Normen. Professionelle Normen widmen sich generell der Frage, wie Aufgaben-/ Rollenverantwortung gegen universalmoralische Verantwortung abzugrenzen ist.⁷²

Wenn bisher von „den“ Ingenieuren die Rede war, so konnte der Eindruck entstehen, dass es sich um eine homogene Gruppe handele. Allgemein können Ingenieure differenziert werden nach Fachrichtungen (z.B. Maschinenbau, Elektrotechnik, Bauwesen), Tätigkeitsfeldern (z.B. Planung und Projektierung, Entwicklung und Konstruktion, Fertigung, Qualitätssicherung, Instandhaltung, Vertrieb, Kundendienst, Verwaltung) und Beschäftigungsverhältnissen (Selbständiger oder Angestellter, Privatwirtschaft oder Öffentlicher Dienst, Verband, Groß-, Mittel- oder Kleinorganisation).⁷³ Ingenieure arbeiten in unterschiedlichen Disziplinen, unterschiedlichen Organisationen, unterschiedlichen Positionen und mit unterschiedlichen Aufgabenangeboten. Generelle Aussagen über Ingenieure als soziale Gruppe sind wegen der großen „Heterogenität der sozialen Positionen“⁷⁴ schwierig. „Die soziale Differenzierung der Arbeitssituationen ist immer noch wie in den Anfängen gegeben, es gibt Kapitaleigner, Spitzenmanager auf der einen Seite, dann weiterhin solche, die als Freiberufler arbeiten und schließlich abhängig Beschäftigte beim Staat und in der Großindustrie auf der anderen Seite.“⁷⁵ Die sozial bedingte Interessenheterogenität und Interessendifferenz erschwert nicht nur die gemeinsame Interessenvertretung durch Professionsorganisationen, sondern auch die sozialwissenschaftliche Forschung⁷⁶: „Entsprechend schwer hat es (...) die sozialwissenschaftliche Forschung, die Berufsgruppe durch soziale Parameter zu definieren, keiner der Definitionsversuche scheint sie umfassend und schlüssig als soziale Gruppe erfassen zu können.“⁷⁷

Auch in den Projekten des Infrastrukturbaus spiegelt sich die Heterogenität der Ingenieure: Im Untersuchungssample aller sieben Bauprojekte fanden sich Bauingenieure, Maschinenbauingenieure, Elektroingenieure, Verfahrensingenieure und darüber hinaus Computerfachleute und Naturwissenschaftler. Die Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Fachkulturen⁷⁸ und Wissenskulturen kann nicht nur auf grundsätzlicher Ebene in wissenschaftstheoretischer Betrachtung⁷⁹, sondern auch auf praktischer Ebene Konflikte fördern. So zeigten sich in einer Fallstudie konkurrierende Sichtweisen, insbesondere zwischen Maschinenbauingenieuren und Bauingenieuren.

⁷⁰ Das „Allgemeinwohl“ oder „Gemeinwohl“ ist natürlich schwer zu fassen und wird auch sehr unterschiedlich definiert (vgl. Neidhardt 2002, 23) und ausführlich das WZB-Jahrbuch 2002: Gemeinwohl – Auf der Suche nach Substanz, herausgegeben von Schuppert/ Neidhardt und den von Münker/ Bluhm 2002 herausgegebenen Sammelband zum Thema Gemeinwohl und Gemeinsinn.

⁷¹ siehe hierzu Kapitel 1.3.3 Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen.

⁷² siehe hierzu Kapitel 1.3.3.2 Steuerungskonzepte professioneller Normen.

⁷³ vgl. Detzer 1991, 307.

⁷⁴ Lenk 1976, 12.

⁷⁵ Vogelsang 1998, 100f.

⁷⁶ siehe hierzu auch Kapitel 3.1.1.4.1 Sozialwissenschaftliche Ingenieurforschung.

⁷⁷ Vogelsang 1998, 101.

⁷⁸ vgl. Beckenbach 1998, 143.

⁷⁹ vgl. Huber 1991.

ieuren, und auch der „Urkonflikt“ zwischen Architekten und Bauingenieuren,⁸⁰ der zumeist jedoch nur in Projekten des Hochbaus aktualisiert auftritt, konnte in abgeschwächter Form empirisch beobachtet werden. Erwähnenswert ist außerdem die Rolle der Sicherheitsingenieure. Auf allen größeren Baustellen wird es angestrebt, Koordinatoren für Sicherheits- und Gesundheitsschutz zu bestimmen (SiGe oder S+G Koordinatoren genannt). Sicherheit bezieht sich dabei ausschließlich auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz.⁸¹ Den Titel eines Sicherheitsingenieurs können Studierende fast aller ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen in einem Aufbaulehrgang erwerben. Allerdings scheint die Institutionalisierung eines zusätzlichen „Beauftragten“ in der Praxis nicht besonders erwünscht und geschätzt zu sein. So sagte ein Vertreter des Bauherren im Expertengespräch: „Das, was der machen sollte, war ganz normaler Standart, was jeder normale Mensch so auch macht. Und weil es nur eine Empfehlung war, habe ich entschieden, das nicht zu machen. Und wenn es jemand machen muss, dann übernehme ich das. (...) Es wäre sonst wieder einer mehr dabei bei allem, bei den Besprechungen, (...) der fachtechnisch sehr wenig weiß, aber über dessen Schreibtisch dann noch jedes Papier gehen muss.“⁸² Somit wurde im betreffenden Projekt kein Sicherheitsbeauftragter eingesetzt.

Die geforderte Entwicklung gemeinsamer professioneller Sichtweisen und die Loyalität gegenüber der Profession beziehen sich nicht ausschließlich auf die *eigene fachliche* Herkunft, sondern vielmehr auf Ingenieure – gleich welcher fachlicher Herkunft – als Gesamtheit. Es geht also darum, eine „ingenieurmäßig“ gute Lösung zu erarbeiten und erst nachrangig einen Kompromiss zwischen Partikularinteressen zu suchen. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist eine Projektorganisation, die – ganz im Sinne von Ansätzen zu neuen Formen des Projektmanagements⁸³ – auf partizipativer Problemlösungs- und Entscheidungsfindung aufbaut.

In der Praxis der Genese von Infrastrukturbauten haben Bauingenieure gewöhnlich die Koordinierungsfunktion im Sinne des Projektmanagements inne. Somit rückt die Praxis der Bauingenieure in den Vordergrund der Betrachtung. Prinzipiell lassen sich viele Überlegungen zum Konstruieren im Infrastrukturbau auf andere Ingenieurbereiche übertragen. Allerdings gibt es über die spezifischen Akteurstrukturen hinaus weitere Besonderheiten, die das bauliche Konstruieren vom Konstruieren in der stationären Industrie deutlich unterscheiden. Sie werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

1.1.2 Infrastrukturanlagen

Infrastrukturen bilden die notwendige materielle, institutionelle und personelle Grundlage für das Funktionieren einer arbeitsteiligen Wirtschaft und Gesellschaft. Zur (zumeist in netzge-

⁸⁰ So wird beispielsweise dieser Konflikt nach Aussagen von Bauingenieurstudenten schon im ersten Semester mit halbspaßig aber damit auch halb ernst gemeinten „Merksätzen“ wie: „Der Architekt ist der natürliche Feind des Bauingenieurs“ fortgeschrieben.

⁸¹ „Der Sicherheitsingenieur hat die Aufgabe, den Arbeitgeber beim Arbeitsschutz und bei der Unfallverhütung in allen Fragen der Arbeitssicherheit, einschließlich der ergonomischen Gestaltung der Arbeit zu unterstützen.“ (<http://www.uni-trier.de/uni/verwaltung/arbeitss.htm> 05.09.2002). Er wird daher auch als „Fachkraft für Arbeitssicherheit“ bezeichnet.

⁸² Int. 61, 176-177.

⁸³ vgl. van Treeck 1993, 341.

bundener Form vorliegenden) produktiven⁸⁴ Infrastruktur zählen die Verkehrsinfrastruktur, Versorgungsinfrastruktur, Entsorgungsinfrastruktur und Kommunikationsinfrastruktur. Es kann gezeigt werden, „dass zwischen Produktionstechnik und Infrastrukturtechnik sowie zwischen Produktionssystemen und Infrastruktursystemen Kompatibilitätsbeziehungen bestehen, deren Verletzung sich als gesellschaftliche Strukturkrisen abbildet.“⁸⁵

Infrastruktursysteme, deren Entstehen in eine zeitliche Abfolge gebracht⁸⁶ werden kann, sind eine Voraussetzung für das Funktionieren moderner Industriegesellschaften. Für den Technikhistoriker Hughes basiert die Entstehung/ Schöpfung des modernen US-Amerikas („American Genesis“) weniger auf Einzelerfindungen, wie beispielsweise der Erfindung des Lichts, sondern vielmehr auf der Entwicklung großer technischer Systeme und der Infrastrukturen, die sie bilden bzw. in die sie eingebunden sind.⁸⁷

Zur Erfüllung von Infrastrukturaufgaben benötigte (bau-)technische Artefakte sind in der folgenden Tabelle beispielhaft aufgeführt, wobei die empirisch betrachteten Anlagen fettmarkiert hervorgehoben sind.

Infrastrukturbereiche	Aufgaben	Beispiele für entsprechende (bau-)technische Artefakte
Verkehrsinfrastruktur	Mobilitätsermöglichung	Verkehrswege: Straßen, Schienenwege, Wasserwege und Sonder-/ Ingenieurbauwerke: Brücken, Tunnel
Versorgungsinfrastruktur	Wasserversorgung	Wasserwerke, Wasserleitungssysteme
	Energieversorgung	Stromversorgung: Kraftwerke (Atom, Kohle, Gas, regenerative Energie,..) Wärmeversorgung: Gasleitungen, Fernwärme
Entsorgungsinfrastruktur	Abwasserentsorgung	Kanalsysteme, Kläranlagen, Klärschlammtröcknungen
	Abfallentsorgung	Deponien, Müllverbrennungsanlagen
Kommunikationsinfrastruktur	Kommunikationsermöglichung	Telekommunikationsleistungen: Leitungsnetze, Zentralen, Satelliten; Postversorgung: Postverteilzentren

Tabelle 2: Überblick über produktive⁸⁸ technische Infrastrukturbereiche, Infrastrukturleistungen und damit verbundene (bau-)technische Artefakte.

⁸⁴ Man unterscheidet allgemein zwei Arten von Infrastruktur, (wobei die Bezeichnungen variieren: produktive versus konsumtive; unternehmensorientierte versus haushaltsorientiert; wirtschaftsnahe versus soziokulturelle Infrastruktur) in dem Bewusstsein, dass eine strenge Trennung nicht möglich ist, beziehungsweise, dass Einrichtungen, die schwerpunktmäßig der produktiven Infrastruktur zugeordnet werden, auch von Haushalten genutzt werden (vgl. www.wifak.uni-wuerzburg.de/da89/Kap4.pdf (18.07.2003)).

⁸⁵ Ekardt 1994c mit Verweis auf Bell.

⁸⁶ vgl. Ekardt 1994b, 170.

⁸⁷ vgl. Hughes 1989, 3.

⁸⁸ Die konsumtive/ haushaltsorientierte/ soziokulturelle Infrastruktur in den Bereichen Bildung, Gesundheit, Staatliche Verwaltungsaufgaben mit ihren bautechnischen Artefakten wie Schulen, Krankenhäusern oder Gerichtsgebäuden ist hier ausgeklammert.

Infrastruktursysteme sind Untersuchungsgegenstand verschiedener Disziplinen. Insbesondere die Wirtschaftswissenschaften und Wissenschaftsgebiete mit Raumbezug, wie die Stadt- und Regionalplanung, beschäftigen sich in übergeordneter Weise mit Infrastrukturen.⁸⁹ Dabei werden übereinstimmend eine Reihe von Merkmalen⁹⁰ von Infrastruktursystemen genannt: hoher Kapitalbedarf, lange Lebensdauer, lange Planungszeiten, technische Unteilbarkeit, Immobilität, netzartige Strukturen (mit Knoten⁹¹ und Verbindungslien⁹²), große geographische Extension, schwierige Produktivitätssmessung oder Anschlusszwänge für Ausbau-Investitionen. Darüber hinaus haben Infrastruktursysteme eine Reihe gesellschaftlicher Implikationen beispielsweise durch den hohen politischen Entscheidungsanteil. Ökonomisch besteht eine „Asymmetrie zwischen Legitimationsbeschaffung für Neu- und Erhaltungsinvestitionen“⁹³, wobei von den beteiligten Organisationen zudem unterschiedliche ökonomische Prinzipien verfolgt werden können.

1.1.2.1 Vergleich des Bauens mit Produktionsprozessen der stationären Industrie

Vergleicht man die Konstruktionsbedingungen des Bauwesens mit denen der stationären Industrie, so ergeben sich hinsichtlich einer Reihe von Aspekten erhebliche Unterschiede: Markterkundung, Fertigungsplanung, Preisgestaltung, Herstellung, Beschäftigungsauslastung, Verkauf und Innovativität haben ein völlig unterschiedliches Gesicht. Beispielsweise Markterkundung und Verkauf sind beim Bauen nachrangig, da in der Regel nur „auf Bestellung“ produziert wird. Ein wesentlicher Unterschied im Produktionsprozess hängt mit der Möglichkeit der Serienfertigung in der stationären Industrie zusammen. Die Serienfertigung ermöglicht bekanntlich durch Größenvorteile (Skaleneffekte/ economies of scale) eine Rationalisierung der Produktionsprozesse. Die wiederholte Herstellung eines bestimmten einheitlichen Produktes schafft die Grundlage für Massenproduktion.⁹⁴ Massenproduktion ist im Baubereich (mit wenigen Ausnahmen wie der Produktion in Fertigteilbauwerken oder generell der Bauzulieferindustrie) nicht möglich.

Die Besonderheiten des Konstruierens bautechnischer Infrastruktur liegen vor allem im Unikatcharakter, in der Größe und Vernetztheit von Infrastrukturanlagen. „Große Technische Anlagen bilden *Einmalbauwerke*. Sie bestehen zwar ganz überwiegend aus vertrauten und häufig verwendeten Werkstoffen und Komponenten und werden ebenfalls überwiegend nach vertrauten Verfahren geplant und gebaut. Dennoch bilden sie in ihrer konkreten Konfiguration, in ihrem konkreten Kontext und in ihrer konkreten Funktion, jeweils ein Unikat.“⁹⁵ Im Expertengespräch äußerte sich ein Ingenieur folgendermaßen: „Ich denke jede Anlage ist ein Individuum und Einzelstück. Der Schlamm ist jedes mal anders und auch die Peripherie (Großklärwerk- oder mehrere Kläranlagen, Logistik, Anlieferung, bauliche Einschränkungen).

⁸⁹ vgl. Seitz 1975.

⁹⁰ z.B. bei Joachimsen/ Gustafsson 1977, 38; Stohler 1977, 17f.

⁹¹ Hermes 1998, 167 spricht z.B. hinsichtlich von Flughäfen, Bahnhöfen oder Elektrizitätswerken von „punkt-förmigen“ Infrastrukturen.

⁹² Hermes 1998, 169 spricht unter Bezugnahme auf Lutter von „linienförmigen“ Infrastrukturen.

⁹³ Ekardt 1995, 148.

⁹⁴ vgl. Schmidt/ Werle 1992, 11.

⁹⁵ Ekardt u.a. 2000, 71 – Hervorhebung im Original.

Dann sieht die gesamte Anlage ganz anders aus.“⁹⁶ Der Unikatcharakter von Infrastrukturlanlagen ist auch für das besondere Verhältnis zwischen innovativer und konventioneller Technik mit verantwortlich. Im Rahmen der empirischen Untersuchung wurden jeweils eine innovative und eine konventionelle Anlage in drei Technikbereichen ausgewählt. Aufgrund der Untersuchung und der darauf aufbauenden theoretischen Überlegungen zeigte sich, dass die Begriffsabgrenzung innovativ – konventionell im Infrastrukturlanlagenbau nur teilweise greift. Nicht nur innovative Projekte tragen konventionelle Züge, sondern auch invers konventionelle Projekte haben innovativen Charakter, weil sie oft allein aufgrund des Kontextualisierungserfordernisses nicht nach einem zuvor erprobten Schema einfach reproduziert wurden.

Einen Teil dieses widersprüchlichen Verhältnisses kann man mit Hilfe einer anderen Art der Differenzierung erklären: Technikgenese im Infrastrukturlanlagenbau kann unterteilt werden in Phylogene und Ontogenese. Der Begriff der Ontogenese⁹⁷ stammt ursprünglich aus der Biologie und meint die Individualentwicklung im Unterschied zur Stammesentwicklung, der Phylogene.⁹⁸

Die Anlagegenese, das heißt das Erbauen einer Anlage – unabhängig von deren Innovations-/Konventionalitätsgrad – kann als „Technik-Ontogenese“ aufgefasst werden. Das Entstehen einer vollkommen neuen Technik, einer Invention, die in Innovation umgesetzt wird, kann als „Technik-Phylogene“⁹⁹ bezeichnet werden. Die in der Technik-Ontogenese stattfindende Ausbildung von einzelnen Systemkomponenten und technischen Details entspricht – in Weiterentwicklung des Bildes – der Morphogenese.¹⁰⁰

Jede gerade gebaute Brücke, Abwasserbehandlungsanlage oder Müllverbrennungsanlage ist für sich genommen neu, konkreter gesagt, ontogenetisch neu. Eine neue Einheit ist entstanden, die in besonderen Fällen aber auch einen Beitrag zur Phylogene leisten kann. Gerade im Bauingenieurwesen tragen viele Projekte phylogenetische Züge, obwohl sie von ihrer Grundtendenz „nur“ als Technik-Ontogenese zu verstehen sind. Dieses Phänomen lässt sich als „Technikentwicklung durch Projekte“¹⁰¹ bezeichnen. Die Phylogene vollzieht sich durch ontogenetische Projektketten. Phylogenetische „Umschläge“ werden durch tausendfache Ontogenese vorangetrieben. Nur ganz selten gibt es radikale Brüche, die zudem nur durch ihr plötzliches Bekanntwerden oder ihre radikal gesteigerte Diffusion als solche erscheinen. Es wird freilich nicht mit

⁹⁶ Int. 61, Abs. 198.

⁹⁷ Wie bei allen Begriffsübertragungen in Form von Vergleichen oder Metaphern gibt es auch hier Bereiche, die nicht sinngemäß übertragbar sind. So unterscheidet sich der technische Ontogenesebegriff von dem biologischen Ontogenesebegriff darin, dass im biologischen Wesenskern schon sehr viel angelegt ist, was sich nur noch entwickeln muss. Das entstehende Wesen wird also nicht vollkommen neu erschaffen, auch wenn es durch die Umwelt mitgestaltet wird. Hier soll der technische Ontogenesebegriff einfach zur Beschreibung des Entstehens einer Einheit herangezogen werden.

⁹⁸ Die Ontogenese wird auch als „Ontogenie“ und die Phylogene auch als „Phyogenie“ bezeichnet.

⁹⁹ Diese Begriffsabgrenzungen sind neu, auch wenn sich Bezeichnungen wie „technische Phylogene“ (Zeilhofer 1995, 93) beziehungsweise „Phylogene technischer Systeme“ (Hill 2000, 231) in der Literatur vereinheitlicht, jedoch in anderen Zusammenhängen, finden lassen.

¹⁰⁰ Der biologische Begriff der Morphogenese bezeichnet die „Ausgestaltung und Entwicklung von Organen oder Geweben eines pflanzlichen oder tierischen Organismus“ (Duden-Fremdwörterbuch von 1999).

¹⁰¹ vgl. Ekardt u.a. 2000, 74. Der Begriff geht auf Ekardt zurück.

jedem Kläranlagenbau die Klärtechnik revolutioniert, auch wenn keine Kläranlage einer anderen gleicht.

Bei baulichen Infrastrukturanlagen ist es auf keinen Fall die Regel, dass an einer Anlage jede ihrer Einzelkomponenten vollkommen neu geplant wird – vielmehr liegen Innovationen oftmals gerade im Bereich der Einzelkomponenten, in der Morphogenese. Außerdem erfordern Infrastrukturanlagen umfangreiche Kontextualisierungsleistungen. In der antizipierten und tatsächlichen Implementation der Problemlösungen müssen, zum einen der physisch-technische Kontext (Baugrund, Anschlusszwänge, usw.), zum anderen der sozial-gesellschaftliche Kontext (andere Baubeteiligte mit anderen Interessen, rechtliche Normen, usw.), bedacht und in Übereinstimmung gebracht werden.¹⁰² Auch bei neuen Anlagen, die starke phylogenetische Züge aufweisen, besteht natürlich das Kontextualisierungserfordernis. Es wird hier dadurch verstärkt, dass aufgrund der Innovativitätsgehalte der Anlage *noch* weniger Erfahrungen aus vergleichbaren Kontexten bei den verschiedenen Baubeteiligten vorliegen (können).¹⁰³ Die Unvertrautheit wird also im Bau der betrachteten Infrastrukturanlagen relativiert. Herausforderungen, die durch innovative und konventionelle Anlagen entstehen, zeigen gleichartige bzw. ähnliche Folgen. Die „Technikentwicklung durch Projekte“¹⁰⁴ im Infrastrukturbereich bezeichnet einen neuen Innovationstyp. Auch wenn einzelne technische Komponenten der Brücken-, Müllverbrennungs- oder Abwasserreinigungstechnik im Labor entwickelt werden, so sind der halb-technische Versuch in der Praxis bzw. die erste vollständige Anwendung in der Praxis unumgehbar. Die meisten Innovationen der stationären Industrie hingegen können im *Maßstab 1 zu 1* im Labor bzw. in der Werkstatt getestet werden. Dies ist bei Infrastrukturanlagen wegen ihrer enormen Größe nicht möglich.

In der empirischen Untersuchung stellten in den innovativen Projekten in der Abwasserreinigung die Membrantechnik, in der Müllverbrennung das Schmelzbrennverfahren und beim Brückenbau die geschweißten Gussknoten den phylogenetische Gegenstand der Technikgenese dar. In den Anlagenprojekten wurden die genannten Verfahren jeweils erstmalig großtechnisch umgesetzt. In der Untersuchung der Geschichte der Entwicklung der Verfahren zeigte sich, dass ihre letztendliche Verwirklichung stark von einzelnen Akteuren abhängig war. Die wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Innovationsforschung (insbesondere die soziologische Technikgeneseforschung) betonen zunehmend die soziale Konstruktion von Technik. Technik-phylogenie wird dadurch als gesellschaftlich bestimmt bzw. bestimbar/ beeinflussbar angesehen, wie auch die spezielle Teildebatte zu Großen technischen Systemen zeigt.

1.1.2.2 Bautechnische Infrastruktur in der Debatte um Große Technische Systeme

Bautechnische Infrastrukturen zeichnen sich durch ihre Größe und Komplexität aus, die sich aufgrund innerer Differenzierung und äußerer Vernetzung ergibt. Die bautechnische Infrastruktur kann als ein spezieller Techniktypus¹⁰⁵ aufgefasst werden, der sich nach Ekardt als

¹⁰² Zum Kontextualisierungserfordernis siehe Kapitel 1.2.4.3 Implementieren von Problemlösungen.

¹⁰³ Zu den Besonderheiten von Technik im Infrastrukturanlagenbau siehe das nachfolgende Kapitel 1.1.2.2 Bautechnische Infrastruktur in der Debatte um Große Technische Systeme.

¹⁰⁴ vgl. Ekardt u.a. 2000, 74.

¹⁰⁵ vgl. Ekardt 1994a, 1.

Netz dreier Netze,¹⁰⁶ des technischen Artefaktnetzes, des Baubeteiligennetzes und drittens des Normennetzes, beschreiben lässt. Einzelne bauliche Infrastruktur anlagen sind Basisbestandteile Großer Technischer Systeme. Bautechnische Infrastruktur in ihrer Gesamtheit bildet die Grundlage für (fast alle) Großen Technischen Systeme. Den Begriff der Großen Technischen Systeme (GTS) bzw. Large technical Systems (LTS) hat der Technikhistoriker Thomas P. Hughes 1983 eingeführt¹⁰⁷ und hat damit „nicht nur die weit- und engmaschige technische Vernetzung und das Zusammenspiel verschiedener Techniken der Großen Technischen Systeme – Telefonnetz, Eisenbahn, Elektrizitätsversorgung – ins Auge gefasst, sondern nachdrücklich auf die sozialen Systemkomponenten dieser Systeme verwiesen: soziale Akteure, Organisationsstrukturen, verfügbares Wissen und Anwendung bestimmter (technischer und sonstiger) Normen).“¹⁰⁸ Es haben sich viele spezielle Fragestellungen in der Beschäftigung mit GTS entfaltet: Steuerungstheoretische¹⁰⁹ Aspekte werden ebenso behandelt wie Interessenverflechtungen und Kontrolldefizite.¹¹⁰ Große Technische Systeme werfen weitergehende Sicherheitsfragen auf. Bechmann geht so weit, dass die Entwicklung und Steuerung Großer Technischer Systeme „grundlegende gesellschaftliche Veränderungen“¹¹¹ erfordere. Im Auge hat er dabei Hochtechnologien¹¹² wie die Atomtechnik. Somit erklärt er Risiko- und Katastrophenpotenziale zu einem Merkmal Großer Technischer Systeme. „Dieses Katastrophenpotenzial markiert einen Bruch mit der alten, vertrauten Welt der bisherigen technischen Sicherheitssysteme.“¹¹³ Die Aussage ist insofern zu relativieren, als nicht alle Großen Technischen Systeme zwangsläufig Hochtechnologien sind, die zivilisatorisches Katastrophenpotenzial aufweisen. Mit der Fokussierung der GTS-Forschung auf die Interessenverflechtungen und Kontrolldefizite in einer strukturorientierten Sichtweise wurden die Handlungsprobleme von individuellen Akteuren vernachlässigt.¹¹⁴ Diese wiederum treffen in ihrer Konstruktionspraxis notwendigerweise Entscheidungen und setzen damit Risiken, die sich sowohl auf die Bevölkerung als heute lebende Generation, als auch auf die nachfolgenden Generationen, im Fall des Misslingens äußerst negativ auswirken können.

Über einen längeren Zeitraum wurde die Untersuchung der GTS in Deutschland durch die Aktivitäten der „WZB-Forschungsgruppe Große Technische Systeme“¹¹⁵ entscheidend geprägt. Im Mittelpunkt steht dabei das Gesamtsystem, welches nur über Funktionsschemata etc. (symbolische Darstellungen) niemals aber über Fotos dargestellt werden kann.¹¹⁶ Die sehr wohl fotografisch erfassbaren baulichen Infrastrukturen wurden jedoch in der GTS-Forschung allen-

¹⁰⁶ vgl. Ekardt 1994a, 4; Ekardt 1994b, 178f.

¹⁰⁷ vgl. Hughes 1983; Hughes 1987

¹⁰⁸ Schäfers 1997, 193; Die Ermahnung Hughes, dass zum GTS Stromnetz nicht nur Generatoren, Leitungen etc., sondern auch Unternehmer, Banken, Konsumenten etc. gehören, ist nach Braun/ Joerges 1994, 28 eine der meistzitierten Aussagen der Techniksoziologie.

¹⁰⁹ vgl. Braun/ Joerges 1994, 29.

¹¹⁰ vgl. Beckenbach 1994, 152f.

¹¹¹ Bechmann 1992, 11 – Hervorhebung durch d.V.

¹¹² vgl. Bechmann 1992, 11

¹¹³ Bechmann 1992, 11.

¹¹⁴ vgl. Ekardt 1994b, 166ff.

¹¹⁵ vgl. Joerges 1998.

¹¹⁶ vgl. Joerges/ Braun 1994, 39.

falls am Rande thematisiert. Mittlerweile ist die Diskussion um GTS zurückgegangen. Freilich haben GTS wegen ihrer gesellschaftlichen Implikationen nicht an Aktualität verloren.

1.1.2.3 Gesellschaftliche Implikationen des Infrastrukturanlagenbaus

Die Bereitstellung von Infrastrukturleistungen wird traditionell der öffentlichen¹¹⁷ Daseinsvorsorge zugerechnet. Technische Infrastrukturen sind für das Funktionieren und die Entwicklung der Gesellschaft von großer Bedeutung. Störungen der technischen Infrastruktur (z.B. Störungen der Abfall- und Abwasserentsorgung oder der Ermöglichung von Verkehr) können im Extremfall zu Zusammenbrüchen des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens führen.

Deshalb werden Infrastrukturen als ein Kollektivgut angesehen (Unterkapitel 1), welches durch Privatisierungsbestrebungen ausgehöhlt werden könnte (Unterkapitel 2) und zudem aufgrund der Bedrohung durch gezielt herbeigeführte Infrastrukturausfälle (Unterkapitel 3) besonders geschützt werden muss, zumal ihm eine hohe zivilgesellschaftliche Bedeutung zukommt (Unterkapitel 4).

1.1.2.3.1 Infrastrukturen als Kollektivgut

Die Infrastrukturversorgung liegt traditionell in staatlicher Hand. Ökonomisch wird dies mit dem Versagen des freien Marktes bei der *Herstellung* bestimmter kollektiver Güter erklärt (Kollektivgutproblematik). Infrastrukturen werden als Kollektivgut aufgefasst.¹¹⁸ Marktversagen als theoretische Begründung der Bereitstellung von Infrastruktur durch den Staat wird kontrovers diskutiert. Denn sind konkrete Infrastruktursysteme erst einmal vom Staat hergestellt, so ist durchaus eine Übertragung an private Betreiber denkbar. Ob diese privaten Betreiber jedoch langfristig eine angemessene Infrastrukturversorgung sicherstellen können, ist strittig. Die These vom Marktversagen wäre demnach differenziert zu betrachten. Die Möglichkeiten zur Ausnutzung der Monopolstellung durch den privaten Anbieter (nach anfänglicher Zurückhaltung) sind gegeben und entsprechen ja auch dem privatwirtschaftlichen Streben nach Gewinnmaximierung. Ohne Wettbewerber, ohne Alternativen auf dem Infrastrukturmarkt, kann es zu keiner Preisbildung im ständigen Ausgleich von Angebot und Nachfrage kommen. Die meisten Infrastrukturen vermitteln ihren Trägern ein Monopol für bestimmte Leistungen. Es gibt beispielsweise kaum Alternativen zur Entsorgung von Abwasser auf einem anderen Weg als über ein bestehendes – von wem auch immer betriebenes – Kanalsystem. Infrastrukturen prägen einen Teil der Gesellschaftsstrukturen als Raum der Handlungsmöglichkeiten. Daher ist die Privatisierung der Infrastrukturversorgung äußerst sensibel zu behandeln.

1.1.2.3.2 Exkurs zur Privatisierung

Die Implikationen der Privatisierung werden im Folgenden – empirisch illustriert – dargestellt. Die Privatisierung ist in allen drei empirisch betrachteten Technikbereichen unterschiedlich

¹¹⁷ Zum Teil wird auch von der „staatlichen“ oder „gesellschaftlichen“ Daseinsvorsorge gesprochen. Die öffentlichen Aufgaben können nach Ansicht einiger Autoren in staatliche und nichtstaatliche Aufgaben unterteilt werden. (vgl. Hermes 1998, 137).

¹¹⁸ vgl. Fassing 1997, 1882.

fortgeschritten. Im Bereich der Kläranlagen ist eine großflächige Umwandlung der staatlichen Ämter in kommunale Eigenbetriebe zu verzeichnen. Zwei der drei im Bereich der Abwasserbehandlungsanlagen empirisch untersuchten Bauherren waren in den vorausgehenden fünf Jahren „formal“ privatisiert worden. Generell ist zwischen „formaler“ und „materieller“ Privatisierung zu unterscheiden: „Bei der Transformation in private Rechtsformen wird von einer formalen Privatisierung gesprochen, wenn für eine bestimmte Aufgabe z.B. eine Gesellschaft in privater Rechtsform gegründet wird und es bei dieser Transformation einer vormals staatlichen Einheit bleibt, indem die öffentlichen Hand weiterhin Anteilseigner bleibt, allenfalls Minderheitsanteile veräußert. Eine materielle Privatisierung liegt vor, wenn auch die Unternehmensanteile ganz oder zumindest mehrheitlich an Private übergehen.“¹¹⁹ „Echte“, materielle Privatisierungen stecken auch in den Bereichen Abwasser- und Abfallentsorgung noch in den Kinderschuh. Im Brückengeschehen gibt es bisher nur erste zögerliche Ansätze zur Einbindung Privater in Versorgungsleistungen (wobei zu unterscheiden ist zwischen einer Privatisierung von Verkehrswegen oder von Ingenieurbauwerken, die zu diesen Verkehrswegen gehören). Eine Privatisierung mit „Wegezöllen“ oder „Passagegebühren“ ist m.E. in Zeiten der Globalisierung als ein Rückschritt zu betrachten. Auch wenn es im europäischen Rahmen einige Beispiele solcher Privatisierungen gibt, so gehen Experten doch davon aus, dass es sich um Einzelfälle handelt bzw. zukünftig handeln wird, da offensichtlich nur wenige prädestinierte Teilstücke ökonomisch sinnvoll zu verwerten sind. Es haben sich eine Reihe von Betreibermodellen wie Build-Operate-Transfer (BOT), Build-Own-Operate-Transfer (BOOT) oder Build-Own-Operate (BOO) entwickelt.¹²⁰

Hinsichtlich der Sicherheit konkreter Infrastrukturanlagen, in Abhängigkeit von der staatlichen versus privaten Erstellung, können keine empirisch untermalten Aussagen getroffen werden. Aus theoretischen Überlegungen ergibt sich folgendes: Beim möglichen Versagen von Infrastruktur ist zu unterscheiden zwischen dem Unternehmensversagen und dem Artefaktversagen. Das Unternehmensversagen könnte sich im schlimmsten Fall im Konkurs in Verbindung mit einem Verlust des Großteils des Kapitalvermögens äußern (Beispiel: Die Deutsche Bahn AG geht in Konkurs), das Artefaktversagen bezieht sich auf ein bestimmtes technisches Objekt (Beispiel: Totales Versagen einer Bahnbrücke). Wissenschaftler und Politiker, die sich mit den Risiken der Privatisierung beschäftigen, betrachten fast ausschließlich die erste Form des Versagens. Das Artefaktversagen ist nicht leicht in einen direkten Kausalzusammenhang mit öffentlicher oder privater Herstellung (und Bereitstellung) von Infrastruktur zu bringen. Konkrete Schadensereignisse (z.B. Störfälle) technischer Anlagen dürften nur schwer auf die jeweilige Betreiber-/ Organisationsform *beweisbar* zurückzuführen sein. Lediglich statistisch könnte man Zusammenhänge herstellen, wenn es beispielsweise seit der Privatisierung der Bahn kontinuierlich zu mehr Unfällen mit Personen- und Güterschäden gekommen ist. Solche zusätzlichen Schadensereignisse können aber von einer Reihe intervenierender Variablen mitverzeugt worden sein. Der Nachweis von direkten Kausalitäten ist wohl kaum möglich.¹²¹ Auch heute schon klagten die staatlichen bzw. halbstaatlichen Bauherren unserer empirischen Untersuchung darüber, dass ihr Handeln zu stark ökonomischen Erwägungen unterworfen sei. Es werde immer die kostengünstigste Variante gewählt, war die häufigste Antwort auf unsere

¹¹⁹ Marx 2000, 1, zitiert nach <http://www.effizienter-staat.de/kongresse/index.html> (30.01.2001).

¹²⁰ <http://www.umweltservice.de/news/2001/469.html> (17.01.2003).

¹²¹ Zur generellen Problematik der Identifikationen der Ursachen von Schadensereignissen siehe ausführlich Kapitel 2.1.2 Betrachtung der Ursachen von Schadensfällen.

Frage nach Kriterien sicherheitsrelevanter Festlegungen. Auch wenn die Aussage, dass es praktisch keine Handlungsfreiheit gebe¹²², im Verlauf der Expertengespräche relativiert werden konnte, so blieb doch aus Sicht der Ingenieure zumeist ein Primat der Ökonomie. Die Berücksichtigung ökologischer und sozialer Rationalitätsaspekte dürfte unter einem privaten Management noch schwerer fallen, als dies bei den staatlichen Betreibern der Fall ist. Das staatliche Handeln ist zwar auch an ökonomischen Faktoren orientiert (Prinzip der Hauswirtschaftlichkeit), aber das Hauptziel staatlicher Infrastrukturanbieter liegt in der Bereitstellung einer Versorgungsleistung, wohingegen das Hauptziel privater Infrastrukturanbieter in der Kapitalvermehrung für die Shareholder/ Anteilseigner/ Besitzer liegen dürfte.

Gewinnmaximierung für ein Gut zu betreiben, auf das die Nachfrager erstens *nicht verzichten können* und für das es zweitens auf dem Markt *praktisch keine Alternativen* gibt, bedeutet letztlich ein erhebliches Machtungleichgewicht zu Lasten der Nachfrageseite (v.a. private Haushalte und Unternehmen). Gebühren machen sich in den Kommunen deutlich bemerkbar (z.B. über einen hohen Wohnnebenkostenanteil). Zudem können beispielsweise überdimensionierte Anlagen, da Überdimensionierung dem Prinzip der Gewinnmaximierung nicht unbedingt entgegenstehen muss, die Probleme verschärfen. Letztlich müssen die ortsansässigen Bürger und Unternehmen solche Fehlentscheidungen über Gebühren (und indirekt auch über Steuern, die dann für andere Zwecke nicht mehr eingesetzt werden können) finanziell tragen.

Die Verfügung über eigene Infrastrukturtechnik verleiht dem Staat auch Handlungskompetenzen. Eine zunehmende Privatisierung höhlt die wirtschaftspolitische Handlungsfähigkeit des Staates aus. Aktive Nachfragepolitik wäre letztendlich nur noch über die Beschaffung für das unmittelbare Verwaltungssystem, z.B. Ausgaben für Büroartikel, möglich. Wenn der Staat am Ende ausschließlich aus dem Verwaltungssystem besteht, weil Energieversorgung, Wasserversorgung und -entsorgung, Transportwege (Straße und Schiene), Telekommunikation und Post, Schulen und Hochschulen privatisiert sind, so kann er keine aktive Nachfragepolitik mehr verfolgen, weil ihm schlicht das ökonomische Potenzial dazu fehlt. Somit wäre zum Beispiel eine keynsianische antizyklische Steuerung des Wirtschaftsgeschehens (insbesondere zur Konjunkturbelebung in Rezessionsphasen) nicht mehr möglich. Gerade die Baubranche als ein Leitsektor der ökonomischen Entwicklung wurde bisher oft zur „Ankurbelung der Wirtschaft“ von staatlicher Seite einbezogen.

Zudem gibt es weitere sublimere Steuerungswirkungen einer staatlichen Infrastrukturbereitstellung, die durch fortschreitende Privatisierungen zunehmend verloren gehen: Der „Staat“ als Bauherr setzt auch professionelle Maßstäbe im Baubereich, die auch Sicherheitsfragen betreffen. Über einfache Übertragungsleistungen diffundieren diese Maßstäbe auch in rein privatrechtliche Bauverhältnisse.¹²³ Privatisierung muss dann durch neue rechtliche Regulierungen abgedeckt werden. Generell war bei allen bisher schon vollzogenen (Teil-)Privatisierungen empirisch das Entstehen einer Reihe von neuen Gesetzen zu verzeichnen. Privatisierung geht also nicht mit Deregulierung (hier: im Sinne eines Abbaus rechtlicher Normen), sondern gerade mit einem erweiterten Regulierungsbedarf einher.

¹²² siehe Kapitel 1.2.1.1 Selbstbeschreibungen von Ingenieuren zu „fehlenden“ Handlungsspielräumen.

¹²³ Zu beobachten ist dies z.B. am Teil A der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), der nur für öffentliche Bauherren verpflichtend ist (vgl. Werner/ Pastor 1997, XI).

1.1.2.3.3 Exkurs zur Bedrohung durch gezielt herbeigeführte Infrastrukturausfälle

Der Ausfall von Infrastrukturen kann beabsichtigt herbeigeführt werden. Aufgrund der starken Vernetztheit steigt in einigen Technikbereichen die Gefahr, dass durch gezielten Technik-Missbrauch (z.B. Sabotage, Erpressung, Terror) ein ganzes System zum Erliegen kommt. Dies ist – insbesondere für Techniken mit Merkmalen von qualitativ neuen Risiken¹²⁴ – vor dem Hintergrund der zunehmenden informationstechnischen Vernetzung zu sehen. Daher haben viele Staaten Analysekonzepte für bzw. Abwehrkonzepte, die unter der Bezeichnung „Kritische Infrastrukturen“¹²⁵ behandelt werden, gegen computerunterstützte Angriffe auf Infrastrukturleistungen entwickelt:¹²⁶ In den USA beispielsweise die President's Commission on Critical Infrastructure Protection (PCCIP) oder in der Bundesrepublik die vom Bundesinnenminister eingesetzte und beim Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik angesiedelte Arbeitsgruppe (KRITIS), die sich mit den „Informationstechnischen Bedrohungen für Kritische Infrastrukturen in Deutschland“¹²⁷ beschäftigt. Auch die Wissenschaft hat die Kritischen Infrastrukturen inzwischen entdeckt. So stellte die Deutsche Vereinigung für Politische Wissenschaft DVPW im Juni 2001 die Frühjahrstagung ihres Arbeitskreises Politik und Technik unter das Thema: „Die Kritizität technischer Infrastruktursysteme und die neue Rolle des Staates“. Damit sollte insbesondere die durch die zunehmende Privatisierung tendenziell abnehmende politisch-gesellschaftliche Kontrolle von Infrastrukturen, deren Bedrohungspotenzial aufgrund der neuen informationstechnischen Möglichkeiten zudem steige, problematisiert werden.

Der gezielte Missbrauch von Infrastrukturtechnik in allen Infrastrukturbereichen sollte stärker in das Blickfeld der Politik geraten. Bisherige Risikobetrachtungen einzelner Infrastrukturanlagen klammern ihn bisher explizit aus.¹²⁸

1.1.2.3.4 Infrastrukturen als Kollektivgut und der zivilgesellschaftliche Aspekt

Die Diskussionen über Privatisierung (und Deregulierung) im Allgemeinen (und damit auch über Infrastrukturtechniken im Speziellen) weisen auf die im Fluss befindliche Auseinandersetzung über das Verhältnis von Staat und Gesellschaft hin. Gleichzeitig wird in einem ganz anderen Theorie- und Diskussionszusammenhang, im Zivilgesellschaftsdiskurs, ein neues Verhältnis von Bürgern und Staat gefordert. Die Debatten um Privatisierung und Zivilgesellschaft sind unterschiedlicher theoretischer und anwendungsbezogener Herkunft, gemeinsam ist ihnen die Beschäftigung mit „Entstaatlichung“. Zivilgesellschaftliche Überlegungen auf den Infrastrukturbereich und die von Ingenieuren in ihrer Praxis zu erbringenden subjektiven Leistungen

¹²⁴ siehe hierzu Kapitel 3.2.1.2.2 Demokratiegefährdung durch bevorstehende Gesellschaftsumgestaltung.

¹²⁵ „Certain national infrastructures are so vital that their incapacity or destruction would have a debilitating impact on the defense or economic security of the United States. These critical infrastructures include telecommunications, electrical power systems, gas and oil storage and transportation, banking and finance, transportation, water supply systems, emergency services (including medical, police, fire, and rescue), and continuity of government.“ Pressemitteilung des Weißen Hauses vom 15.07.1996.

¹²⁶ Eine „Linkliste“, die direkt auf die ausgedehnten weltweiten Aktivitäten hinweist, findet sich unter: <http://www.bsi.bund.de/fachthem/kritis/links.htm> (07.01.2003).

¹²⁷ vgl. AG KRITIS 1999.

¹²⁸ vgl. Kapitel 2.2.1.1.1 Grenzen der Bestimmung möglicher Schadensereignisse.

anzuwenden, ist eher unüblich. Dies ist erstaunlich, denn „in keinem anderen Feld als dem der öffentlichen technischen Infrastrukturen findet sich eine engere Verschränkung von staatlicher, politisch-administrativer Macht, privatem Gewinnstreben und freiberuflich-selbstkontrollierter Beratungspraxis“¹²⁹. Infrastrukturen können sogar als für den Staat konstitutiv beschrieben werden, wie z.B. historische Analysen zeigen, die die Entwicklung vom modernen Territorialstaat entlang der Entwicklung flächendeckender Infrastrukturen modellieren,¹³⁰ aus denen auch die zukünftige Bedeutung von Infrastrukturen für das Zusammenwachsen eines supranationalen Gemeinwesens abgeleitet wird.¹³¹ „Eine infrastrukturell nicht erschlossene Fläche mag völkerrechtlich zum Staatsgebiet gehören (...). Bestandteil des Territoriums, auf dem sich soziales und politisches Zusammenleben vollzieht, kann sie nicht sein.“¹³² Daher kann die Analyse der Infrastruktur einen „Schlüssel zum Verständnis moderner Gesellschaften“¹³³ liefern. Da bei der Infrastruktur aufgrund der langen Lebenszeiten auch lange Prognosezeiten erforderlich sind, stellt sich für die konstruierenden Ingenieure die Notwendigkeit, die Bedürfnisse der künftigen Generationen mitzubedenken. Infrastrukturen binden Kapital längerfristig. Es sind Entscheidungen für die nachfolgenden Generationen¹³⁴ zu treffen, die für sich nicht nur wegen des hohen Kapitaleinsatzes, sondern auch wegen des Anschlusszwanges und wegen des Tragens möglicher negativer Sicherheitseffekte von Relevanz sind.

1.1.3 Zusammenfassende Überlegungen zur besonderen Verantwortung im Infrastrukturbau

Festzuhalten bleibt, dass die Infrastruktur für die staatliche Steuerung von enormer Bedeutung ist, nicht nur, in dem sie gesellschaftliche Aktivitäten ermöglicht, sondern auch, indem sie zur Konstitution eines handelnden Staates beiträgt. Infrastruktur gehört wegen des Versorgungsbedürfnisses der Bevölkerung in staatliche Hände. Eine Abwendung „von der Daseinsvorsorge zur Gewährleistungsverantwortung“¹³⁵ (auf der Grundlage einer Differenzierung zwischen der Gewährleistung der Aufgabenerfüllung und deren Produktion) kann sich m.E. aufgrund der zunehmenden Aushöhlung der staatlichen Handlungskompetenzen als schwerwiegender Fehler erweisen. Letztlich kann die staatliche Bereitstellung von Infrastruktur allein schon durch ihre sachlichen Merkmale begründet werden.¹³⁶

Wegen der so wichtigen, aber in der gesellschaftlichen und politischen Auseinandersetzung nur ungenügenden Wahrnehmung der Bedeutung von Infrastruktur für Gesellschaft, Wirtschaft und Staat ist es notwendig, die entsprechenden Akteure für Infrastrukturfragen zu sensibilisieren. Infrastrukturverantwortung ist dabei nicht nur von Ingenieuren, sondern auch von Politikern zu

¹²⁹ Ekardt 1996, 3.

¹³⁰ vgl. Hermes 1998, 323

¹³¹ vgl. Hermes 1998, 323.

¹³² Hermes 1998, 324; ähnlich Bell 1990 und Hughes 1989.

¹³³ Ekardt 1994c, 325.

¹³⁴ Der einbezogene Generationenzeitraum beträgt dabei vielleicht zwei bis vier Generationen von 30jährigem Ausmaß. Wenn in der Ökologiedebatte von den nachfolgenden Generationen gesprochen wird, so dürfen damit wesentlich mehr Generationen bzw. alle nachfolgenden Generationen gemeint sein.

¹³⁵ Hermes 1998, 326.

¹³⁶ vgl. Ekardt 1995, 149.

übernehmen, die wiederum auf die Beratung durch Ingenieure mit professionellem Weitblick angewiesen sind.

In der Würdigung aller Besonderheiten technischer Infrastrukturanlagen zeigt sich, dass sie eine besondere Herausforderung an die Ingenieurverantwortung darstellen. Die Hintergründe für das Vorliegen dieser besonderen Verantwortung wurden bisher in grundsätzlicher Weise beschrieben. Im Folgenden werden konkrete Verantwortungsfragen, die sich aufgrund notwendiger sicherheitsrelevanter Werturteile ergeben, die im Konstruktionsprozess zu treffen sind, detailliert nachgezeichnet.

1.2 Objektive Normativität in der Anlagengenese oder: Warum Technik konstruierende Ingenieure sachlogisch bedingt fortlaufend sicherheitsrelevante Werturteile fällen müssen

In der Anlagengenese, die beschrieben werden kann über das Konstituieren von Problemen, Generieren von Lösungen und Implementieren von Problemlösungen, müssen sachlogisch bedingt fortlaufend sicherheitsrelevante Werturteile gefällt werden. Nicht alles Normative ist sicherheitsrelevant, aber alles Sicherheitsrelevante ist normativ. Sicherheitsfragen sind als ein äußerst wichtiger Teilbereich der allgemeinen Wertproblematik – und im Sinne der Fragestellung dieser Arbeit – als ihr wichtigster Teilbereich aufzufassen.

1.2.1 Wahrnehmung von Handlungsspielräumen für Sicherheitsurteile

Eine soziologisch interessante Frage ist die Wahrnehmung von strukturellen Handlungsspielräumen. Dabei ist die Wahrnehmung in doppelter Weise zu verstehen. Zum einen als grundsätzliche bzw. auf ein Anlagenprojekt bezogene Einschätzungen der Handlungsspielräume und zum anderen als deren tatsächliche Beanspruchung.

Die Wahrnehmung von Handlungsspielräumen weist eine große Bedeutung für die Ingenieurpraxis auf, da ohne sie keine subjektiv beeinflussbaren sicherheitsrelevanten Werturteile möglich wären. Ebenso von Bedeutung ist die Wahrnehmung der Wertbehaftetheit der Ingenieurpraxis. Beiden Fragen wird im Folgenden nachgegangen.

1.2.1.1 Selbstbeschreibungen von Ingenieuren zu „fehlenden“ Handlungsspielräumen

In der empirischen Untersuchung war auf die allgemeine Frage danach, anhand welcher Kriterien in der täglichen Konstruktionspraxis Entscheidungen gefällt werden, oftmals eine bemerkenswerte Reaktion der Gesprächspartner festzustellen: Viele schwiegen erst einmal, als ob sich das Forscherteam allein durch die Frage disqualifiziert hätte. Daraufhin erfolgten meist längere Klagen darüber, dass es beim Bauen „doch nur um's Geld-Verdienen ginge“ und Festlegungen generell (und damit auch sicherheitsrelevante Festlegungen im Speziellen) ausschließlich aufgrund ökonomischer Überlegungen getroffen würden.¹³⁷

In der empirischen Untersuchung beschrieben sich viele Ingenieure als ein kleines Rädchen, das in einem großen Räderwerk nur zu funktionieren habe. Sie hätten keinen Handlungsspielraum. „Sachzwänge“, ökonomischer oder auch rechtlicher Art, bestimmen nach dieser Wahrnehmung das Ingenieurhandeln. Sie beschreiben sich als „Sklaven“ oder bloße „Erfüllungsgehilfen“ der „Kaufleute und Juristen“, deren Vorgaben sie umsetzen müssten. Derartige Äußerungen bereiteten in der empirischen Erhebung zunächst erhebliche Schwierigkeiten und forderten das Forscherteam zu Nachfragen heraus, denn aufgrund anderer eigener Erfahrungen und der Kenntnis der Literatur musste das Bild vom „mechanischen Funktionieren“ in starr vorgegebenen Strukturen stark überzeichnet sein, zudem von den Ingenieurpraktikern auf

¹³⁷ z.B. Int. 40, 52; Int. 68.

Nachfrage kaum konkrete Normen genannt werden konnten.¹³⁸ Differenziertere Aussagen zum Handlungsspielraum konnten durch konkretes Nachfragen angeregt werden: „Wenn alles so streng durch die Kaufleute und Juristen vorgegeben ist, so dass Sie gar keinen Handlungsspielraum mehr haben, so bräuchte man gar keine Ingenieure mehr. Ihre Arbeit könnte also ganz von Kaufleuten und Juristen übernommen werden?“ Es entwickelte sich zumeist eine Auseinandersetzung, in deren Verlauf die „verbliebenen“ oder doch gar nicht so kleinen Handlungsspielräume von Ingenieuren, insbesondere die konkreten Handlungsspielräume des Gesprächspartners, thematisiert wurden. Hierbei zeigte sich auch, dass das Bestreben, sich selbst einen möglichst großen Handlungsspielraum zu eröffnen, individuell – beziehungsweise differenziert nach Normanwendertypen¹³⁹ – unterschiedlich ist. Die Wahrnehmung eigener Handlungsspielräume kann letztlich auch als Indikator für die Fähigkeit und Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung herangezogen werden.

1.2.1.1.1 Exkurs zu gegenseitigen Einflusszuschreibungen von Ingenieuren und Juristen

In einem Teil der juristischen Literatur wird über die Wirkungsschwächen des Umwelt-/Technik-/Sicherheits-/Risikorechts geklagt. Die Ingenieurpraxis wird dabei teilweise als „rechtsresistent“ dargestellt. „Die Ingenieure machen doch was sie wollen,“ klagen einige Juristen resigniert. Sowohl auf die Genese technischer Normen (die dann der Konkretisierung rechtlicher Normen dienen, und zwar insbesondere solcher, die mit Generalklauseln arbeiten), als auch auf die konkrete Ausgestaltung von technischen Projekten habe das Recht (und somit auch die Gesellschaft) kaum einen Einfluss. Genau gegenteilig war die empirisch vorgefundene Klage von Ingenieuren, die sich allein durch rechtliche und ökonomische Zwänge in ihrem Handeln bestimmt beschrieben (siehe oben). Wie kommt es zu diesen diametralen Einschätzungen von Ingenieuren und Juristen? Rechtliche Normen haben einen Einfluss auf die Rahmenbedingungen von Technikprojekten, z.B. durch die Festlegung von einzuhaltenden Emissionswerten oder (wenn auch seltener) konkreter „Hardwareanforderungen“. Der Einfluss bleibt aber genereller Natur, ist deshalb jedoch nicht per se als gering zu werten. Der Einfluss rechtlicher Normen verändert sich im fortlaufenden Konstruktionsprozess. Keine verfahrenstechnische Anlage wird genauso gebaut, wie sie genehmigt wurde. Dies konnte auch in der empirischen Untersuchung nachgezeichnet werden. Bei den Veränderungen handelte es sich nicht, wie man annehmen könnte, um bloße Detaillierungen bzw. Konkretisierungen von genehmigten Plänen, sondern es wurden auch völlig neue verfahrenstechnische Konzepte entwickelt.¹⁴⁰ Der Einfluss der Ingenieure liegt in der Ausgestaltung der technischen Anlage auf den unteren Konkretisierungsebenen,¹⁴¹ also in der Ausgestaltung technischer Komponenten und Details. Hierbei werden viele Festlegungen ohne direkte Bezugnahme auf rechtliche Normen getroffen.

¹³⁸ Zu den Schwierigkeiten der empirischen Erfassbarkeit von Normen und Normwirkungen siehe Kapitel 1.1 Normen in der Ingenieurpraxis oder: Woran können sich die handelnden Akteure in ihrer notwendig sicherheitsrelevanten normativen Praxis der Anlagengenese orientieren – und woran orientieren sie sich tatsächlich?

¹³⁹ siehe Kapitel 1.3.4.1 Normanwendertypen in der Praxis.

¹⁴⁰ Bzw. es wurde argumentiert, dass das verfahrenstechnische System dasselbe geblieben sei. Nur die bauliche Anordnung und die Anordnung der Aggregate habe sich verschoben.

¹⁴¹ siehe Kapitel 1.2.3.1 Konkretisierungsebenen.

Bauen ist ein Konkretisierungsprozess. Juristen und Ingenieure haben auf den unterschiedlichen Konkretisierungsebenen jeweils einen unterschiedlichen Einfluss, jedoch wollen beide – Juristen wie Ingenieure – möglichst alle Konkretisierungsebenen unter ihre Ausgestaltungsmacht stellen. Schon allein, weil beide Professionen mit unterschiedlich vorrangigen Medien umgehen – die einen mit niedergeschriebenen Normen, die anderen mit technischen Objekten – sind ihre Ausgestaltungsvorschläge unterschiedlich. Möglicherweise fehlt auch ein grundsätzliches Verständnis über die Arbeit der jeweils anderen Profession. Die unterschiedliche Einschätzung über die Rolle des Rechts ist somit der Betrachtung unterschiedlicher Konkretisierungsebenen geschuldet. Juristen betrachten eher die konkrete Ausgestaltung der Technik, Ingenieure die Ebene der großen vorgesetzten Entscheidungen,¹⁴² bei denen konkrete Projekte und Technikentwicklungen rechtlich induziert werden. Der Einfluss der rechtlichen Normen ist auf der ersten Ebene entscheidend. „Es ist immerfort nur in die Kläranlagen investiert worden, geplant, geplant und noch mal geplant worden, wegen der Unsicherheit, weil ja innerhalb weniger Jahre immer mehr verschärft wurde, man konnte gar nicht soviel bauen, wie geändert wurde. Es ist sehr unglücklich gewesen, was Vater Staat sich da erlaubt hat. Es hat auch sehr viel Geld gekostet. Es sind einige Anlagen vor 10 Jahren ausgebaut worden, bei denen heute wieder anfangen wird. Das kann man einem Bürger kaum erklären. Frage: Würden Sie sagen, dass diese größere Welle des Kläranlagenbaus auch durch das Recht initiiert worden ist? Antwort: Nur.“¹⁴³ Ein weiteres Beispiel: „Die TA Luft hat uns gezwungen, hier an dem Standort was zu machen. Wenn die nicht gekommen wäre, wäre hier noch der Elektrofilter. Wenn die gesetzlichen Auflagen nicht gewesen wären, dann hätte keiner was für den Umweltschutz getan.“¹⁴⁴ Die Initialentscheidungen werden auf politischer/ rechtlicher Ebene gefällt. Die generative Antwort wird von Ingenieuren erbracht, die zudem desto mehr „alleine“ über Technik und damit über die Sicherheit bestimmen, je tiefere Konkretisierungsebenen erreicht werden. Beide Professionen beziehen sich offensichtlich, wenn sie sich in der angegebenen diametralen Weise äußern, auf andere technische Konkretisierungsebenen.

Durch die Konkretisierungsproblematik werden Verantwortungsfragen¹⁴⁵ aufgeworfen, beispielsweise, inwieweit Ingenieure auch für Entscheidungen auf der ersten Ebene verantwortlich sind, wenn sie faktisch an deren Umsetzung mitwirken.

1.2.1.2 Ingenieure zur vermeintlichen Wertfreiheit der Ingenieurpraxis

Sozialwissenschaftliche Erklärungsmuster bezüglich verschiedener Vorstellungen zur Technik, die alle in Verbindung mit der These der (vermeintlichen) Wertfreiheit von Technik stehen, werden im Folgenden dargestellt, weil sie als Hintergrund zur Analyse der empirischen Antworten herangezogen werden können¹⁴⁶: Erstens das Verständnis von Technik als Instrument,

¹⁴² Dabei setzen sie rechtliche Vorgaben oftmals mit politischen Vorgaben gleich bzw. differenzieren zwischen beiden Vorgabenarten nur ungenügend.

¹⁴³ Int. 54, 27-29.

¹⁴⁴ Int. 7, 7.

¹⁴⁵ siehe Kapitel 1.2.3.1 Konkretisierungsebenen und siehe Kapitel 1.4.3.3 Umweltmedienübergreifende ökologische Betrachtungen.

¹⁴⁶ Diese Darstellung ist in Unkenntnis der Beschreibung der „fünf ideologischen Vorstellungsgebilde“ der Ingenieurwissenschaften durch Ropohl 1998, 11ff. entstanden, zu der sie – wie die Verfasserin im Nachhinein überrascht feststellte – erstaunliche Parallelen aufweist.

mit dem gute wie schlechte Ziele verfolgt werden können (*Instrumententhese*), zweitens die Vorstellung von der Eigenlogik der Technik (*Determinismusthese*), drittens die Vorstellung von Technik als angewandte Naturwissenschaft (*Anwendungsthese*), viertens der Glaube daran, dass jede Technikentwicklung einen Fortschritt bedeute (*Fortschrittsthese*) und fünftens die Auffassung, dass die bestmögliche Gestaltung der Gesellschaft über die Orientierung an den technischen Möglichkeiten zu erreichen sei (*Technokratithese*).

Wenn es schon schwierig ist, Ingenieure auf ihre Handlungsspielräume anzusprechen, so ist es noch schwieriger, die Wertbehaftetheit ihres Handelns zu thematisieren. Generell sprechen Ingenieurpraktiker wie -wissenschaftler häufig implizit, teilweise auch explizit, von einer vermeintlichen „Wertfreiheit“ ihres Handelns. Die Wertfrage bildet den neuralgischen Punkt in der Risikodiskussion. Die empirisch vorgefundenen Selbstbeschreibungen von Ingenieuren werden bekräftigt durch die Analyse der ingenieurwissenschaftlichen Literatur. So wird beispielsweise in der konstruktionswissenschaftlichen Fachliteratur die Sachlichkeit der Technik betont, Wertfragen werden zwar nicht grundsätzlich abgewiesen, aber hintangestellt. Eine Ausnahme in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur bildet die VDI-Richtlinie 3780 zur Technikbewertung, in der Vorstellungen von der „Wertneutralität“ der Technik kritisiert werden¹⁴⁷ und die gerade die Wertfrage in das Zentrum ihrer Betrachtung stellt.

Instrumententhese. „Ein Messer kann dazu benutzt werden, ein Brot zu schneiden oder einen Menschen zu töten.“ Mit diesem, sinngemäß häufig zu findenden Satz, wird ausgedrückt, dass die Technik, symbolisiert durch das Messer, per se weder gut noch böse sei. Sie könne aber für gute und schlechte Ziele eingesetzt werden.¹⁴⁸ Der „Messer-Mythos“ ist die am meisten verbreitete Variante der Instrumententhese, deren Variationen vielfältig sind: So wiesen Ingenieure darauf hin, dass Entwickler von Mikrochips keinen Einfluss darauf hätten, ob diese für die Computertomographie oder für Waffenprojekte im Weltraum eingesetzt werden.¹⁴⁹ Die Argumentation mithilfe der Instrumententhese vernachlässigt die Betrachtung des Zwecks, der mit einer Technik erreicht werden soll. So gibt es – um im Beispielbereich zu bleiben – Techniken, deren einziges Ziel das Töten von Menschen ist. Es kann zumindest in einigen Bereichen sehr wohl unterschieden werden, ob zumindest die offensichtlichen Ziele unterstützenswert sind oder nicht. Das Instrumentenverständnis birgt die Gefahr, selber zum Instrument zu werden: „Zu häufig haben die Ingenieure in der Vergangenheit technische Probleme allein in technischen Dimensionen verstanden statt in dem weiteren human(istisch)en Zusammenhang der Kultur. Mit ihrem eigenen begrenzten Selbstverständnis haben sie selber Tür und Tor dafür geöffnet, zum Werkzeug anderer zu werden.“¹⁵⁰

Determinismusthese. Die Vorstellung, dass der technische Wandel einer selbständigen Eigen gesetzlichkeit, einer Eigenlogik folge, dass sich Technik zwangsläufig aus bestehender Technik entwickle, wird als „technologischer Determinismus“ (auch technischer Determinismus oder Technikdeterminismus) bezeichnet. Sie wird von der heutigen Techniksoziologie stark kritisiert. Die Kritik an der These vom technologischen Determinismus hat in der Soziologie eine

¹⁴⁷ vgl. VDI 1991, 15.

¹⁴⁸ Es zeige sich, „dass die Technik etwas ethisch Neutrales ist, das sich ebenso leicht in den Dienst des Bösen als in den des Guten stellen lässt.“ (Zeitschrift des VDI 1908, zitiert nach Lenk 1991, 327).

¹⁴⁹ vgl. Volmerg/ Senghaas-Knobloch 1992, 22.

¹⁵⁰ MacCormac 1993, 232.

längere Tradition. Schon in den 1930er Jahren wurde nachgezeichnet, dass die technische Entwicklung weder gradlinig verlaufe noch ein außersozialer Prozess sei.¹⁵¹ Es gebe keinen „cultural lag“, nach dem der technische Wandel dem gesellschaftlichen Wandel vorausgeht. In der *neueren* Techniksoziologie wurde spätestens durch die Arbeiten von Burkhard Lutz¹⁵² das Ende des Technikdeterminismus eingeleitet, der Technik als gesellschaftlich exogenen Faktor sozialen Wandels versteht:¹⁵³ Technik als sozialen Prozess zu begreifen, hat sich in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung durchgesetzt. Es wird von der grundsätzlichen Beeinflussbarkeit von Technik ausgegangen. Nur über die Wege der Beeinflussung und die generell mögliche Reichweite des Einflusses herrscht Dissens. In der sozialwissenschaftlichen Technikforschung wird die technische Entwicklung als gesellschaftlicher Prozess verstanden, „in dem natürliche und technische Gegebenheiten, wissenschaftliche Erkenntnisse, technische Erfindungen, menschliche Bedürfnisse, konkurrierende wirtschaftliche Interessen, politische Interventionen und soziokulturelle Orientierungsmuster auf eine bislang kontrovers diskutierte Weise zusammenwirken.“¹⁵⁴ Ökonomische und politische Interessen, kulturelle Faktoren und auch professionelle Leitbilder beeinflussen die Technikentwicklung. Entsprechend sind die Fragestellungen der neueren techniksoziologischen Forschung: „Sie erkundet die ökonomischen Konstellationen und die politischen Konfliktarenen, sie forscht nach den sozialen Konfigurationen und den kulturellen Konzepten, die den Gang und die Gestalt technischer Entwicklungen orientieren und prägen. Im Schnittfeld von Wissenschafts- und Industriesozioologie tauchten die Fragen nach dem sozialen Ort der Erzeugung, den dort vorherrschenden Orientierungen und nach der kognitiven und institutionellen Ausdifferenzierung technischen Handelns auf.“¹⁵⁵ Der weitgehende Konsens der Techniksoziologie über soziale Bedingtheit von Technik wird in der Ingenieurpraxis und Ingenieurwissenschaft nicht unbedingt geteilt. Ropohl meint Zeichen dafür zu sehen, dass der technische Determinismus „in bestimmten nationalen Kulturen (USA, Japan) und professionellen Milieus (Ingenieurpraxis, Industriemanagement) immer noch dominiert.“¹⁵⁶ Es bleibt darüber hinaus festzuhalten, dass auch innerhalb der Techniksoziologie der Vorwurf des Zurückgreifens auf technikdeterministisches Gedankengut immer wieder erhoben wird: „Nur wenn man voraussetzt, dass sich Techniken linear und aus einer inneren Logik heraus entwickeln, lassen sich technische Fortschritte voraussagen. Um dann noch die erwarteten Technikfolgen abschätzen zu können, muss unterstellt werden, dass die Folgen in einem fest fixierten, möglichst kausalen Verhältnis zur Technik stehen. Die Technikfolgenabschätzung wird also offen oder heimlich von einem technologischen Determinismus bestimmt.“¹⁵⁷ Auch kann Beispiele für eine vermeintliche Eigendynamik entwickeln, wenn man beispielsweise die Entwicklung der Umwelt-Technik als Reaktion auf die zuvor durch Technik geschaffenen Zustände versteht. So versucht man, mit Technik eine bestehende Technik ständig zu verbessern, weshalb man vielleicht auf die Idee kommen könnte, sie steuere sich selbst. Technikdeterministische Vorstellungen führen letztlich zu einer Leugnung der gesellschaftlichen Steuerbarkeit der Technik.

¹⁵¹ Rammert 1994a, 84 mit Verweis auf Gilfillan.

¹⁵² vgl. Zeilhofer 1995, 7.

¹⁵³ vgl. Lutz 1987, 14.

¹⁵⁴ Brockhaus 1993, 673.

¹⁵⁵ Rammert 1994a, 80 mit Verweis auf Halfmann; Hack/ Hack; Krohn/ Rammert.

¹⁵⁶ Ropohl, zitiert nach Vogelsang 1998, 100.

¹⁵⁷ Rammert 1994a, 83.

Anwendungsthese. „Nach einer landläufigen Auffassung erforscht die Wissenschaft die Gesetze der Natur, und die Technik wendet sie an. Wenn dieser Satz eine Wahrheit enthält, so doch eine sehr oberflächliche.“¹⁵⁸ Die Anwendungsthese beschreibt die Vorstellung, Technik könne als angewandte Naturwissenschaft verstanden werden. Es gilt jedoch keineswegs die Gleichung Theorie/ Praxis = Naturwissenschaft/ Ingenieurwesen. Technik als Anwendung der Naturgesetze zu verstehen, verkennt ihre soziale Dimension.¹⁵⁹ „Die Konstruktion einer Maschine beruht zwar auf Naturgesetzen, d.h. sie kann sich darüber nicht hinwegsetzen; die Konstruktionsprinzipien können aber auf der Ebene der Naturwissenschaften nicht erklärt werden. Technik sollte daher nicht als bloße Anwendung von Naturwissenschaft gedacht werden.“¹⁶⁰ Die Anwendungsthese, die schon vielfach und überzeugend widerlegt wurde,¹⁶¹ ist auch aufgrund der Notwendigkeit zur Kontextualisierung zurückzuweisen. Wenn wissenschaftliches Wissen durch Dekontextualisierung entsteht, so handelt es sich bei dem Entstehungsprozess von Technik um eine Leistung der Kontextualisierung – beziehungsweise, aus der Perspektive wissenschaftlichen Wissens betrachtet, um eine Re-kontextualisierung.¹⁶² Diese Prozesse finden jedoch in einem konkreten sozialen und ökonomischen Zusammenhang mit einem großen Veränderungspotenzial statt, was sich beispielsweise daran zeigt, dass es eher die Regel als die Ausnahme ist, dass technische Innovationsprozesse völlig anders verlaufen, als es sich ihre Urheber gedacht hatten.

Fortschrittsthese. Nach der Fortschrittsthese wird jede Technikentwicklung als ein Fortschritt aufgefasst. Durch das verstärkte Auftreten unerwünschter Nebenfolgen technischer Entwicklung bzw. deren verstärkte Wahrnehmung¹⁶³ wurde die eindeutig positive Wertung obsolet: Früher „bedeutete Fortschritt in der Technik zugleich ein Fortschreiten in Richtung auf immer mehr Wohlstand für die Menschheit. Diese Vorstellung hatte eine letzte Blütezeit nach dem Zweiten Weltkrieg, als die großen Konsummärkte entstanden, die tatsächlich einen deutlichen Wohlstandzuwachs für große Teile der Bevölkerung bedeuteten. Spätestens mit der Erkenntnis der Begrenztheit der natürlichen Ressourcen, mit dem Bericht an den Club of Rome, schwand dieser ungebrochene Optimismus, wurden negative Folgen der Technikentwicklung augenfällig.“¹⁶⁴ Der positiv besetzte Begriff „technischer Fortschritt“ bzw. „technologischer Fortschritt“ wird daher zunehmend durch neutralere Begriffe wie „technische Entwicklung“ und „technischer Wandel“ bzw. „technologischer Wandel“ ersetzt.¹⁶⁵ Generell wird sowohl mit der alten, positiv wertenden Bezeichnung „technischer Fortschritt“ als auch mit den neuen, neutralen Bezeichnungen „technischer Wandel“ die Schaffung neuer technischer Produkte und Prozesse beschrieben, wobei vor allem größere phylogenetische Technikentwicklungslien betrachtet werden. Im Folgenden wird die Beziehung zwischen technischem und sozialem Wandel beleuchtet.

¹⁵⁸ Böhme 1984, 11.

¹⁵⁹ vgl. Böhme 1984, 12.

¹⁶⁰ Glock 1997, 51.

¹⁶¹ vgl. Mauersberger 1997, 46.

¹⁶² zur Verwissenschaftlichung in zwei Richtungen vgl. Rust 1999, 283f.

¹⁶³ siehe hierzu Kapitel 3.1.1.1 Sozialwissenschaftliche Risikoforschung.

¹⁶⁴ Vogelsang 1998, 107.

¹⁶⁵ vgl. Zeilhofer 1995, 34.

Technokratiethese. Technokratie beschreibt „die Annahme von der wachsenden Bedeutung der wissenschaftlich und fachlich ausgebildeten Experten in den industriell entwickelten Gesellschaften, ihr Einrücken in Lenkungs- und Steuerungspositionen. Dabei wird selten erwartet, dass die Experten die Herrschaft selbst übernehmen, sondern dass sie sich im Auftragsverhältnis zu den Herrschenden aufgrund ihrer fachlichen Unentbehrlichkeit Einfluss verschaffen können.“¹⁶⁶ Neben der Bezeichnung „Technokratie“ sind auch die Bezeichnungen „Expertokratie“ oder „Expertenherrschaft“ gebräuchlich. Die Technokratiethese wurde von Schelsky auf der Grundlage von Gehlen entwickelt: Ab einem bestimmten historischen Punkt erzeuge das Werkzeug Technik eine Eigendynamik, die dazu führe, „dass der Mensch in einem Geist von *Sachzwängen* nichts Vernünftigeres mehr tun könne, als (...) die technisch beste Problemlösung zu suchen; gesellschaftlich und politisch gedacht: einen *technokratischen Staat* zu etablieren, der diese Sachwaltung *möglichst effizient* übernehme. Allerdings, so die (...) provokante Folgerung, impliziere dies *einen Abschied vom demokratischen Staat* und die Akzeptanz von Technokratie als das rationellste politische System.“¹⁶⁷ Es gibt eine Reihe von Autoren, die in einer technokratischen Herrschaftsform die Zukunft moderner Gesellschaften sehen.¹⁶⁸ Technokratische Entscheidungen zeichnen sich dadurch aus, dass die wissenschaftlich geplanten „Rationalisierungen“ ohne vorherige Diskussion der grundlegenden gesellschaftlichen Bedürfnisse getroffen werden.¹⁶⁹ Man kann technokratische bzw. expertokratische Vorstellung unterteilen in solche, die eine faktische oder sich abzeichnende Führungsposition der Technik beschreiben und solche, die eine solche Führungsposition fordern. Normalerweise wird das Wort „Technokrat“ abwertend benutzt. Es gab jedoch auch eine Bewegung, in der sich Ingenieure selbst und in einem positiven Verständnis des Wortes als Technokraten bezeichneten.¹⁷⁰

Auf der Grundlage der obigen Überlegungen sind die Möglichkeiten und Grenzen der gesellschaftlichen Techniksteuerung zu diskutieren. Die grundsätzliche Gestaltbarkeit des technischen Wandels ist zwar aus den dargelegten Gründen umstritten, die *Gestaltungsbedürftigkeit* des technischen Wandels wird – obwohl dies zum Teil inkonsequent ist – jedoch kaum bestritten. „Trotz vielfach geäußerter Skepsis im Hinblick auf die Steuerungsfähigkeit des Staates bzw. die Steuerbarkeit der hochkomplexen westlichen Gegenwartsgesellschaften wird in der wissenschaftlichen Diskussion die Steuerungsbedürftigkeit, d.h. die Frage der Notwendigkeit von staatlicher Steuerung, kaum in Frage gestellt.“¹⁷¹ Dahinter steht ein dennoch-Motto: „Wir glauben zwar nicht, dass wir etwas bewegen können, aber wir versuchen es zumindest und vielleicht haben wir ja Glück und erreichen entgegen unserer Erwartung doch eine Veränderung.“

Mit den Möglichkeiten einer gesellschaftlichen und individuellen Technik-/ Risikosteuerung beschäftigt sich ausführlich das dritte Kapitel. Die hier aufgeführten fünf Thesen können als Erklärungshintergrund für empirische Aussagen zur Konstruktionspraxis und zum Konstruieren herangezogen werden, welches im Folgenden zunächst allgemein beschrieben wird.

¹⁶⁶ Wienold/ Fuchs-Heinritz 1995, 672.

¹⁶⁷ Tschiedel 1995, 300 – Hervorhebungen im Original.

¹⁶⁸ vgl. Wienold/ Fuchs-Heinritz 1995, 672.

¹⁶⁹ vgl. Wienold/ Fuchs-Heinritz 1995, 672.

¹⁷⁰ vgl. Layton, 1986.

¹⁷¹ Martinsen 1995, 15.

1.2.2 Annäherungen an einen allgemeinen Begriff des Konstruierens

Um den Wertaspekt in der Konstruktionspraxis zu untersuchen, ist es zunächst notwendig, eine allgemeine Vorstellung vom Konstruieren zu entwickeln. Die Begriffe „Konstruieren“, „Konstruktion“, „Konstrukt“, „konstruktiv“ gehen auf das lateinische *construere* zurück. Etymologisch gesehen, beschreibt dies das „Aufschichten, sture Anordnen“¹⁷² das Aufeinanderschichten und Zusammenfügen von vorliegenden und hervorgebrachten Stücken zu einem Gebilde, das einen Sinn macht.¹⁷³ „Der Kerngedanke ist vom Lateinischen bis zum modernen Englisch der des Bauens oder Zusammensetzens.“¹⁷⁴ Eine ausführliche Beschäftigung mit der lateinischen Herkunftsbedeutung und dem Bedeutungswandel des Wortes findet sich bei Holz.¹⁷⁵ Abgesehen von der „materiell schaffenden“ Bedeutung sollen hier noch kurz die weiteren Bedeutungen erläutert werden.

Für das hier zunächst interessierende technische Konstruieren gibt es zahlreiche ähnliche Begriffe, wie Projektieren, Entwickeln, Entwerfen, Antizipieren, Gestalten, Erfinden.¹⁷⁶ „In der Literatur wird Konstruieren mit Tätigkeiten und Begriffen wie Probleme lösen, Entscheidungen treffen, Wissenschaft anwenden, Kreativität und Vorstellungsvermögen, heuristische Suche, lernen, Muster auswählen und anpassen, Menschen behandeln, Verhandeln zwecks Erziehung befriedigender Lösungen, Daten sammeln und verarbeiten, zeichnen und berechnen, Bedürfnisse befriedigen u.v.a.m. in Zusammenhang gebracht.“¹⁷⁷ Darüber hinaus existieren für das Konstruieren eine Vielzahl von Definitionen. Eine Zusammenstellung von Definitionen findet sich bei Hubka und Eder.¹⁷⁸ Es folgen vier definitorisch beschreibende Annäherungen an das Konstruieren von Technik.

Konstruieren als gedanklicher und sozialer Prozess. Konstruieren kann als ein gedanklicher und sozialer Prozess begriffen werden.¹⁷⁹ Mit der Betonung des Prozesscharakters wird einer Kritik genüge getan, die bemängelt, dass v.a. ingenieurwissenschaftliche Auseinandersetzungen mit dem Konstruieren die technischen Objekte in den Vordergrund stellen würden, nicht jedoch die Ingenieurpraxis, die über bestimmte Abläufe bzw. Prozesse die technischen Objekte erzeugt.¹⁸⁰ Konstruieren kann als *gedanklicher* Prozess¹⁸¹ und als *sozialer* Prozess verstanden werden. Gedanklich ist er, weil in einem ersten Schritt individuelle Akteure sich gedanklich mit der zu lösenden technischen Problemstellung beschäftigen. Sozial ist er nicht nur, weil verschiedene Akteure miteinander agieren, sondern auch, weil die Ergebnisse der Konstruktionsarbeit gesellschaftliche Bezüge aufweisen.

¹⁷² vgl. Stowasser 1998.

¹⁷³ vgl. Glock 1997, 10.

¹⁷⁴ Hacking 1999, 82.

¹⁷⁵ vgl. Holz 2000, 81f.

¹⁷⁶ vgl. Banse 2000, 19.

¹⁷⁷ Glock 1997, 9.

¹⁷⁸ vgl. Hubka/ Eder, zitiert nach Glock 1997, 9.

¹⁷⁹ Banse, zitiert nach Holz 2000, 93 in Bezug auf das engineering design.

¹⁸⁰ vgl. Glock 1997, 13.

¹⁸¹ So der Buchtitel von Rutz 1985; vgl. auch Banse 2000, 19f.

Konstruieren als kreativer¹⁸² Akt, eingebettet in Routinen. Konstruieren wird als kreativer Akt verstanden. Es stellt sich die Frage, ob technisches Konstruieren kreativer ist als andere Handlungen. Eine mögliche Sichtweise ist es, das Konstruieren als Prozess zu sehen, der „nicht grundsätzlich davon verschieden (ist), einem Kranken Medikamente zu verschreiben oder eine Wohlfahrtspolitik für einen Staat zu entwerfen. Entwerfen ist, so verstanden, ein Kern beruflicher Tätigkeit.“¹⁸³ Der Unterschied zu anderen beruflichen (oder sonstigen) Tätigkeiten besteht darin, dass andere Tätigkeiten auch schöpferisch-hervorbringend sein *können*, nur dass die Ingenieurpraxis es sein *muss* und trotzdem von einer großen Anzahl von Routinen durchzogen ist.¹⁸⁴

Konstruieren als mehr oder weniger antizipierendes Modellhandeln. Beim Konstruieren werden technische Systeme antizipiert, d.h. gedanklich vorweggenommen.¹⁸⁵ Konstruieren kann als Modellhandeln¹⁸⁶ oder Probehandeln aufgefasst werden: „Entwerfen und Konstruieren sind nun ebenfalls Modulationen. Konstrukteure arbeiten nicht mit den wirklichen Materialien. Wenn sie konstruieren und, z.B. Metallformen etc. zeichnen, formen sie natürlich nicht wirklich Metall. Architekten bewegen keine Erdmassen, Ziegel usw. eine gezeichnete Wand ist keine wirkliche Wand, eine gezeichnete Maschine ist keine wirkliche Maschine usf.“¹⁸⁷ Nach dieser Aussage wird die Implementation von Technik nicht als Bestandteil des Konstruierens aufgefasst. Genau gegenteilig weisen andere Ansätze einen sehr weiten Verständnis des Konstruktionsbegriff auf. Konstruieren im Sinne des Konzeptes der Nachhaltigkeit beispielsweise umfasst nach Ansicht eines Autors nicht nur „jene komplexe Ingenierätigkeit, deren Ziel die Antizipation von Systemen mit Strukturen ist, d.h. übertragen auf Gebäude, diese zu entwerfen und zu konstruieren, den Bau umfassend zu koordinieren und zu leiten“, sondern auch die „Instandhaltung, -setzung, Modernisierung und insbesondere der Bewirtschaftung nach Managementtechniken.“¹⁸⁸ Es sind somit in der Literatur recht enge und recht weite Ansichten darüber zu finden, auf welche Entstehungs- und Lebensphasen des technischen Objektes sich die Antizipation beim Konstruieren erstreckt.

Konstruieren als Ganzheiten schaffen und zerlegen. Konstruieren kann als das Schaffen neuer Ganzheiten durch das Zerlegen von Ganzheiten angesehen werden: „Erfinderische und entwerfende Denkbemühungen“ sind „mit dem Zerlegen eines ‚Ganzen‘ in seine Elemente („Analyse“) und der Neukombination dieser ‚Elemente‘ zu einem ‚Ganzen‘ („Synthese“) verbunden.“¹⁸⁹ Solche Definitionen weisen Parallelen zu gestalttheoretischen Annahmen auf, die das Entstehen des Ganzen (der Gestalt) aus Syntheseprozessen, denen Analyseprozesse voraus gingen, erklären. So unterteilt etwa Hans Peter Dreitzel (der nicht nur Soziologe, sondern auch Gestalttherapeut ist und interdisziplinäre Ansätze zur Erklärung von Umweltzerstörung ent-

¹⁸² In der Literatur wird zumeist von Kreativität und Schöpfertum gesprochen, man könnte auch den umfassenderen Begriff der Generativität verwenden.

¹⁸³ Glock 1997, 9.

¹⁸⁴ vgl. hierzu ausführlich Kapitel 1.1.2.1 Vergleich des Bauens mit Produktionsprozessen der stationären Industrie.

¹⁸⁵ vgl. Banse, Friedrich 2000, 13.

¹⁸⁶ Glock 1997, 63 unter Bezugnahme auf Dörner.

¹⁸⁷ Glock 1997, 63.

¹⁸⁸ Pfeiffer 2000, 272.

¹⁸⁹ Banse 2000, 41.

wickelt hat¹⁹⁰), in Anlehnung an Goffman, Perls und Hefferline, den Kontaktprozess in die Stadien Vorkontakt, Aggression/ Umgestaltung, Integration und Nachkontakt/ Assimilation. Freilich in einem ganz anderem inhaltlichen, nämlich personenbezogenen, Zusammenhang wird das Entstehen des Neuen so erklärt: „Eine Gestalt wird verändert, in ihre Bestandteile aufgelöst und zu einer neuen Gestalt zusammengefügt“¹⁹¹ wobei auf die nichtbrauchbaren Bestandteile verzichtet wird. Weitere Parallelen bestehen zu systemtheoretischen Ansätzen¹⁹², die von einem Wechselspiel der Erzeugung und Reduktion von Komplexität ausgehen. Einem solchen Konstruktionsverständnis entspricht der Grundgedanke der Maschinenelementelehre, einen Grundstock an sehr detaillierten Basislösungen bereitzustellen, aus denen dann in der Konstruktionspraxis alle Lösungen wie aus einem Werkzeugkasten zusammengesetzt werden können. Im Bereich des baulichen Konstruierens spiegelt das mittlerweile in der dritten Herausgeber-Generation (Ernst, Peter und Cornelius Neufert) erscheinende Buch zur Bauentwurfslehre,¹⁹³ welches allerdings eher von Architekten denn von Bauingenieuren¹⁹⁴ herangezogen wird, eine ähnliche Überlegung wieder.

Die aufgeführten vier definitorischen Annäherungen an das Konstruieren können einander ergänzen, sie schließen sich nicht gegenseitig aus. Vorläufig ist weiterhin festzuhalten, dass in keiner dieser vier Annäherungen die Sicherheit im Entstehungsprozess von Technik ausdrücklich thematisiert wird, allerdings andere Aspekte (z.B. Recht, Ökonomie) ebenfalls nicht. Konstruieren wird auch nicht allgemein über normative Elemente beschrieben und somit nicht mit Werhaftigkeit und Werturteilen in Zusammenhang gebracht. Die referierten definitorischen Annäherungen sind für sich genommen hilfreich, sie bedürfen jedoch der Ergänzung, welche durch die Betrachtung der drei Felder des Konstruierens, mit ihren allgemeinen Wertbezügen und darin eingeschlossenen speziellen Sicherheitsbezügen, erreicht werden kann.

1.2.3 Gegenstände und Gegenständlichkeit des Konstruierens

Im Folgenden werden die Gegenstände und die Gegenständlichkeit des Konstruierens in den Mittelpunkt gerückt. Dabei wird zunächst darauf eingegangen, dass es sich beim Konstruktionsprozess um einen Konkretisierungsprozess mit unterscheidbaren Konkretisierungsebenen handelt. Außerdem werden sachlogische Grundtatbestände des Konstruierens beschrieben.

1.2.3.1 Konkretisierungsebenen

Auf die Besonderheiten von Infrastrukturtechnologien wurde oben eingegangen. Wenn eine konkrete Infrastrukturanlage gebaut werden soll, dann werfen sich Fragen unterschiedlicher Detaillierung bzw. Konkretisierung auf. Die Anzahl der Fragen, die im Folgenden beispielhaft verdeutlicht werden, steigt mit dem zunehmenden Konkretisierungsgrad:

¹⁹⁰ vgl. Dreitzel 1992; Dreitzel/ Stenger 1990.

¹⁹¹ Dreitzel 1992, 67.

¹⁹² vgl. <http://www.ib.hu-berlin.de/~wumsta/infopub/textbook/definitions/df2.html> (21.07.2003).

¹⁹³ vgl. Neufert 2002. „Der Neufert“, der 1936 das erste mal erschien, ist mittlerweile auch online verfügbar. <http://www.neufert.de/> (19.12.2002).

¹⁹⁴ Für Bauingenieure einschlägiger ist ein anderes Standardwerk: Frick/ Knöll: Baukonstruktionslehre, das erstmals 1909 erschien.

- Ebene 1: Entscheidung über das Technikprojekt
Soll überhaupt eine Kläranlage gebaut werden?
- Ebene 2: Betrachtung des generellen Techniksystems
Soll die Kaskadentechnik oder die Membranfiltration eingesetzt werden?
- Ebene 3: Betrachtung technischer Komponenten/ Teilsysteme
Wie soll die Zulaufgruppe aufgebaut sein?
- Ebene 4: Betrachtung technischer Details
Welche Siebgröße soll der Rechen haben?

Tabelle 3: Konkretisierungsebenen technischer Anlagenprojekte.

Auf allen Ebenen spielen subjektive Leistungen beim Konstituieren, Generieren und Implementieren eine Rolle, wie im Folgenden dargelegt und mit Beispielen aus der empirischen Untersuchung illustriert wird: Auf der ersten Ebene wird festgelegt, ob ein Projekt angestrebt wird oder nicht. In der empirischen Untersuchung gab es beispielsweise bei fünf der sieben Anlagen der Fallstudien eine Anregung durch das Recht. Da es sich in der empirischen Untersuchung um Infrastrukturbauten (quasi) öffentlicher Bauherren¹⁹⁵ handelt, die eine Versorgungsleistung im Sinne der gesellschaftlich-öffentlichen Daseinsvorsorge zu erbringen haben, ist dies wenig verwunderlich. Industrielle Anlagenbauprojekte privater Investoren sind hingegen in erster Linie aufgrund von Markteinschätzungen veranlasst. Auf der ersten Ebene wird die Frage nach dem übergeordneten Sinn des angestrebten Bauprojektes gestellt und beantwortet. Auf der zweiten Ebene werden grundlegende Festlegungen für ein Bauprojekt getroffen. Hier geht es um das generelle „Wie“. In allen unseren Bauprojekten wurden System-Alternativen zum Verfahren entwickelt. Es fanden sich jedoch auch Hinweise dafür, dass diese Alternativen erst im Nachhinein und zur Erfüllung formaler Forderungen erzeugt wurden.¹⁹⁶ Dies zeigt, dass zwischen sachlogischen Problemen und empirischen Bedingungen zu unterscheiden ist. Festzuhalten bleibt, dass bei allen der sieben untersuchten Bauprojekte eine umfassende Auseinandersetzung mit System-Alternativen (also auf der zweiten Ebene), teilweise sogar „öffentlicht“ in Form von Fachaufsätzen, stattfand. Diese Beobachtung ist auch deshalb von Bedeutung, da der Einfluss auf die Sicherheit in der Regel größer ist, je grundlegender die Festlegungen sind. Auf der dritten Ebene werden Festlegungen getroffen, die übergreifenden Charakter haben und doch räumlich begrenzt sind, z.B. die Ausgestaltung von Komponenten und ihre Verwendung. Auf der vierten Ebene werden Festlegungen in konkreten, kleinteiligen technischen Fragen getroffen. Auf dieser Ebene ist der direkte Einfluss von rechtlichen Normen kaum spürbar.¹⁹⁷ Der generelle zeitliche Ablauf von der ersten zur vierten Konkretisierungsebene ist jedoch in-

¹⁹⁵ Im Bereich der Infrastrukturbauten gibt es zunehmende Privatisierungsentwicklungen, wobei zur Zeit z.B. im Bereich der Abwasserentsorgung und Abfallentsorgung (z.B. Söhndel/ Faulstich 1997) recht unterschiedliche Privatisierungsformen diskutiert und umgesetzt werden.

¹⁹⁶ Fallstudien: konventionelle Brücke, konventionelle Abwasserbehandlungsanlage, z.T. auch Fallstudie innovative Abwasserbehandlungsanlage.

¹⁹⁷ Anhand der Konkretisierungsebenen lässt sich auch erklären, warum Ingenieure sich oft als reine „Exekutierer“ von sachlichen, ökonomischen und rechtlichen Vorgaben, also ohne wertbezogene, sicherheitsrelevante Handlungsspielräume, sehen; siehe dazu ausführlich Kapitel 1.2.1.1 Selbstbeschreibungen von Ingenieuren zu „fehlenden“ Handlungsspielräumen.

sofern „gebrochen“, da hinsichtlich unterschiedlicher dekomponierter Teilbereiche des zu konstruierenden Systems zeitlich paralleles Arbeiten auf unterschiedlichen Konkretisierungsebenen stattfinden kann.¹⁹⁸ Die Unterscheidung der hier aufgezeigten Konkretisierungsebenen ist in gewisser Weise willkürlich, da beispielsweise auch eine Unterteilung in fünf oder sechs Ebenen vorstellbar wäre. So wird bei Pahl/ Beitz beispielsweise unterschieden zwischen System, Anlage, Apparat, Maschine, Gerät, Baugruppe und Einzelteil (Maschinenelement).¹⁹⁹ Oder man könnte auch folgende fünf Ebenen differenzieren: Das Infrastrukturelle System, an das die Anlage angeschlossen ist, die Anlage als System, Systemkomponenten, Systemaggregate (unterhalb von Systemkomponenten) und einzelne technische Gegenstände. *Dass* es unterschiedliche Konkretisierungsebenen gibt und ihre Unterscheidung sinnvoll ist, steht jedoch außer Frage.

1.2.3.2 Sachlogische Grundtatbestände des Konstruierens

Es muss zwischen dem Bauprojekt (dem rechtlichen, ökonomischen, sozialen Zusammenspiel von kollektiven Akteuren) und dem Bauobjekt, das den gemeinsamen Bezugspunkt für alle Baubeteiligten darstellt, unterschieden werden. Unabhängig von Motiven, Idealen, Bedürfnissen und Interessen bestehen sachlogische Strukturen und sich daraus ergebende Erfordernisse²⁰⁰ des Entwerfens. Ingenieure im Infrastrukturbau haben sachlich bedingten Notwendigkeiten des Konstruierens zu genügen, dazu gehören neben der physischen Natur des Konstruktionsgegenstandes auch das Erfordernis der Dekomposition, die Beachtung der Konstruktionsphasen und ihrer zirkularen Verknüpfung.

*Dekomposition*²⁰¹. Keine Infrastrukturanlage kann als Ganzes in einem Stück entworfen werden. Die Dekomposition des Gesamtbauwerkes ist ein notwendiger Schritt beim Entwerfen. Die in Arbeitsteilung entworfenen Teile müssen wieder zusammengeführt werden. Beim Zusammenführen tritt die Schnittstellenproblematik besonders hervor, die hoch sicherheitsrelevant werden kann. Die zerlegten, isoliert bearbeiteten Teilaufgaben sind interdependent. Jeder Ingenieur, der eine Teilaufgabe bearbeitet, muss die Ergebnisse der Bearbeitung, der mit seiner Teilaufgabe verbundenen anderen Teilaufgaben, antizipieren. Insbesondere wenn Teilaufgaben aufeinander aufbauen, kann es zu Unverträglichkeiten kommen. Die Dekomposition bezieht sich nicht nur auf das Objekt, sondern (bei verfahrenstechnischen Anlagen) auch auf Prozesse.²⁰²

Phasenstruktur. Beim Entwerfen müssen das Produkt und der Herstellungsprozess gleichermaßen vorweggenommen werden. So sind beim Entwerfen des Tragwerkes einer Brücke auch die Bauzustände zu berechnen, in denen zum Teil vollkommen andere Einwirkungen auftreten als bei der fertiggestellten Brücke. (Dies ist auch eine wichtige Erklärung für die im Verhältnis zur Gesamtzahl aller Fälle des Brückenversagens, große Zahl von im Bauzustand versagender

¹⁹⁸ vgl. Eder 2000, 218.

¹⁹⁹ vgl. Pahl/ Beitz 1997, 36.

²⁰⁰ Ekardt/ Löffler 1989.

²⁰¹ vgl. Ekardt 1978, 117ff.

²⁰² vgl. Pahl/ Beitz 1997, 189.

Brücken.²⁰³) Auch in zeitlicher Hinsicht ist eine Unterscheidung zwischen Bauobjekt und Bau-
projekt sinnvoll.

Eine Gemeinsamkeit der unterschiedlichen Modelle zur Beschreibung des Konstruierens ist seine Darstellung als Phasenablauf. Auf diesem Allgemeinheitsgrad enden die Gemeinsamkeiten gleich wieder, denn die Anzahl der Phasen, ihre Bezeichnungen und mögliche Rückkopplungen zu jeweils früheren Phasen, die in fast allen Modellen vorgesehen sind, unterscheiden sich stark. Man könnte meinen, dass es so viele unterschiedliche Phasenmodelle wie Autoren gibt. Ein allgemein anerkannter Phasenablauf, weil für die Vergütung von Entwurfsleistungen festgeschrieben, findet sich in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) und untergliedert sich in neun Leistungsphasen (auch Phasenbilder bzw. Leistungsbilder genannt). Empirisch ist oftmals eine Abweichung von den Leistungsbildern der HOAI festzustellen, was in unseren Fallstudien vor allem auf den Einsatz von Funktionalausschreibungen zurückzuführen war.

Zirkularität. Im baulichen Konstruktionsprozess werden Probleme fortlaufend wieder neu aufgeworfen, weil systematisch „frühe“ Festlegungen „späte“ Folgen nach sich ziehen und die früheren Festlegungen notwendig unter einem Gangbarkeitsvorbehalt stehen. So wird es notwendig, von einer Phase des Konstruktionsprozesses zu einer früheren Phase zurückzukehren. Die Zirkularität beruht auf der repetitiven entwurfslogischen Struktur. Eine sichtbare Folge der Zirkularität ist das Phänomen der wiederkehrenden Tagesordnungspunkte bei Planungssitzungen, welches Schwarz anschaulich beschreibt.²⁰⁴ Es ist zwischen vertikaler und horizontaler Zirkularität zu unterscheiden, die sich durch Phaseninterdependenz bzw. Komponenteninterdependenz auszeichnen.²⁰⁵ Man kann davon ausgehen, dass in innovativen oder unvertrauten Projekten das Ausmaß der Zirkularität steigt. Zirkularität und Sicherheit sind darüber verknüpft, dass ein mehrfach durchdachter Vorgang wegen der wiederholten Überprüfung (eines wenn auch abgewandelten Objektes) tendenziell sicherer sein sollte als ein nur ein- oder zweimal durchdachter Vorgang. Letztlich muss auch in diesem kleinteiligen Punkt eine verantwortete Stoppentscheidung getroffen werden, da sich der Aufwand für weitere Ideen- oder Überprüfungszirkel an dem potenziellen Ertrag und den gegebenen Mitteln orientieren muss. Das Recht versucht den an sich zirkulären Prozess des Bauens zu linearisieren und finalisieren. Es werfen sich grundsätzliche Fragen nach der rechtlichen Gestaltbarkeit zirkulärer Prozesse auf.

Physische Natur. Es ist weiterhin unumgänglich, beim Konstruieren die physische Natur, die physischen Eigenschaften der zu konstruierenden Artefakte zu beachten. Die fachlich-sachlichen, materialen Aspekte sind aufgrund ihrer je eigenen „Natur-Gesetzlichkeit“ nicht zu umgehen. Die Naturgesetze mögen auch als ein Konstrukt angesehen werden. Gerade radikale Konstruktivisten verweisen darauf, dass auch physikalische „Gesetze“ aufgrund neuer Erkenntnisse durch andere ersetzt werden.²⁰⁶ Jedoch werden sie solange als gültig angesehen, wie ihre Anwendung zu den zuvor prognostizierten Wirkungen führt (Passfähigkeit). Hiermit wird nicht die These unterstützt, Ingenieurwissenschaft sei die Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens, sondern lediglich, dass naturwissenschaftliches Wissen auch praktisch an-

²⁰³ vgl. Scheer 2000, 15.

²⁰⁴ Schwarz 1983, 66ff.

²⁰⁵ vgl. Ekardt 1978, 128f.

²⁰⁶ vgl. Glaserfeld 1996.

wendbar ist und, dass seine Validität gerade in der Anwendung ermittelt wird. Diese Ausführungen zur physischen Natur mögen in dieser Allgemeinheit trivial erscheinen, sie sind jedoch der Vollständigkeit halber und gerade, weil Ingenieurwissenschaftler sie betonen und weil Sozialwissenschaftler sie vernachlässigen, anzuführen. Die physische Natur und die naturwissenschaftlichen Gesetze bilden eine Grundlage für die zuvor genannten sachlogischen Grundtatbestände des Konstruierens.

1.2.4 Sicherheitsrelevante subjektive Leistungen beim Konstruieren von Technik und Sicherheit

Die technischen Artefakte werden durch die subjektiven Leistungen von Ingenieuren hervorgebracht. Konstruieren unterteilt sich in das Konstituieren von Problemen, das Generieren von Lösungen und das Implementieren von Problemlösungen. Die drei Felder des Konstruierens stehen – sachlogisch bedingt – in zeitlicher Abfolge, die jedoch immer wieder durch notwendige Rückkoppelungen durchbrochen wird. Auch die Normen, die in allen drei Schritten Einfluss nehmen können, werden *subjektiv* wirksam, da aus sachlichen Gründen eine vollkommen unreflektierte Normenbefolgung nicht möglich ist.²⁰⁷

Der Leistungsaspekt der Subjektivität ist – aufgrund seiner Vernachlässigung zu Gunsten des Bewusstseinsaspektes²⁰⁸ in der sozialwissenschaftlichen Forschung – besonders hervorzuheben.²⁰⁹ Subjektive „Leistungen zeigen sich in hervorgebrachten Artefakten, Arbeitsprodukten, dabei auch in der Hervorbringung des Neuen; sie entfalten sich in der Reproduktion vorgefundener sozialer und technologischer Strukturvorgaben, in der Herstellung sozialer Situationen und Strukturen und schließlich im Wandel, im Lernprozess der Subjekte selber.“²¹⁰ Kreative subjektive Leistungen bilden den Ausgangspunkt für normative subjektive Leistungen, wobei beide Leistungsbereiche eng miteinander verkoppelt, ineinander verzahnt sind. Kreative subjektive Leistungen vollziehen sich in einem Rahmen von Strukturen. Die arbeitsstofflichen Strukturen und darauf aufbauende arbeitslogische Strukturen können nicht umgangen werden.²¹¹ Auch die Bewusstseinsseite der Subjektivität ist von Bedeutung für die Ingenieurpraxis, wobei nicht das auf die eigene soziale Lage bezogene „Klassenbewusstsein“, sondern vielmehr ein auf die eigene Praxis ausgerichtetes Bewusstsein betrachtet wird. Ingenieurpraktiker haben jeweils eine eigenständige Sicherheitsphilosophie²¹², auch wenn diese mehr oder weniger ausgereift, stark oder schwach, reflektiert oder nicht reflektiert sein mag. Ihre eigene individuelle Sicherheitsdefinition, die von ihnen herangezogenen Sicherheitskriterien und die ihnen verfügbaren Sicherheitsnachweise bestimmen ihr Vorgehen. Alle drei Felder des Konstruierens sind von den entsprechenden Sicherheitsdefinitionen, Sicherheitskriterien und Sicherheitsnachweisen der drei normativen Medien beeinflusst. Das individuelle Sicherheitsbewusstsein kann sich nicht nur an den normativen Medien orientieren, sondern auch an anderen Akteuren: Die subjektiven Leistungen werden von Individuen erbracht, die im Verbund mit anderen handeln. Oben wurde jedoch gezeigt, dass beim Bauen viele individuelle (und kollek-

²⁰⁷ vgl. Ekardt 2001, 5.

²⁰⁸ vgl. Beckenbach/ van Treeck 1988, 27; Ekardt/ Hengstenberg/ Löffler 1988, 101.

²⁰⁹ vgl. Ekardt/ Hengstenberg/ Löffler 1988, 101.

²¹⁰ Ekardt/ Hengstenberg/ Löffler 1988, 101.

²¹¹ vgl. Ekardt/ Hengstenberg/ Löffler 1988, 120.

²¹² zur Sicherheitsphilosophie siehe ausführlich Kapitel 1.3 Normen in der Ingenieurpraxis.

tive) Akteure an der Konstruktion einer technischen Anlage mitwirken. Konstruieren ist ein sozialer, interaktiver Prozess, der vom Zusammenspiel individueller Leistungen lebt. Konstruieren in einem Bauprojekt ist in doppelter Weise Teamarbeit: Zum einen muss innerhalb der eigenen Stammorganisation eine Abstimmung mit allen an dem Projekt beteiligten Personen stattfinden, zum anderen muss eine Abstimmung mit den Personen anderer Organisationen, also mit allen Personen der Projektorganisation, stattfinden. Lösungen im Team zu finden, bedeutet Ingenieurqualifikationen unterschiedlicher Fachgruppen zu bündeln. Elektrotechnikingenieure, Maschinenbauer, Bauingenieure usw. aus unterschiedlichen Fachkulturen²¹³ müssen eine gemeinsame Sprache finden.

In der empirischen Untersuchung wiesen die Ingenieure auf die Wichtigkeit der Team-Sitzungen (Maschinenbausitzungen, Bausitzungen, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik-Sitzungen,..) hin. In diesen Sitzungen mit wechselnden Akteurskonstellationen wurden gemeinsam Probleme erörtert, deren Ausarbeitung dann an einzelne Personen/ Organisationen delegiert wurde. Diese Ausarbeitungen fließen dann in die folgenden Sitzungen ein.

Vorstellungen über die Teamarbeit, wie sie beispielsweise in dem Konzept des Simultaneous Engineering entwickelt werden, können „allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass der überwiegende Zeitanteil der Konstruktions- und Entwicklungsarbeit weiterhin in *Einzelarbeit* geleistet werden muss, wie z.B. Berechnen und Erstellen von Festigkeitsnachweisen, Untersuchung von bestimmten Sachverhalten, Ausarbeitung und Darstellung von Lösungsvorschlägen und Details, Informationsgewinnung, Normenanwendung und -prüfung, Vorbereitung von Teamsitzungen und von Kundenbesprechungen.“²¹⁴ Somit kommt ein wichtiger Teil der sicherheitsrelevanten subjektiven Leistungen individuell zum Tragen, erhält durch den sozialen Austausch immer wieder neue Impulse.

1.2.4.1 Konstituieren von Problemen

Probleme bestehen nicht von alleine, sie müssen konstituiert werden, wobei Informationsüberfluss und Informationsmangel gleichermaßen bewältigt werden müssen. Die Problemkonstitution bezieht sich nicht nur auf das zukünftige technische Objekt, sondern auch auf Schadensereignisse. Letztlich müssen alle Konstitutionsprozesse einer verantworteten Auswahl- und Stoppentscheidung unterworfen werden.

1.2.4.1.1 Warum Probleme erst „gemacht“ werden müssen

Sicherheitsrelevante subjektive Leistungen müssen schon beim Konstituieren von Problemen erbracht werden. „Schöpferische Prozesse in der technischen Entwicklung umfassen nicht nur Problemlösen, sondern ebenso die Problemfindung und deren Bestimmung.“²¹⁵ Denn „Ingenieure *lösen* nicht nur Probleme, sie sind vielmehr auch an der *Formulierung* der Problemstellung beteiligt.“²¹⁶ Ohne Problemkonstitution (auch „Problemfindung“, „Problemformulierung“ oder „Problemdefinition“ genannt) „existiert“ ein Problem nicht: „Bereits Platon hat

²¹³ vgl. Beckenbach 1988, 143.

²¹⁴ Pahl/ Beitz 1997, 95 – Hervorhebung im Original.

²¹⁵ Friedrich 2000, 289.

²¹⁶ Ekardt 1997a, 4 – Hervorhebungen im Original.

im Menon darauf hingewiesen, dass Probleme eine paradoxe Struktur haben. Entweder, argumentiert er, weiß man, wonach man sucht, dann hat man kein Problem; oder man weiß nicht, wonach man sucht, dann kann man nicht erwarten, etwas zu finden.“²¹⁷ Hinsichtlich des Konstruierens hat man daher die Unterscheidung zwischen Problemen und Aufgaben getroffen, wobei Aufgaben als geistige Anforderungen, für deren Bewältigung Mittel und Methoden eindeutig bekannt sind, verstanden werden (z.B. die Konstruktion einer Welle bei vorgegebenen Belastungen, Anschlussmaßen und Fertigungsverfahren).²¹⁸ Als Unterscheidungskriterium kann auch die Möglichkeit zur Algorithmisierung herangezogen werden: „Konstruktions- und Entwurfshandeln ist mit dem Lösen von Problemen und Aufgaben verbunden. Unter einem (wissenschaftlichen) Problem wird ein System von Aussagen und Aufforderungen verstanden, das erstens ein Ziel wissenschaftlich-, theoretischer‘ oder wissenschaftlich-, praktischer‘ Arbeit zum Ausdruck bringt, zweitens Bedingungen der Zielerreichung bestimmt und drittens dadurch gekennzeichnet ist, dass kein Algorithmus vorhanden ist, mit dessen Hilfe das angestrebte Ziel in endlich vielen Schritten zu erreichen ist. Aufgaben liegen dann vor, wenn die Methoden und Verfahren zur Erreichung des gesetzten Ziels eindeutig verfügbar sind, vor allem, wenn solch ein Algorithmus vorhanden ist.“²¹⁹

Beispielsweise bei der Errichtung eines Bauwerkes im Geländeeinschnitt parallel zu einer naheliegenden Bundesstraße und mit dahinter liegendem Hang muss dem „Planer“ zuerst bewusst sein, dass von dem Hang Gefahren ausgehen können und im späteren Baufortschritt, Gefahren aus der Baugrube auf den Hang bzw. dem Bauwerk auf den Hang. Wenn dieses Problem grundsätzlich konstituiert wurde, so wird es durch weitere Beobachtungen spezifiziert, beispielsweise in dem das Verhalten des Hanges mit grundbaulichen Messgeräten über einen längeren Zeitraum erfasst wird.

Ein Kennzeichen von Konstruktionsproblemen ist, dass es sich um schlecht definierte²²⁰ (ill-defined²²¹), unscharfe²²², nicht exakte, verschwommene²²³, bösartige/ verzwickte (wicked²²⁴) Probleme handelt, die zudem unvollständig definiert sind.²²⁵ „Wir benutzen den Ausdruck ‚bösartig‘ in der Bedeutung, die den Begriffen ‚boshaft‘ (im Gegensatz zu ‚gutwillig‘), ‚vertrackt‘ (wie in einem Teufelskreis), ‚mutwillig‘ (wie ein Kobold) oder ‚aggressiv‘ (wie ein Löwe, im Gegensatz zur Sanftheit eines Lamms) entspricht.“²²⁶ Der Ansatz der ‚wicked problems‘ wurde in kritischer Auseinandersetzung mit linearen Stufenmodellen von Konstruktionsprozessen entwickelt.²²⁷

²¹⁷ Glock 1997, 53.

²¹⁸ vgl. Pahl/ Beitz 1997, 60.

²¹⁹ Banse 2000, 61 mit Verweis auf Parthey.

²²⁰ vgl. Ropohl 1990, 116.

²²¹ Cross, zitiert nach Banse 2000, 66.

²²² Ekardt 1978, 109; Pahl/ Beitz 1997, 59.

²²³ Pahl 1997, 40.

²²⁴ vgl. Buchanan, zitiert nach Banse <http://www.theo.tu-cottbus.de/Wolke/deu/Themen/991/Banse-/banse.html> (22.07.2003).

²²⁵ Ekardt 1978, 109.

²²⁶ Rittel/ Webber, zitiert nach Banse 2000, 66.

²²⁷ Banse 2000, 66 mit Verweis auf Buchanan.

„Bei den meisten Konstruktionsproblemen ist der Zielzustand dem Bearbeiter zunächst nicht im Detail bekannt, so dass keine konkreten Instruktionen für das weitere Vorgehen vorliegen. Bei der Analyse und Bestimmung von Zielen wird daher eine richtungsweisende Festlegung der weiteren Problembehandlung getroffen.“²²⁸ Andere Autoren gehen sogar soweit, dass das Problem gar nicht bekannt sein könne (siehe oben). Es ist zu unterscheiden, auf welcher Konkretisierungsebene Probleme betrachtet werden. Die Konstitutionsbedürftigkeit von Zielen wird in der ingenieurwissenschaftlichen, insbesondere der konstruktionswissenschaftlichen Literatur, weniger beachtet, teilweise sogar missachtet.²²⁹ „Wie man zu technischen Problemformulierungen gelangt und wie sie zu begründen sind, ist (.) in der Konstruktionswissenschaft bislang nicht befriedigend erklärt worden.“²³⁰ Ein Teil dieser Kritik an den „formalisierenden“²³¹ Ansätzen²³² ist sicherlich berechtigt. Nur dürfen die Phasen- und Strukturmodelle nicht isoliert betrachtet werden. Vorauslaufende Textpassagen konstruktionswissenschaftlicher Veröffentlichungen weisen oftmals auf die Notwendigkeit zum Konstituieren von Zielen bzw. Problemen hin.²³³ Hierbei wird jedoch zumeist nicht ein Ausgleich verschiedener technischer, ökonomischer, sozialer, rechtlicher usw. Rationalitätsaspekte angestrebt, sondern es werden Vorgehensweisen behandelt, beispielsweise das „Abstrahieren zum Erkennen der lösungsbestimmenden Probleme“,²³⁴ die stark auf die rein technische Konstitution abzielen.

1.2.4.1.2 Informationsaspekte der Problemkonstitution

Betrachtet man die Problemkonstitution in einer *weniger grundsätzlichen* Weise, sondern die konkreten Prozesse der Problemkonstitution in der Praxis, so wird deren Abhängigkeit von Informationen deutlich. Man könnte die Annahme hegen, dass fehlende Informationen (z.B. über Lieferanten, Preise, Materialeigenschaften, technische Normen) die größte Schwierigkeit bei der Problemkonstitution bereiten. Andererseits sind Ingenieure einer Informationsschwemme ausgesetzt. Die große Menge der zu Beginn des Entwurfsprozesses verfügbaren Informationen muss reduziert werden, um sie operationalisierbar zu machen.²³⁵ In der Ingenieurpraxis herrschen gleichermaßen Informationsdefizite und Informationsüberschüsse vor, so dass Ingenieure ein gezieltes Informationsmanagement betreiben müssen.

Das Erfordernis der Problemkonstitution wird im Bauwesen an den fortlaufenden Rücksprachen der verschiedenen Baubeteiligten mit dem Bauherrn deutlich. Der Bauherr kann zu Beginn noch gar nicht genau wissen, was er wollen kann.²³⁶ In unseren Fallstudien waren die Bauherren, teilweise sogar maßgeblich, am Konstruktionsprozess mit beteiligt. Ein Bauherr hat

²²⁸ Frankenberger/ Badke-Schaub 2000, 241.

²²⁹ vgl. Ropohl, 1990, 147.

²³⁰ Ropohl, 1990, 148.

²³¹ vgl. Banse 2000, 60.

²³² Ein Beispiel für abstrakte Herangehensweisen an das Konstruieren bietet Spur (1996), der in einem Grundlagenwerk der Ingenieurwissenschaften beispielsweise thermische Verfahren zur Feststoffabtrennung beschreibt.

²³³ vgl. Pahl/ Beitz 1997.

²³⁴ Pahl/ Beitz 1997, 178.

²³⁵ vgl. Banse 2000, 56.

²³⁶ vgl. Ekardt sinngemäß zitiert in Syben 2000, 31.

beispielsweise ausschließlich für ein Bauprojekt einen Maschinenbauingenieur eingestellt, damit er als kollektiver Akteur durch diesen individuellen Akteur kompetent mitplanen konnte. In der Praxis der Bauprojekte wurde von manchen Baubeteiligten auch darüber geklagt, der jeweilige Bauherr wüsste nicht, was er wolle.²³⁷ Ein solcher Vorwurf kann seine Berechtigung haben, wenn vom Bauherrn bei gleichem Kenntnisstand ständig wechselnde Vorgaben gemacht werden. In den angeführten empirischen Beispielen handelte es sich jedoch um wechselnde Vorgaben, die im Zusammenhang mit dem Konkretisierungsprozess des Bauens standen. Sicherlich ist es als eine professionelle Norm anzusehen, den Bauherrn möglichst in den Konstruktionsprozess mit einzubeziehen und aus seiner mangelnden Kenntnis keinen Gewinn zu schlagen. Der genannte Vorwurf anderer Baubeteiligter ist ein Beispiel für das fehlende Bewusstsein bezüglich dieser professionellen Norm bzw. deren fehlender Berücksichtigung.

Die fehlende Berücksichtigung einer professionellen Norm kann einerseits einem fehlenden Bewusstsein oder sogar der fehlenden Kenntnis dieser Norm geschuldet sein, andererseits gibt es auch bewusste „Verstöße“ gegen professionelle Normen. So sagte ein Elektroingenieur im Expertengespräch: „Wenn ich keine Planung mache, dann ist es mir scheißegal, wenn etwas falsch ist. Wir schließen die Gebläse an, wie es im Plan steht. Wenn die bei der Inbetriebnahme nicht laufen, dann sage ich: ‚Jungs, das ist Euer Problem.‘ In Zweifelsfällen kriegen wir dann einen Umbauauftrag. So einen haben wir auch im Moment laufen.“²³⁸ Im genannten Beispiel hat also der Auftragnehmer aufgrund seiner ökonomischen Partikularinteressen seinen Auftraggeber bewusst nicht auf eine billigere bzw. bessere Variante hingewiesen. Ihm ist dabei durchaus klar, dass dies nicht dem professionell als richtig angesehenem Handeln entspricht, er sieht aber seinen (zumindest kurzfristigen) ökonomischen Vorteil als wichtiger an.

1.2.4.1.3 Doppelte Problemkonstitution: Konstitution von Problemen der Einwirkungs- und der Widerstandsseite

Wenn Technik entworfen wird, so steht zunächst die Funktionalität der baulichen Anlage im Mittelpunkt. Es ist eine Selbstverständlichkeit, dass die Anlage ihren Zweck erfüllen soll. Die Konstitution von Problemen geschieht auf allen Ebenen des technischen Objektes. Auf der obersten Ebene wird das Grundproblem beschrieben. Der Zweck bzw. der Sinn des Baus einer Anlage wird beschrieben. Dies könnte beispielsweise bei einer Kläranlage die Entfernung von Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus dem kommunalen Abwasser sein oder die aufgrund der Verschärfung rechtlicher Einleitewerte notwendige Erweiterung der Stickstoffelimination. Es könnte aber auch die Verausgabung von öffentlichen Geldern vor einem bestimmten Datum oder sogar der Freundschaftsdienst eines beim Bauherrn beschäftigten Ingenieurs gegenüber seinem alten Studienfreund, der als Inhaber eines Ingenieurbüros gerade eine Auftragflaute hat, der Hauptauslöser sein.

Auch die Dysfunktionalität kann ein Ausgangspunkt des Entwerfens sein, wobei zumindest eine grobe Vorstellung der funktionierenden Technik vorliegen muss. In der dysfunktionalen Betrachtungsweise werden Schadensszenarien entworfen und darauf bezogene Schutzkonzepte entwickelt („Entwerfen von Störfällen“). Die Konstitution der prinzipiell möglichen Einwir-

²³⁷ vgl. z.B. Int. 71; Int. 68.

²³⁸ Int. 71, 115.

kungen (ohne deren genaue Ausgestaltung) ist sogar möglich, ohne dass es eine konkrete Anlage gibt, die den möglichen Widerstand gegen diese Einwirkungen, anlageninternen oder anlagenexternen Ursprungs, leisten könnte. So kann man beispielsweise die Vorgabe machen, dass eine zu konstruierende Flussbrücke einem Jahrhunderthochwasser stand halten muss. Das Schadensszenario Jahrhunderthochwasser als „Einwirkung“ kann also vorgegeben sein, ohne dass überhaupt eine Vorstellung von der zu konstruierenden Brücke als „Widerstand“ vorliegt. Solche „widerstandsunabhängigen“ Schadensszenarien bilden aber nur einen Teil aller möglichen Schadensszenarien einer konkreten baulichen Anlage.

Man kann jedoch trotz allem Bemühen um eine konkrete bauliche Anlage niemals die Liste potenzieller Schadensfälle als abschließend bezeichnen. Es besteht immer die Ungewissheit, dass mögliche negative Verläufe „vergessen“ wurden.²³⁹ In der Ingenieurwissenschaft wählt man daher die trickreiche Lösung, für diese unbekannten/ fehlenden „vergessenen“ Fälle eine Restkategorie²⁴⁰ – quasi als Sicherheitsreserve – zu bilden. Im Bereich der Tragwerksplanung heißt diese Restkategorie „außergewöhnliche Einwirkungen“.

1.2.4.1.4 Notwendigkeit sicherheitsrelevanter Auswahlentscheidungen und Stoppentscheidungen

Aber auch wenn im Idealfall eine vollständige Liste aller möglichen Einwirkungen vorläge, so könnten doch nicht alle Schadensszenarien berücksichtigt werden. In der empirischen Untersuchung zeigte sich dies in der „Flugobjektantwort“: „Ich kann meine Anlage doch nicht auch noch vor dem Absturz eines Flugzeugs²⁴¹ eines Hubschraubers²⁴² eines Starfighters²⁴³ eines Satelliten²⁴⁴ sichern.“ Solche Aussagen wurden auffällig häufig gegeben.²⁴⁵ Hiermit wollten die Gesprächspartner zum Ausdruck bringen, dass es keine „absolute Sicherheit“ gibt. Sie haben sich im Anschluss oftmals wörtlich in dieser Weise ausgedrückt. Die Relativität von Sicherheit wurde durch diese Antwort anschaulich dargestellt. Mit dem Verweis der Ingenieure auf ein absurd erscheinendes Schadensszenario sollte der sich aufdrängende Zwang zur Aus-

²³⁹ vgl. Kapitel 2.1 Lernen aus Schadensfällen und 2.2.1.1. Schadensereignisse.

²⁴⁰ siehe hierzu ausführlich Kapitel 2.1 Lernen aus Schadensfällen und Kapitel 2.2.1.1. Schadensereignisse.

²⁴¹ Int. 16, 269.

²⁴² Int. 40, 149.

²⁴³ Int. 27, 147.

²⁴⁴ Int. 44, 196.

²⁴⁵ Nach den Terroranschlägen mit Passagiermaschinen in den USA werden die Risiken eines zufälligen oder beabsichtigten Absturzes von Flugzeugen nicht nur auf atomtechnische Anlagen (dort wurde mit diesen Szenarien von Gegnern der Atomkraft schon immer argumentiert), sondern auch auf andere Produktionsanlagen diskutiert. Diese Möglichkeit in Betracht zu ziehen, ist damit nicht mehr ganz so unrealistisch geworden, wie es vor dem 11.09.2001 geschehen haben mag. Damit wird nicht gesagt, dass der 11. September etwas grundsätzlich Neues gebracht hätte. Die Kategorie der „außergewöhnlichen Einwirkungen“ ist gesetzt/ entworfen wie das Bauobjekt selbst. Aber der *gezielte beabsichtigte* Absturz unter Inkaufnahme des Todes der Attentäter zeigt eine neue Dimension auf. So sagte Professor Gert König vom Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Leipzig im Interview mit der Zeitschrift Mobil (Heft 6, 2002, Seite 55): „Mit einer Attacke aus der Luft hat natürlich niemand gerechnet. Aber wir Bauingenieure sind aufgefordert, alle möglichen Katastrophenfälle mitzubedenken. Hier müssen wir verstärkt forschen.“

wahl potenzieller Schadensfälle verdeutlicht werden. Bei den beschriebenen Entscheidungen ging es um sicherheitsrelevante Auswahlentscheidungen.

Sicherheitsrelevante Stoppentscheidungen liegen zeitlich gesehen vor diesen Auswahlentscheidungen: Sowohl beim Konstituieren der Probleme der Einwirkungs- und der Widerstandsseite müssen Stoppentscheidungen getroffen werden, wann genügend Arbeit aufgewendet wurde, um ein Problem zu konstituieren. Irgendwann muss die Suche abgebrochen werden. Ingenieure müssen auswählen, erstens welche Einwirkungen sie heranziehen und zweitens wann sie die Suche nach weiteren Einwirkungsvariablen abbrechen. Diese Stoppentscheidungen sind sicherheitsrelevant. Sie müssen gegen andere Aufwandsinteressen abgewogen werden. Sie müssen verantwortet werden, wobei normative Entscheidungshilfen zum Tragen kommen können.²⁴⁶ Normativität kommt damit gleichermaßen ins Spiel wie die konstruierende Kreativität. Die kreativen Leistungen des Konstituierens dürfen nicht vernachlässigt werden, weil Lösungen nur so gut sein können, wie die zuvor „aufgezäumten“ Probleme, wobei die Intensität und Absichtlichkeit kreativer Leistungen auch durch implizite professionelle Normen angeregt und gelenkt wird.

1.2.4.2 Generieren von Lösungen

Beim Konstruieren, insbesondere beim Generieren von Lösungen, müssen zwangsläufig und damit unumgehbar Risiken gesetzt werden. Technikgenese ist insofern mit Risikogenese gleichzusetzen. Nur die Nulloption, das Nichthandeln, kann Risiken teilweise umgehen. Dass die Nulloption auch ein Risiko bergen kann und somit ihren Namen nicht verdient, darauf wird vielfach hingewiesen.²⁴⁷ Wildavsky steigert die Aussage sogar noch: „no risk is the highest risk at all.“²⁴⁸ Es ist fraglich, ob diese Aussage pauschal zu halten ist. In ihr spiegelt sich eine Extremposition in der Diskussion um Risiken und technischen Wandel. Der Verzicht auf *bestimmte* Risiken bedeutet jedoch nicht den *totalen* Risikoverzicht und damit auch keinen Verzicht auf technischen Wandel.²⁴⁹

Oftmals wird auf den kreativ-schöpferischen Bedeutungsgehalt des Wortes „Ingenieur“ hingewiesen. „In etymologischem Sinne bezieht der Ingenieur seine Berufsbezeichnung auf den lateinischen Begriff *Ingenium* – schöpferischer Geist.“²⁵⁰ Das Schöpferische,²⁵¹ Kreative oder Generative der Ingenieurtätigkeit wird hervorgehoben. Aufgrund der starken kreativen, schöpferischen bzw. generativen Momente der Ingenieurpraxis wird Konstruieren auch als Kunst aufgefasst: Die Kunst der Ingenieure ist weniger im Sinne von „künstlerisch-ästhetisch“, sondern vielmehr im Sinne von *kunstgemäß* zu verstehen, angelehnt an den Prozesscharakter der Technik, wie er im Begriff „techné“ zum Ausdruck kommt.²⁵²

²⁴⁶ siehe Kapitel 1.3. Normen in der Ingenieurpraxis.

²⁴⁷ z.B. Geysen, 23.

²⁴⁸ Wildavsky 1979.

²⁴⁹ siehe hierzu ausführlich Kapitel 3.2.1.3 Wieso technischer und gesellschaftlicher Wandel ohne qualitativ neue Risiken möglich sind.

²⁵⁰ Meihorst 1998, 142.

²⁵¹ Insbesondere in der DDR wurde der Begriff „Schöpfertum“ bzw. wissenschaftlich-technisches Schöpfertum“ verwendet (vgl. Friedrich 2000, 290 mit vielen Literaturnachweisen, die den Begriff im Titel tragen).

²⁵² vgl. Banse 2000, 30.

Das Generieren von Lösungen wird zuweilen als „Kernbereich“ der Ingenieurtätigkeit bezeichnet. Insgesamt kommen in der Ingenieurpraxis generative Leistungen zum Tragen. Dementsprechend beziehen sich die folgenden Ausführungen nicht nur auf das Generieren von Lösungen i.e.S., sondern auch auf das Konstruieren als Gesamtheit. Da die generativen Momente beim Entwerfen der Lösungen besonders zum Tragen kommen, werden sie hier aufgeführt.

- Entwerfen und Bemessen
- Lösungsalternativen
- Computereinsatz
- Entwurfsrelevante Konzepte: Leitbilder, Gestaltungsprinzipien und Entwurfsregeln
- Erfahrung und implizites Wissen und Können
- Konstruieren zwischen Kreativität und Routine
- Nichtverbalsprachliches Denken
- Sicherheit durch Systematik
- Funktionalität und Dysfunktionalität
- Objektive Sicherheit und Sicherheitsaussagen
- Sicherheitsrelevante Stopp- und Auswahlentscheidungen
- Einfluss von Normen auf generative Leistungen mit Sicherheitsbezug

Tabelle 4: Übersicht über verschiedene Aspekte des Konstruierens.

Die einzelnen Aspekte des Konstruierens werden im Folgenden näher beschrieben.

1.2.4.2.1 Entwerfen und Bemessen

Am Beispiel der Tragwerksplanung wurde gezeigt, dass sich die generativen Leistungen in Entwerfen und Bemessen aufgliedern lassen.²⁵³ Zwischen den beiden Pfaden findet ein fortlaufendes Wechselspiel statt. Beim Entwurf handelt es sich um die gedankliche Vorwegnahme der Gestalt des technischen Objektes, dessen konkrete Eigenschaften erst über die Zuweisung von Variablenwerten in der Bemessung offenbar werden. Entwerfen und Bemessen lassen sich zwar wissenschaftlich-analytisch, jedoch praktisch oftmals nur schwer differenzieren.

Der Entwurf ist für die Sicherheit der baulichen Infrastrukturanlagen als einem der wichtigsten Ziele des Allgemeinwohls von allergrößter Bedeutung.²⁵⁴ Die Beziehungen zwischen objektiver Sicherheit eines technischen Artefaktes und Sicherheitsaussagen über dieses Artefakt, auf die im Verlauf des Kapitels genauer eingegangen wird,²⁵⁵ sind über die Unterscheidung zwischen dem Entwurf und der Bemessung näher zu bestimmen.

Der Entwurf ist von den kreativen subjektiven Leistungen der Ingenieurpraktiker abhängig, die in einer übergeordneten Weise sowohl für Ingenieurpraktiker, Ingenieurwissenschaftler als auch für Sozialwissenschaftler, schwer direkt fassbar und anleitbar sind. Für die Bemessung

²⁵³ vgl. Ekardt 1978; parallele Differenzierung: Gestalten und Dimensionieren oder auch Entwerfen und Analyseren vgl. Ekardt u.a. 2000, 81.

²⁵⁴ vgl. Ekardt u.a. 2000, 81.

²⁵⁵ vgl. Kapitel 1.2.4.2.10 Objektive Sicherheit und Sicherheitsaussagen.

hingegen lassen sich leichter konkrete Orientierungshilfen, z.B. in Form von Nachweisnormen schaffen.

1.2.4.2.2 Lösungsalternativen

„Ein Ingenieurproblem hat immer mehr als *eine* Lösung“ sagt eine Redensart. Aufgrund der Beobachtungen in den Sitzungen und der Expertengespräche zeichnete sich folgendes Bild ab. Von der Wichtigkeit der Produktion von Alternativen haben viele der Befragten von sich aus gesprochen. In der Praxis bestehe jedoch ein enormer Termin- und Kostendruck. Daher würden in der Regel nur wenige Lösungsalternativen angedacht und noch weniger durchdacht, wenn erst einmal *eine* Lösung gefunden sei, die funktioniere. Nach Alternativen würde immer erst dann ernsthaft gesucht, wenn sich die ursprünglich erarbeitete Lösung in der Praxis nicht bewähre.

Die Produktion von Alternativen ist unter Sicherheitsgesichtspunkten wichtig. Wenn man unter Berücksichtigung verschiedener Rationalitätskriterien – die gegeneinander gewichtet werden müssen – Alternativen betrachten will, um so die Alternative zu wählen, die den eigenen Prioritäten am nächsten kommt, so ist die Grundvoraussetzung zunächst einmal das bloße Vorhandensein von Alternativen. Ekardt spricht in Bezug auf die Alternativenproduktion von einer „Bringschuld der Ingenieure“²⁵⁶. Die Forderung, Alternativen zu produzieren, kann als eine professionelle Norm aufgefasst werden.

Bezüglich der Konkretisierungsebenen drei und vier²⁵⁷ konnte in der empirischen Untersuchung beobachtet werden, dass nach Alternativen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle erst dann gesucht wurde, wenn die zunächst erarbeitete Lösung sich nicht bewährte. Es wurde also nicht entsprechend der professionellen Norm gehandelt, sondern nur, wenn sich aufgrund der äußeren Umstände ein Zwang zu einem solchem Handeln ergab. Allerdings stellt sich die Frage, ob Lösungsalternativen nicht „im Stillen“ innerhalb von Sekunden – beispielsweise durch Vergegenwärtigung von problembenachbarten Lösungserfahrungen – durchgespielt wurden, ohne wirklich ins Bewusstsein zu gelangen, geschweige denn, in einer Sitzung oder darüber hinaus, in einem Expertengespräch Erwähnung zu finden. Diese Erklärung kann auch durch die Ergebnisse von Verbalisierungsübungen in Konstruktionsexperimenten der empirischen Konstruktionsforschung unterstützt werden.²⁵⁸ Die generierende Berücksichtigung *impliziter* Lösungsalternativen ist empirisch kaum zu erheben. Gleichwohl ist aber feststellbar, dass die Hervorbringung von *explizit* genannten Lösungsalternativen – wie sie etwa in der professionellen Norm und beispielsweise in ingenieurwissenschaftlichen Büchern zum Konstruieren gefordert wird, in der empirischen Untersuchung so gut wie nicht vorgefunden wurde, was höchstwahrscheinlich nicht nur auf Erhebungsschwierigkeiten zurückzuführen ist. Das explizite Thematisieren von Alternativen – genau wie von Sicherheit – ist jedoch als ungemein wichtig anzusehen, denn implizite, nur im Stillen von einzelnen Ingenieuren durchgespielte Alternativen können nicht Gegenstand der Sicherheitskommunikation im Projekt sein. Allerdings muss auch darauf hingewiesen werden, dass es oft gar nicht einfach ist, *überhaupt eine* funktionierende Lösung zu schaffen. Um diese erste funktionierende Lösung zu finden, waren

²⁵⁶ Ekardt 1997a, 6.

²⁵⁷ siehe Kapitel 1.2.3.1 Konkretisierungsebenen.

²⁵⁸ vgl. Auer/ von der Weth 1994, 178; siehe auch Kapitel 3.1.1.3 Konstruktionsforschung.

oftmals lange Suchprozesse mit vielen Überlegungen und auch Verwerfungen in den empirisch beobachteten Anlagenprojekten notwendig.

1.2.4.2.3 Computereinsatz

Die Ausarbeitung von Alternativ-Lösungen wird durch Computer Aided Design (CAD) wesentlich vereinfacht. Die Technik kommt hier den normativen Ansprüchen entgegen. Somit scheint in erster Näherung das Konstruieren am Computer, Sicherheitsgewinne zu versprechen. Allerdings haben verschiedene Untersuchungen gezeigt, dass am Computer erzeugte technische Lösungen weniger kreativ im Sinne des Schaffens von etwas Innovativem sind.²⁵⁹ „Es ist bekannt, dass eine Rechnerumgebung die Kreativität des Konstrukteurs, durch z.B. streng lineare Ablaufpläne, eher einschränkt als dass sie fördernd auf den Problemlösungsprozess wirkt.“²⁶⁰ Die prinzipielle technische Chance zur Steigerung der Kreativität der Alternativen wird systematisch vorwiegend von den Ingenieuren, die ihre eigene Praxis reflektieren, wahrgenommen. In unserer Untersuchung deutete der Computereinsatz eher auf eine Übertragung von Musterlösungen – im Grunde der gleiche Mechanismus wie bei der Mobilisierung von nicht schriftlich festgehaltener Erfahrung – hin. In einem Büro wurden sie als „Urbücher“²⁶¹, in einem anderen als „Technotes“²⁶² bezeichnet, die meisten Büros haben keinen Namen dafür. Gerade auch durch den Rückgriff auf Musterlösungen wird erst der „Stil“ eines Büros geprägt. Eine Corporate Identity manifestiert sich so im Entwurf als ein „Corporate Design“.

1.2.4.2.4 Entwurfsrelevante Konzepte: Leitbilder, Gestaltungsprinzipien und Entwurfsregeln

Für die einzelnen Felder der Ingenieurpraxis existieren eine Reihe von entwurfsrelevanten Konzepten, die nur durch subjektive Leistungen von Ingenieuren mit Leben erfüllt bzw. lebendig gehalten werden können. Unter entwurfsrelevanten Konzepten kann man – abgestuft nach dem zunehmenden Konkretisierungsgrad – Leitbilder, Gestaltungsprinzipien²⁶³ und Entwurfsregeln verstehen.²⁶⁴ Leitbilder werden in den ganz frühen Technikentwicklungsphasen aktiv. Da insgesamt im Technikentwurf große Sicherheitspotenziale liegen,²⁶⁵ sind entwurfsrelevante Konzepte auf allen Konkretisierungsebenen für die Sicherheit von großer Bedeutung. Sie wirken aber nicht selbsttätig, sondern werden nur über die professionelle Umsetzung durch einzelne Ingenieure wirksam. Es sind starke subjektive Leistungen der Akteure der Technikgenese bei der Umsetzung entwurfsrelevanter Konzepte zu erbringen.

Leitbilder werden definiert als „die Vorstellungen, die das Denken, Entscheiden und Handeln der an den Prozessen der Technikentstehung und -entwicklung beteiligten Akteure anlei-

²⁵⁹ Hubig in einer Diskussion, abgedruckt in: DIFF 1994, 22.

²⁶⁰ <http://www.bik.uni-bremen.de/forschun.htm> (18.12.2001).

²⁶¹ Int. 40, Abs. 208f.

²⁶² Int. 49, Abs. 196-202.

²⁶³ Ausschließlich auf Sicherheit bezogene Gestaltungsprinzipien werden als Sicherheitsstrategien bezeichnet.

²⁶⁴ Die Bezeichnungen für entwurfsrelevante Konzepte variieren, wie ihre Abstufungssysteme – ähnlich wie bei den technischen Konkretisierungsebenen. Dass es unterschiedliche Konkretheitsgrade gibt, steht aber außer Zweifel, nur ihre Abstufung und Benennung variiert erheblich.

²⁶⁵ siehe oben Kapitel 1.2.4.2.1 Entwerfen und Bemessen.

ten.“²⁶⁶ Der Leitbildansatz, der von einer Forschergruppe um Meinolf Dierkes²⁶⁷ am Wissenschaftszentrum Berlin (WZB) bekannt gemacht wurde, beschäftigt sich mit den frühen Phasen der Technikentwicklung und ist mit dem Gedanken verbunden, Leitbilder neben der Erklärung des Entstehens neuen technischen Wissens (von Innovationen),²⁶⁸ zur Technikbewertung²⁶⁹ und zu einer effektiven (rechtzeitigen) Technik- und damit auch Risikosteuerung zu verwenden.²⁷⁰ Im Folgenden werden einige allgemeine Annahmen des Ansatzes und die Kritik an ihnen beschrieben. Auf die Steuerungsvorstellungen, die mit Leitbildern verbunden werden können, wird am Ende der Arbeit eingegangen.²⁷¹

Dierkes geht davon aus, dass neues Wissen v.a. durch die Interferenz zwischen verschiedenen Wissenskulturen (als sozialen Handlungsräumen) in inneren und äußeren Diskursen entsteht, wobei Leitbilder als Vermittlungsinstanz zwischen den Wissenskulturen fungieren. Obgleich auch problembezogen durch die Teilung und das Zusammenwachsen von Wissenskulturen neues Wissen entstehen kann, so sei die Interferenz zwischen den Wissenskulturen deshalb so wichtig, weil sich die Wissenskulturen nicht nur in den Inhalten des erzeugten Wissens, sondern auch in der (Re-)Produktion von Wissen und der Repräsentation von Wissen unterscheiden würden.²⁷² Nach Dierkes läuft die technische Entwicklung innerhalb von Korridoren ab, die sich aus Konstruktions- und Forschungstraditionen, Konstruktions- und Forschungsstilen, Organisations- bzw. Unternehmenskulturen und Leitbildern ergeben.²⁷³

Der Mechanismus des „Leitens durch Bilder“ weist nach Dierkes und seinen Forscherkollegen eine Leit- und eine Bildfunktion auf, wobei jeder dieser beiden Funktionen wiederum mehrere Teifunktionen zugeordnet werden können.²⁷⁴ Eine wichtige Teifunktion, die Bündelung des Machbaren und Wünschenswerten, soll hier gesondert betrachtet und differenziert werden, da beispielsweise nicht alles Machbare wünschenswert und nicht alles Wünschenswerte machbar ist. Darüber hinaus existieren unterschiedliche gesellschaftliche Positionen bezüglich des Wünschenswerten, die sich zudem auch über die Jahre hinweg wandeln können. Dies zeigen auch Beispiele für Leitbilder, wie „das papierlose Büro“, „menschenleere Fabrik“, „die autogerechte Stadt“, „der naturnahe Gewässerausbau“, „künstliche Intelligenz“ oder die „nachhaltige Entwicklung“ (sustainable development). Während es beispielsweise hinsichtlich des papierlosen Büros und der künstlichen Intelligenz – ganz losgelöst von ihrer Erwünschtheit – Zweifel an der Machbarkeit gibt, hat sich die Erwünschtheit des Leitbildes der autogerechten Stadt von den 1970er Jahren bis in die 1990er Jahre radikal zum Negativen hin gewandelt. Die Beispiele zeigen auch, dass Leitbilder nicht rein technisch sind, wohl aber einen technischen Schwerpunkt oder Ursprung haben können. Auch primär technisch erscheinende Leitbilder können

266 Barben 1999, 167.

267 Im WZB-Zusammenhang haben – z.T. auch gemeinsam mit Meinolf Dierkes – zum Leitbildbegriff veröffentlicht: Regina Buhr, Daniel Barben, Weert Canzler, Wolfgang von der Daele, Claudia von Grote, Sabine Helmers, Ute Hoffmann, Jeanette Hofmann, Andreas Knie, Lutz Marz und Georg Simonis.

268 vgl. Dierkes/ Hoffmann/ Marz 1992, 37.

269 vgl. Mambrey/ Paetau/ Tepper 1995, 35.

270 vgl. z.B. Dierkes/ Hoffmann/ Marz 1992; Dierkes/ Canzler/ Marz/ Knie 1995 und Dierkes/ Canzler 1998.

271 siehe hierzu ausführlich Kapitel 3.2.3.1.4 Steuerung und Selbststeuerung durch Leitbilder.

272 vgl. Dierkes/ Hoffmann/ Marz 1992, 32.

273 vgl. Dierkes 1993, 24ff.; Dierkes/ Marz 1994, 92f.

274 vgl. Dierkes/ Hoffmann/ Marz 1992, 42ff.

erhebliche gesellschaftspolitische Implikationen aufweisen, teilweise spricht man deshalb auch von politischen, rechtlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Leitbildern. Dies hängt auch mit den gesellschaftlichen Akteuren zusammen, die diese Leitbilder vertreten.

Die wissenschaftlichen Ursprünge des Leitbildansatzes liegen in der Organisationskulturforschung (insbesondere Unternehmenskulturforschung) und der Wissenschaftstheorie, insbesondere aufgrund von Parallelen zum Kuhnschen Paradigmenbegriff.²⁷⁵ Rohbeck bezeichnet den Leitbildansatz selbst als „Indiz mehrfacher Paradigmenwechsel“²⁷⁶ da er eine Umorientierung von der Technikfolgenforschung hin zur frühzeitigen Technikgestaltung repräsentiere. Der Leitbildansatz von Dierkes und seinen Forscherkollegen wurde, insbesondere in der Technikgeneseforschung, breit und – wie dies zumeist bei breit diskutierten Ansätzen der Fall ist – auch kontrovers²⁷⁷ diskutiert. Hellige weist auf eine Reihe von Problemen hin, u.a. „die ungeklärte Beziehung des Leitbild-Ansatzes zu sozialökonomischen Strukturbegriffen“, „die Überbetonung visueller Komponenten zu Lasten von nicht-bildhaften Übertragungsvorgängen oder Prägungsmomenten“ und „die theoretisch-methodische Überforderung des Leitbildansatzes: er soll zugleich analytische, normensetzende, handlungssteuernde und prognostische Funktionen übernehmen.“²⁷⁸ Eine ähnliche Kritik findet sich z.B. bei Zill,²⁷⁹ der den Leitbildansatz als „funktional überfrachtet“, „inhaltlich überlastet“ und mit „Unschärfen und Widersprüchen“ versehen beschreibt, die Grundidee jedoch für richtig hält und den Begriff des Modells als bessere Bezeichnung versteht.²⁸⁰ Generell gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Begriffen, die mit Leitbildern in Beziehung gesetzt werden bzw. denen ähnliche Grundüberlegungen wie denen der Leitbildvertreter zu Grunde liegen.²⁸¹ Kritik richtet sich auch auf die empirische Nachweisbarkeit des Ansatzes,²⁸² welche von Hellige sogar, mit Verweis auf eigene Untersuchungen im Computerbereich, weitgehend negativ beschieden wird.²⁸³ Die Schwierigkeit des empirischen Nachweises der Existenz und des Wirkens von Leitbildern hängt auch mit ihrem Explizitheitsgrad zusammen. Leitbilder können implizit oder explizit vorliegen. Sie sind jedoch unumgehbar, auch wenn sie nicht bewusst vorliegen.²⁸⁴ Rammert unterscheidet parallel dazu explizite offizielle „öffentliche“ und „heimliche“ Leitbilder, wobei die heimlichen Leitbilder von ihm als tatsächlich handlungsrelevant angesehen werden, wohingegen die öffentlichen vorwiegend zur Akzeptanzbeschaffung dienen würden.²⁸⁵ Allerdings stellt sich die Frage, ob diese Kritik in ihrer Pauschalität zu halten ist, denn die Tatsache, dass von vielen Akteuren der Technikentwicklung unbewusst auf Leitbilder zurückgegriffen wird,

275 vgl. Hellige 1996, 18.

276 Rohbeck 1996, 83.

277 z.B. Martinsen 1997; Hellige 1996, Zill 1996.

278 Hellige 1996, 25.

279 Zill 1996, 96.

280 ähnlich Mambrey/ Paetau/ Tepper 1995, die bestimmte Aspekte genauer kritisieren, aber mit der Grundidee durchaus sympatisieren und als bessere Bezeichnung den Begriff der Metapher vorschlagen.

281 vgl. die Übersicht in Mambrey/ Paetau/ Tepper 1995, 31 oder die Auseinandersetzung mit dem Paradigma-begriff bei Fleischmann 1998.

282 vgl. Martinsen 1997, 2.

283 vgl. Hellige 1996, 25.

284 vgl. Mambrey/ Paetau/ Tepper 1995, 214.

285 vgl. Rammert 1994b, 16f; Buhr 1997, 44.

bedeutet ja nicht zwangsläufig, dass es sich dabei nicht um die expliziten offiziellen Leitbilder handelt. Ein wichtiger Kritikpunkt, der in Wahrheit ein Erweiterungspunkt ist, wird in der Literatur nicht erwähnt: Der Ansatz von Dierkes bezieht sich lediglich auf die Technikphylogenie, so bezeichnet Dierkes die Innovation oder den „technischen Fortschritt“²⁸⁶ als Gegenstand des Leitbildansatzes. Leitbilder können jedoch genauso in der Technikontogenese ihre Wirksamkeit entfalten und angesichts ihrer Wichtigkeit für das Entstehen konkreter technischer Artefakte ist diese Vernachlässigung unverständlich, zumal hierbei auch der Aspekt der Technikphylogenie durch tausendfache Technikontogenese vernachlässigt wird.

Entwurfsrelevante Konzepte können einen starken und einen schwachen Sicherheitsbezug aufweisen. Als entwurfsrelevante Konzepte mit ausdrücklichem Sicherheitsbezug, wobei es dahingestellt sein soll, ob es sich dabei um Leitbilder oder – auf einer höheren Konkretisierungsstufe um Gestaltungsprinzipien handelt – können „Sicherheitsprinzipien“ wie das der Fehlertoleranz,²⁸⁷ der Prozessstabilität²⁸⁸ oder das der Robustheit²⁸⁹ angesehen werden. Dem Prinzip der Robustheit, das vor allem im konstruktiven Ingenieurbau Verbreitung gefunden hat, können bestimmte Aspekte²⁹⁰ untergeordnet werden, wie beispielsweise Redundanz, Ausfallsicherheit, stabilisierende Konstruktion, Duktilität, Verformungsfähigkeit, kraftflussorientierte Form, Kompaktheit, Austauschbarkeit, fehlerunanfällige Herstellbarkeit oder Anpassungsfähigkeit. Als dem Leitbild der Robustheit historisch vorausgehenden „Gegen-Leitbild“ kann die schlanke, filigrane Tragstruktur betrachtet werden: „Viele heutige Bauschäden an Straßenbrücken werden von Bauleuten diesem früheren Leitbild der ‚lean construction‘ zugerechnet.“²⁹¹ Über das Robustheitskonzept werden Entwurfs- und Bemessungsmaximen vermittelt. Eine Studie der Forschergruppe Ingenieurbauten (FOGIB)²⁹² kann als einer der ersten Versuche angesehen werden, die Entwurfsqualität im Bereich im konstruktiven Ingenieurbau begrifflich fassbar zu machen. Ihr Ziel war die Konkretisierung von Entwurfsregeln. Dafür wurden in einem Modell fünf Kriterien entwickelt.²⁹³ (Ein weitergehendes Ziel war die Ausschreibung von mehr Ingenieurwettbewerben zur Förderung der Entwurfsvielfalt. Es sollte

²⁸⁶ Dierkes 1993, 23.

²⁸⁷ vgl. ausführlicher zum Prinzip der Fehlertoleranz Kapitel 2.1.1. Schadens-Fallbeschreibungen und Schadenssammlungen.

²⁸⁸ Der Begriff der Prozessstabilität spielt bei stoffumwandelnden Anlagen eine wichtige Rolle. Er beschreibt das Verhalten einer Anlage beim An- und Abfahren oder dem Wechsel von Betriebsbedingungen und das Verhalten bei Störungen. Die idealerweise angestrebte Gestaltung aller Übergangsfunktionen in kontrollierter Weise wird als Prozessstabilität bezeichnet. Eine Instabilität von Prozessen liegt dann vor, wenn Prozessparameter außer Kontrolle geraten. „Bei der Abwasserreinigung wird mit Prozessstabilität i.d.R. die Einhaltung oder Unterschreitung einer bestimmten Ablaufkonzentration über einen längeren Beobachtungszeitraum beschrieben. Eine geringe Streubreite der Ablaufwerte (selbst bei dynamischer Belastung der Anlage), bezogen zum Beispiel auf das arithmetische Mittel, bedeutet eine hohe Prozessstabilität eines Abwasserreinigungsverfahrens.“ (<http://mserv.rrzn.uni-hannover.de/cgi-bin/meta/meta.cgi> 24.07.03)

²⁸⁹ Das Prinzip der Robustheit wurde schon 1981 in der GRUSI BAU unter der Schirmherrschaft des NA BAU im DIN diskutiert und bekannt gemacht.

²⁹⁰ Diese einzelnen Aspekte von Prinzipien können allgemein als Sicherheitsstrategien bezeichnet werden.

²⁹¹ Unveröffentlichte Projektvorlage von Hanns-Peter Ekardt, 08.12.1997.

²⁹² DFG-Forschergruppe „Ingenieurbauten – Wege zu einer ganzheitlichen Betrachtung“.

²⁹³ vgl. Pötzl 1999, 297.

eine Entwurfskultur befördert werden und eine Objektivierung der Entscheidung über Entwürfe.) Pötzl, ein Mitarbeiter der FOGB, „entfaltet das Leitbild Robustheit so detailliert und anschaulich, dass dessen operative Umsetzbarkeit und Wirksamkeit in der alltäglichen Entwurfspraxis plausibel erscheint. Tragwerke nach dem neuen Leitbild unterscheiden sich wirklich von solchen nach dem alten Leitbild. Pötzl führt dies vor am Beispiel lager- und fugenloser Brücken, mit dem an Brückenbaukonzepte vor der bautechnisch-wissenschaftlichen Moderne wieder angeknüpft wird.“²⁹⁴ Hieran wird der fließende Übergang von Leitbildern zu Entwurfsregeln bzw. die Deduzierbarkeit der einen aus dem anderen deutlich. Entwurfsregeln weisen einen noch höheren Konkretheitsgrad als Gestaltungsprinzipien auf. Ingenieure können sich an Entwurfsregeln orientieren, die zumeist implizit sind: „Man führt keine Lasten spazieren“ ist beispielsweise eine Entwurfsregel, die nicht im technischen Regelwerk steht. Die Forderung „Achte darauf, dass ein lokales Versagen nicht zu einem Systemversagen führt“ ist eine aus einer technischen Norm (DIN 1045) ableitbare Entwurfsregel.²⁹⁵ Eine „Explizierung“ und Verankerung von entwurfsrelevanten Konzepten mit Sicherheitsbezug in technischen Normen ist durchaus denkbar. Außerdem können Professionsorganisationen an der „Explizierung“ unter Verbreitung entwurfsrelevanter Konzepte mitwirken. Gleiches gilt für herausragende Professionsvertreter: Entwurfsrelevante Konzepte aller Konkretisierungsebenen können auch über professionelle Vorbilder diffundieren: einige herausragende Professionelle vermitteln über ihre Arbeit auch Leitbilder. Die Vorbildfunktion, die diese Ingenieure und Architekten (z.B. Fritz Leonhardt oder Norman Foster) mit ihren Büroteams einnehmen, ist nicht zu unterschätzen. Leitbilder bieten normative Orientierung. Sie können als Hilfsmittel zur Technikbewertung (und Technikgestaltung) angesehen werden. Sofern sie normative Gültigkeit beanspruchen, können sie auch als professionelle Normen mit einem übergeordneten Objektbezug verstanden werden.²⁹⁶

1.2.4.2.5 Erfahrung und implizites Wissen und Können

Auf die Wichtigkeit von Erfahrung für die Sicherheit aus der Sicht der befragten Ingenieure wurde schon hingewiesen.²⁹⁷ Direkte Erfahrung ist an Individuen/ Subjekte gebunden. „Erfahrung ist ein Wissen und Können, das an ein handelndes, tätiges und erlebendes Subjekt gebunden ist und in der Auseinandersetzung mit Dingen und Sachen entsteht.“²⁹⁸ Erfahrungen sammeln heißt, einen Abgleich zwischen Erwartungen und Realität zu treffen. „Jede Erfahrung, die diesen Namen verdient, durchkreuzt eine Erwartung.“²⁹⁹ Jedoch gibt es auch für einen „erfahrenen“ Ingenieur Bereiche, zu denen keine Erwartungen vorliegen. Dann entstehen aus Erlebnissen Erfahrungen, die als Maßstab zur Einordnung künftiger ähnlicher Erlebnisse herangezogen werden.

Erfahrung ist subjektgebunden und daher nur eingeschränkt vermittelbar. Erfahrung bezieht sich genauso auf den Erfolg wie auf den Misserfolg, wobei dem Lernen aus Misserfolgen ge-

²⁹⁴ Unveröffentlichte Projektvorlage von Hanns-Peter Ekardt, 08.12.1997.

²⁹⁵ vgl. Ekardt/ Löffler 1991a, 48.

²⁹⁶ ausführlich zum gesamten Themenkomplex übergeordneter Konzepte siehe Kapitel 1.3.3 Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen.

²⁹⁷ siehe die Einführung.

²⁹⁸ Wingert 1983, 110.

²⁹⁹ Gadamer, zitiert nach Wingert 1983, 111.

wöhnlich mehr Aufmerksamkeit zukommt. Das Lernen aus eigenen Misserfolgen/ Fehlern scheint dabei leichter zu fallen als das Lernen aus den Misserfolgen/ Fehlern anderer.³⁰⁰ Erfahrung ist zumeist implizit, also auch nur beschränkt mitteilbar. „Erfahrung ist implizites Wissen. Man hat Erfahrungen, kann nur selten, jedenfalls nicht ohne theoretische Anstrengung, ihre Struktur darstellen und begründen, warum die Erfahrung so ist, wie sie ist.“³⁰¹ Der Ausdruck implizites Wissen („*tacit knowledge*“ bzw. „*the tacit dimension*“), der auf Polanyi³⁰² zurückgeht, umfasst nicht nur das rein kognitive Wissen, sondern auch das implizite Können („*tacit skills*“/ „*tacit know how*“), das implizit in der Praxis verborgen, jedoch schwer zu beschreiben ist. Praxis ist ganzheitlich zu sehen und behandelt selbst Ganzheiten. Es gibt Ganzheiten (Entitäten), mit denen wir als Ganzheit umgehen können, deren Teile wir aber nicht beschreiben können. In Polanyis Worten: „We can more than we can tell.“³⁰³ Differenzen dem „*knowing how*“ und dem „*knowing that*“³⁰⁴ lassen sich über die Konzentration der Betrachtung erklären. „Implizites Wissen einer kohärenten Entität stützt sich auf unser Gewahrwerden der einzelnen Merkmale dieser Entität, um sich dieser letzteren zuzuwenden. Schalten wir dagegen unsere Aufmerksamkeit auf die einzelnen Merkmale um, so verlieren diese ihre Funktion als einzelne Merkmale, und die Entität, der unser Interesse galt, entzieht sich uns.“³⁰⁵ Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Emergenz als Ausdruck der „nicht reduzierbaren Eigenschaften höherer Ordnungsniveaus im Verhältnis zu den bestimmenden Gesetzmäßigkeiten niederer Ordnungsniveaus, auf denen die höheren operieren“³⁰⁶ und somit der neuen Qualität des Ganzen kann, nach Ansicht von Polanyi, auch zur Erklärung des Entstehens von Fehlern herangezogen werden.³⁰⁷

Erfahrung wird durch Wissenschaft nicht prinzipiell verdrängt, da die Verwissenschaftlichung selbst – so auch die Verwissenschaftlichung in der Konstruktionswissenschaft³⁰⁸ – an ihre Grenzen stößt, aber der Erfahrungsbegriff wandelt sich: Aufgrund der Verwissenschaftlichung der Praxis werden Erfahrungen im Umgang mit wissenschaftlichem Wissen notwendig. „In der Konstruktionsforschung wird Intuition bei der Vorgehensweise erfahrener Konstrukteure als wichtig anerkannt, gilt aber gegenüber einem explizit, rational diskursiven Vorgehen als unzuverlässig (...), mysteriös (...) und einem rationalen Diskurs nicht zugänglich. Folgt man demgegenüber der Argumentation von Polanyi, dann lässt sich mit dem Konzept impliziten Wissens eine Vorstellung über die Struktur von Intuition entwickeln. Konstruktionsprozesse hängen (...) wesentlich von Erfahrung ab und das heißt wohl genauer, von dem mit zunehmenden Fertigkeiten erworbenen impliziten Wissen.“³⁰⁹ Routinen allgemein müssen daher nicht unbedingt dumpfe Gewohnheit sein, auch wenn also alltägliche Routinen überwiegend auf der Anwendung von ‚*tacit knowledge*‘ beruhen, so werden routinisierte Tätigkeiten keineswegs „gedan-

³⁰⁰ siehe auch Kapitel 2.1 Lernen aus Schadensfällen.

³⁰¹ Wingert 1983, 112.

³⁰² Polanyi 1985. (englischsprachige Originalausgabe: 1966)

³⁰³ Polanyi 1985, 14. (englischsprachige Originalausgabe: 1966)

³⁰⁴ Die Unterscheidung geht auf Ryle zurück (vgl. Glock 1997, 44f.).

³⁰⁵ Polanyi 1985, 37.

³⁰⁶ van Treeck 2001, 3.

³⁰⁷ vgl. van Treeck 2001, 3.

³⁰⁸ vgl. Heymann/ Wengenroth 2002, 118.

³⁰⁹ Glock 1997, 45 mit Verweis auf Pahl und Beitz.

kenlos“ ausgeführt.³¹⁰ Zwischen Beliebigkeit und Reflexion gibt es noch „etwas“, eine Ahnung, die beispielsweise auch bei der Konstitution von Problemen zum Tragen kommt.

Die möglichen negativen Auswirkungen von Routinen wurden schon bei den Formen pathologischer Projektorganisationen angesprochen.³¹¹ Routinen haben eine Entlastungsfunktion und gleichzeitig fördern sie Betriebsblindheit. Dabei weisen Gewohnheiten und Gewohnheitswissen eine „paradoxe Relevanzstruktur“ auf, da sie einerseits aufgrund ihrer Ermöglichung des Rückgriffs auf Geschehenes von größter Relevanz sind, andererseits jedoch von untergeordneter Relevanz sind, weil ihnen keine Aufmerksamkeit mehr zukommt.³¹²

Aber Kreativität und Routine können „Freunde statt Feinde sein.“ Wenn Routinetätigkeiten systematisch aufgebaut sind, so werden Kapazitäten frei für kreatives Schaffen.³¹³ Daher schließen sich Routine und Kreativität nicht zwangsläufig aus. Es bedarf eines Praktikers, der reflektiert, welchen konkreten Konstruktionsbereichen welche Handlungsform angemessen ist.

1.2.4.2.6 Konstruieren zwischen Kreativität und Routine

In den bisherigen Ausführungen schwang direkt oder indirekt das Verhältnis zwischen Kreativität und Routine mit. Das Entwerfen von etwas vollkommen Neuem³¹⁴ und das Entwerfen durch Übertragung vorhandener Lösungen sind zu differenzieren. Nicht alle generativen Akte sind kreativ im originären Sinn.³¹⁵

„Kreatives Denken kann einfach in der Erkenntnis bestehen, dass es eine besondere Kunst ist, Dinge so zu tun, wie sie schon immer getan wurden.“³¹⁶ Dies gilt auch für das Entwerfen mithilfe des Computers: Vielfach kommen auch Routinen zum Tragen. Beispielsweise orientieren sich Ingenieurbüros an Musterlösungen: „Wir zeichnen ja generell auf AutoCAD, die Handzeichnung ist eine Geschichte von vorgestern. Und wenn man so lange im Geschäft ist und so viele Anlagen geplant und gebaut hat, gibt es natürlich einen Fundus von Vorlagen, die man immer wieder einmal aus der Schublade zieht. Aber im Prinzip ist doch jedes Becken wieder ein wenig anders.“³¹⁷ Gerade im Infrastrukturbau sind Musterlösungen wegen des Unikat- charakters der Anlagen nicht vorbehaltlos anwendbar.

Der Einsatz von Musterlösungen kann sich auf die Sicherheit positiv oder negativ auswirken. Positiv wirkt er dann, wenn die Übertragbarkeit genau so geprüft wird, wie bei einem voll-

³¹⁰ vgl. (Stefan) Beck 1997, 331.

³¹¹ siehe Kapitel 1.1.1.2.1.2 Etablierung gemeinsamer Sichtweisen über Organisationsgrenzen hinweg.

³¹² vgl. Glock 1997, 43.

³¹³ vgl. Behringer 1998, 127ff. in Bezug auf die alltägliche Lebensführung. Ein von Behringer beschriebenes Vorgehen ist es, alles Planbare in Form von Routinen auszuführen, um so möglichst viel Energie für Anspruchvolles zu haben.

³¹⁴ Dies kann unmöglich in Reinform vorkommen, da man immer auf etwas Altes aufbaut. So zeigte sich auch in der empirischen Untersuchung, dass in hoch innovativen Anlagen eine Vielzahl konventioneller Komponenten zu finden ist.

³¹⁵ vgl. Kapitel 1.1.2.1 Vergleich des Bauens mit Produktionsprozessen der stationären Industrie.

³¹⁶ Roger von Oech zitiert unter <http://web.utanet.at/jriedl/creativity.htm> (04.08.2003).

³¹⁷ Int. 54, 224.

kommen neuen Entwurf. Der reflektierte Einsatz von Musterlösungen ermöglicht dann Freiraum für andere sicherheitsbezogen schwierige Fragen. Der unreflektierte Einsatz von Musterlösungen kann hingegen Sicherheitsprobleme produzieren.

Die Rede von der Kreativität, dem Künstlerischen am Konstruieren, scheint zunächst einmal auf allgemeine Zustimmung zu stoßen, doch inwieweit kann diese Kreativität vermittelt werden? Über die Lehr- und Lernbarkeit³¹⁸ und die Methoden zur Vermittlung (abstrakte Systematisierung oder Lernen am theoretisch vorgetragenen oder praktisch durchgeführten Beispiel) entwickelte sich schon in den Anfängen der Konstruktionswissenschaft der sogenannte „Methodenstreit.“³¹⁹ Banse sieht diesen durch eine Synthese beendet, da es sich in der Ingenieurausbildung durchsetzte beispielsweise theoretische Lernformen wie Vorlesungen und Konstruktionsübungen am Reißbrett mit praktischen Lernformen wie Experimenten an technischen Objekten im natürlichen Maßstab oder unter wirklichkeitsnahen Bedingungen zu verbinden.³²⁰

1.2.4.2.7 Nichtverbalsprachliches Denken

Mit dem Begriff „Leitbild“ wurde schon die Bildfunktion, die visuelle Komponente des Generierens, angesprochen. Das nichtverbalsprachliche³²¹ Denken ist für Ingenieure äußerst wichtig.³²² „Der Plan ist die Sprache des Ingenieurs“ so die Redensart. Die Visualisierung mithilfe von Schemata und Modellen ist in der Konstruktionspraxis unverzichtbar. In den Sitzungen, die in der Empirie begleitet wurden, gab es immer wieder Diskussionspunkte, an denen die Beteiligten aufstanden, um sich gemeinsam vor den aufgehängten Plänen auszutauschen. Unter Sicherheitsgesichtspunkten spielen bei verfahrenstechnischen Anlagen „R und I Fließbilder“ eine große Rolle. „Das ist eigentlich der Kern von der ganzen Sache. So baut eigentlich auch die Planung von der (Nennung des Namens der Maschinenbaufirma) auf. Die machen erst mal solche Regelschemata. Das sind solche R+Is, die wir hunderttausend mal besprochen haben. Dann wird gesagt: So funktioniert die ganze Sache. Dadurch ist verfahrenstechnisch der Weg erst mal geklärt. Dann wird weiter überlegt, wenn man das so fahren muss, wie regelt man was. Da kamen dann die mess- und regeltechnischen Anlagenteile mit dazu. Und dann spricht man über die Frage, wie wird das alles miteinander verknüpft, verkettet. Welche Daten werden ausgetauscht? Welche Daten werden nur gelesen? Mit welcher Priorität ist das alles zu sehen? Insofern hat man eigentlich sicherheitstechnisch zwei große Bereiche: Zum einen wie gehe ich damit um, damit es nicht brennt. {Hält inne} Ach, im Grund ist es nur ein Sicherheitsbereich: Wie schütze ich meine Anlage mit dem ganzen teuren Geld, was wir hereingestopft haben, damit sie mir nicht um die Ohren fliegt und kaputt geht, nur weil ich zu blöd bin, sie zu fahren. Oder weil sie technisch so falsch ausgelegt ist, dass man sie einfach gar nicht fahren kann.“³²³

³¹⁸ vgl. Pahl 1995.

³¹⁹ vgl. König 1999, 10; Glock 1997, 11; ausführlich zur Historie des Methodenstreits siehe Banse 2000, 49.

³²⁰ vgl. Banse 2000, 49.

³²¹ In der Literatur ist zumeist vom „nichtsprachlichen“ Denken die Rede (z.B. Banse 2000, 49), hierbei bleibt jedoch unberücksichtigt, dass Sprachlichkeit nicht vollständig mit Verbalisierbarkeit gleichgesetzt werden kann.

³²² Nichtverbalsprachliches Denken wird beispielsweise von Mauersberger 2000 und Ferguson 1993 thematisiert.

³²³ Int. 40, 52; Nebenbei festgehalten: Anhand des aufgeführten Zitats wird der Sicherheitsbegriff des betreffenden Ingenieurs erkennbar: Er bezieht sich prototypisch auf die Integrität der Anlage. Seine Sicherheitsauffassung ist auf das (ökonomische) Eigeninteresse der Bauherrenseite zentriert.

R und I Fließbilder sind ein wichtiges ingenieurwissenschaftliches Konzept zur Überprüfung der Sicherheit.³²⁴

Nichtverbalsprachliches Denken ist aber nicht nur wichtig, um einen Überblick über komplexe Zusammenhänge zu erlangen, denn Visualisierungen sind nicht nur zur Darstellung der schon entworfenen Technik wichtig, sondern vielmehr in der vorgelagerten Phase. „Visionen“ zukünftiger Technik sind zu entwickeln. Der Ingenieur sieht Lösungen vor seinem „Inneren Auge“ (Ferguson).³²⁵ Hiermit wird „die Fähigkeit, sich eine noch nicht vorliegende, sondern erst kommende Lösung eines infrastrukturellen Problems in vielen Variationen vor Augen zu führen“³²⁶ beschrieben. „Erfinder und Konstrukteure arbeiten mit diesem ‚geistigen Auge‘, arbeiten genauso mit Intuition wie mit ihren intellektuellen Fähigkeiten.“³²⁷ In empirischen Untersuchungen (z.B. dem DFG-Projekt „Denkabläufe beim Konstruieren“) wurde erkannt, dass Ingenieurpraktiker auf externe und interne mentale Repräsentationen technischer Sachverhalte zurückgreifen und dabei Mischformen aus Bildern und Begriffen zum Tragen kommen.³²⁸ Visualisierungen als manifestiertes visuelles Denken, können in kommunikativer, didaktischer und kalkulatorischer Weise eingesetzt werden und ermöglichen eine erste wissenschaftliche Durchdringung der Technikobjekte.³²⁹ Ihr Schwerpunkt liegt jedoch nicht auf der Analyse des Konstruierten: „Pläne als ‚Schattengestalten‘ der kommenden Artefaktstruktur dieser vorauslaufend, haben eine primär formative Funktion. (...) Indem Pläne ein Ausdrucksmittel der Konstitution und Lösung konkreter infrastruktureller Probleme sind, unterliegen sie einem Prozess fortlaufender Differenzierung, Detaillierung, Änderung, Konkretisierung und stehen hierbei in Wechselbeziehung zu projektbezogenen Prozessen politischer Willensbildung, speziell auch der Formierung des Bauträgerwillens und der Interessenkoordination und der Organisation der Arbeitsteilung vieler Beteiligter.“³³⁰ Dabei sind die konkreten artefaktbezogenen Pläne eingebettet in ein gestuftes System von Planvorgaben.

1.2.4.2.8 Sicherheit durch Systematik

Die Ingenieurpraktiker haben in den Expertengesprächen betont, dass Sicherheit vor allem durch *systematisches Vorgehen* geschaffen werden könne. Das Auffinden aller relevanten Möglichkeiten (die Bestimmung der (Schadens-)Ereignisse) bildet dabei das größte Unsicherheits-Problem für Ingenieure. Abweichend hierzu, konnten in der Praxis keine auf Vollständigkeit bedachten systematischen Herangehensweise festgestellt werden. Echte Vollständigkeit ist ein Ideal, das – erkenntnistheoretisch begründbar – nicht zu erreichen ist. Aber das *Streben* nach Vollständigkeit (im Bewusstsein ihrer Unmöglichkeit) ist als eine professionelle Norm anzusehen. Viele Gesprächspartner in der empirischen Untersuchung wiesen auf die Wichtigkeit des systematischen, vollständigkeitsorientierten Handelns hin, welches sich aber in ihrer

³²⁴ siehe die ausführliche Beschreibung in Kapitel 2.3.1. Analysen zur Beschreibung des funktionierenden technischen Systems.

³²⁵ „Inner Eye“ wird in der deutschen Literatur sowohl mit dem „inneren Auge“ als auch mit dem „geistigen Auge“ übersetzt.

³²⁶ Ekardt 2001, 1.

³²⁷ Mauersberger 2000, 169.

³²⁸ vgl. Franke 1995.

³²⁹ vgl. Mauersberger 2000, 174.

³³⁰ Ekardt 1993, 27.

Praxis nicht verwirklichen lasse. Insbesondere die Gutachter betonten die Wichtigkeit des systematischen Vorgehens. Dies mag daran liegen, dass analysierende Tätigkeiten sich zum systematischen Vorgehen besser eignen als generierende Tätigkeiten. Allerdings unterliegen auch die Gutachter Einschränkungen: „Ja, es gibt vor allen Dingen Sachen, die ich theoretisch gerne so machen würde, die ich aber in der Praxis nicht so mache. Eine Sache, ich finde es wichtig, dass man systematisch vorgeht, dass man auch Checklisten und Ähnliches benutzt, um vollständig irgendwelche Sachen zu erfassen und nichts zu vergessen.“³³¹ Eine Gutachterin beschrieb, dass das eigentlich sinnvolle systematische Vorgehen aus Zeitgründen oft nicht möglich sei. So kann resümiert werden, dass in den empirisch begleiteten Infrastrukturprojekten kein auch nur annähernd verwirklichtes Streben nach Vollständigkeit bestand. Es wurde – gerade gegenteilig – bei *einer* gefundenen Lösung die Suche abgebrochen.³³² Man versuchte damit Transaktionskosten zu vermeiden.

1.2.4.2.9 Funktionalität und Dysfunktionalität

Auch generative Leistungen beziehen sich auf Funktionalität und Dysfunktionalität, wobei Schwerpunkte in der Herangehensweise gesetzt werden können. Technische Komponenten, die zur Herstellung der Funktionalität und solche, die zur Vermeidung der Dysfunktionalität dienen, können identisch sein. Zum einen wird Technik generiert im Hinblick auf die Funktionalität (wodurch Risiken gesetzt werden), zum anderen wird Technik generiert im Hinblick auf die mögliche Dysfunktionalität. Die Szenarien von möglichen Versagensmechanismen/ Schadensfällen, müssen genauso entworfen werden, wie das technische Objekt.³³³ Beim „Generieren für die Sicherheit“ wird diesen, vor dem geistigen Auge entworfenen Szenarien, durch Schutzmaßnahmen/ Sicherheitseinrichtungen, eingebettet in Sicherheitsstrategien und Sicherheitsphilosophien, zu begegnen versucht.

Zusätzliche Sicherheitseinrichtungen müssen nicht unbedingt eine Steigerung der Sicherheit bedeuten. Sicherheitseinrichtungen können sich auch als neue Unsicherheitsfaktoren entpuppen. Dies zeigte ein Beispiel in einer unserer Fallstudien, wo ein schwerer Zwischenfall (der letztlich auch mit zu der Entscheidung zur Aufgabe der Anlage geführt hat) auf eine zusätzliche Sicherheitseinrichtung zurückzuführen war, die eine unvorhergesehene Reaktionskette auslöste. Ähnliche Fälle sind aus der Untersuchung von Schadensfällen bekannt, da zusätzliche technische Zuverlässigkeit die menschliche Zuverlässigkeit mindern kann. Außerdem steigern zusätzliche Sicherheitseinrichtungen die Komplexität und auch ggf. die Unvertrautheit (Schutzparadoxon, Automatisierungsparadoxon³³⁴). Die aus diesem Beispiel verallgemeinerbare Kritik an Ingenieuren, dass sie „Technikrisiken mit Technik bekämpfen“ wollen, ist nicht neu. Nur welche Optionen außer der Unterlassung bleiben? Organisatorische Maßnahmen, wie sie von den Sozialwissenschaften oftmals zur Verbesserung der Sicherheit gefordert werden,³³⁵ können als flankierende Maßnahmen dienen, sie *alleine* können jedoch zumeist nicht Sicherheitsdefizite abbauen. Das Schutzparadoxon ist prinzipiell logisch nicht auflösbar.

³³¹ Int. 30, 164.

³³² vgl. Kapitel 1.2.4.2.2. Lösungsalternativen.

³³³ vgl. Kapitel 1.2.4.1 Konstituieren von Problemen.

³³⁴ vgl. hierzu auch Kapitel 2.1.2.1 Klassifikation von Ursachen.

³³⁵ vgl. Krücken 1996, 187.

1.2.4.2.10 Objektive Sicherheit und Sicherheitsaussagen

Im Folgenden wird das Verhältnis zwischen dem technischen Objekt und den Aussagen über dieses Objekt behandelt, wobei die Beschreibung des Verhältnisses dadurch kompliziert wird, dass ein Teilespekt des Objektes, nämlich seine Sicherheit, betrachtet wird. Technisches Konstruieren ist Objektivieren, Objektivität steckt in den Ingenieurkonstruktionen. Aussagen über Sicherheit und Risiko werden über soziale Konstruktionsleistungen von Ingenieuren oder anderen Gesellschaftsmitgliedern geschaffen. Zum sozial-konstruktivistischen Aspekt der Technikgenese gehört somit auch die Produktion von Aussagen sowohl in Bezug auf existierende als auch in Bezug auf antizipierte technische Objekte. Die entstehenden technischen Objekte bedürfen der handelnden Aneignung durch Ingenieure. Diese handelnde, subjektive Aneignung konvergiert gegen den „objektiven“ Status der Objekte.

Objektive Sicherheit und Sicherheitsaussagen. Durch die Konstruktion eines technischen Objektes wird die objektive Sicherheit erzeugt, durch Analyse- und Prüfprozeduren, während und zum Abschluss des Konstruktionsprozesses, werden Sicherheitsaussagen getroffen.³³⁶ Die objektive Sicherheit bildet den Bezugspunkt für Sicherheitsaussagen. Objektive Sicherheit kann als eine regulative Idee, als Basis für die Kritik von Sicherheitsaussagen angesehen werden, die für sich genommen nicht beschrieben werden kann. Es können aber Argumente dafür hervorgebracht werden, warum die eigene Sicherheitsaussage der objektiven Sicherheit am nahesten komme. „Mit einem guten oder schlechten Anlagenentwurf wird wesentlicher Einfluss auf die tatsächliche Sicherheit genommen, mit der anschließend produzierten Sicherheitsaussage legt der Anlagenentwerfer sich und Dritten gegenüber Rechenschaft über den Sicherheitstatbestand ab.“³³⁷ Kein Ingenieurpraktiker kommt darum herum, Sicherheitsaussagen, sicherheitsrelevante Werturteile, zu treffen. Die Verinnerlichung des Anspruchs, Sicherheitsaussagen zu erzeugen, ist von Bedeutung für deren Qualität. Sicherheitsaussagen der Ingenieure *gegenüber sich selbst* können jedoch nicht erzwungen und kontrolliert werden. Das Recht kann immer nur eine Vergewisserung gegenüber anderen, niemals aber eines Individuums gegenüber sich selbst durchsetzen. Es kann sie nur fordern. Die Sicherheitsaussagen sind von entscheidender Bedeutung, weil man über sie auch die objektive Sicherheit verbessern kann. Beim Entwerfen bringen Ingenieurpraktiker technische Artefakte mit spezifischer „objektiver Sicherheit“ (hinsichtlich seiner Ganzheit oder spezieller Systemeigenschaften) hervor. Dabei tragen auch die Sicherheitsaussagen zur Produktion der objektiven Sicherheit aufgrund des beschriebenen Kreisprozesses zwischen Entwurf und Bemessung bei, da Ergebnisse „von Sicherheitsaussagen gegebenenfalls Konsequenzen für den Anlagenentwurf und die Anlagenauslegung“³³⁸ bewirken.

Parallel zur Konzeptionierung von objektiver Sicherheit und Sicherheitsaussagen lässt sich das Verhältnis zwischen objektivem Risiko und Risikoaussagen beschreiben. Durch das Entwerfen entsteht erst ein Bezugspunkt für Risiken, die unvermeidlich gesetzt werden und die auf die Technik bezogenen Sicherheitspotenziale.

Objektive Risiken und Risikoaussagen. Es ist zu einem Allgemeinplatz geworden, dass Risiken konstruiert sind – individuell, sozial, kulturell, gesellschaftlich. Daher muss man sich stark ge-

³³⁶ vgl. Ekardt u.a. 2000, 89.

³³⁷ Ekardt u.a. 2000, 89.

³³⁸ Ekardt u.a. 2000, 89.

gen den Vorwurf verteidigen, hinter den erreichten sozialwissenschaftlichen Forschungsstand zurückzufallen, wenn man von „objektiven“ Risiken spricht.³³⁹ Doch mit der Rede von objektiven Risiken wird nicht behauptet, dass diese objektiv beschrieben werden könnten.

Der Begriff des objektiven Risikos ist hilfreich, da er es ermöglicht, den Aussagen über Risiken, Objekte gegenüber zu stellen. Dabei können Argumente dafür vorgebracht werden, warum die eigenen subjektiven Risikoaussagen dem objektiven Risiko wohl am nahesten kommen. Das objektive Risiko ist somit ein Bezugsbegriff, an dem sich „abgearbeitet“ werden kann. Er ist jedoch, sowohl für Ingenieurpraktiker, Ingenieurwissenschaftler als auch für Sozialwissenschaftler, schwer zu fassen. Ingenieure müssen in ihrer Praxis unausweichlich objektive Risiken setzen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie in allgemeiner systematischer Weise ihr Umgehen mit objektiver Sicherheit beschreiben können müssen.

Dieses Verständnis objektiven Risikos als Bezugspunkt für Risikoaussagen ist zu unterscheiden von dem traditionellen ingenieurwissenschaftlichen Verständnis des objektiven Risikos als einem quantifizierbaren Risikomaß. In den Ingenieurwissenschaften wird unter dem Begriff des „objektiven Risikos“, das (mithilfe der Risikoformel über die Multiplikation von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit) von Experten berechnete, quantifizierte Risiko³⁴⁰ verstanden, welches gegen das „subjektive Risiko“, die Risikowahrnehmung einzelner Individuen (von Laien), abgegrenzt wird. Was von den Ingenieurwissenschaften als „objektives Risiko“ bezeichnet wird, ist in der Terminologie dieser Arbeit eine Risikoaussage, die zudem wiederum von vielen kleinteiligen subjektiven sicherheitsrelevanten Werturteilen abhängig ist. Hierin liegt der Unterschied zum Verständnis des „objektiven Risikos“ der ingenieurwissenschaftlichen Berechnungen, die das objektive Risiko letztlich anhand eines Zahlenwertes überindividuell bestimmen wollen.

Die regulative Idee der objektiven Sicherheit ist immer auch das Resultat von sozialen Konstruktionen, denen bestimmte Institutionen, Denkgewohnheiten, Werte und Einstellungen zugrunde liegen.³⁴¹ Die Konkretisierung dieser Idee basiert auch auf dem Wissensstand einer Gesellschaft, auf kulturellen Werten, wirtschaftlichen Bedingungen sowie politischen Schwerpunktsetzungen.³⁴² Die Auseinandersetzung darüber, ob Risiken objektiv bestehen oder nur soziale Konstrukte sind, spiegelt die Debatte wieder, ob wissenschaftliche Erkenntnisse unabhängig von Betrachter und der Gesellschaft existieren.³⁴³ Im Sinne des sozialen Konstruktivismus kann davon ausgegangen werden, dass die Bewusstseinszustände und Handlungsmuster der Menschen das Resultat sozial-historischer Konstruktionen sind, die im sozialen Diskurs

³³⁹ vgl. beispielsweise die harsche Kritik von Japp 1999 an Grundmann 1999a und dessen Antwort in Grundmann 1999b.

³⁴⁰ vgl. Kuhlmann 2001, 10.

³⁴¹ vgl. Krohn/ Krücken 1993, 13.

³⁴² „Da Risiken soziale Konstrukte sind, wird die Thematisierung und Bewertung der Risiken unter anderem auch durch die soziale Situation der Betroffenen beeinflusst. Die gravierenden wirtschaftlichen und sozialen Problem, die neuen Anforderungen an das Leistungs- und Sozialverhalten, lassen die Umweltprobleme, die Reflexion technischer Risiken und die Sensibilität für globale und zivilisatorische Herausforderungen vorübergehend in den Hintergrund treten“ (Hunnius/ Klimmt 1993, 253).

³⁴³ vgl. Hacking 1999, 15ff.

produziert und ausgehandelt werden.³⁴⁴ Die „Welt“ wird durch unseren kognitiven und sozialen „Entschlüsselungsapparat“ dekodiert; das Entschlüsselte darf aber nicht mit dem unmittelbar gegebenen gleichgesetzt werden.³⁴⁵ Es gibt demnach keinen objektiven, sondern nur einen indirekten Zugang zur externalen Welt. Das entscheidende Kriterium für den Umgang mit der externalen Welt ist nicht die Objektivität, sondern die Viabilität, d.h. die Passfähigkeit und Nützlichkeit der Konstruktionen in Bezug auf den Umgang mit der Welt.³⁴⁶ In diesem Sinne könnte man formulieren, dass die Annäherung an die regulative Idee der objektiven Sicherheit dann am größten ist, wenn die Viabilität der Konstruktion sich in der Praxis am besten bewährt (funktionelle Betrachtungsweise). Der Begriff der objektiven Sicherheit kann so als gesellschaftsabhängige normative Zielgröße verstanden werden. Objektive Sicherheit, als regulative Idee verstanden, gibt somit eine Richtung der Beschreibung vor, deren Ausgestaltung jedoch immer wieder neu konkretisiert und ausgehandelt werden muss. Die Konstruktivismus/Objektivismus-Debatte wird so einer „pragmatischen“ Lösung zugeführt, indem der funktionelle Vorteil einer wissenschaftlich-statistischen Risikobestimmung hervorgehoben wird, jedoch ihre theoretische Sonderstellung bestritten wird, da der Begriff der objektiven Sicherheit und der der Risikobestimmung kulturoziologisch rekonstruiert wird. Risiken sind danach „ebenso objektiv wie sozial konstruiert, und dies in einem unauflöslichen Zusammenhang.“³⁴⁷

1.2.4.2.11 Sicherheitsrelevante Stopp- und Auswahlentscheidungen

Es wurde schon auf die Notwendigkeit von sicherheitsrelevanten Auswahl- und Stoppentscheidungen beim Konstituieren eingegangen. Auch beim Generieren müssen solche Entscheidungen getroffen werden. Es gibt keinen festen Punkt, an dem die Entwurfsarbeit abgeschlossen ist. Der nach oben offene Entwurfsaufwand muss durch eine verantwortete Stoppentscheidung begrenzt werden, da Sicherheitszugewinne durch Aufwandszugewinne erkauft werden müssen. Beide – Aufwand und Sicherheitszugewinn – müssen in einem annehmbaren Verhältnis stehen, das abwägungsbedürftig ist.

Parallel zum Konstituieren muss aus verschiedenen Alternativen – sofern diese generiert wurden – eine Alternative ausgewählt werden. Die Wahl (oftmals wird Risiko in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur als Wahl zwischen Alternativen verstanden, wodurch jedoch generativ-hervorbringende Aspekte verdeckt werden) wird durch individuelle Werturteile koordiniert, wobei vor allem professionelle Normen eine Hilfe darstellen können. Die sicherheitsrelevanten Stopp- und Auswahlentscheidungen werden aufgrund normativer Prämissen getroffen.

1.2.4.2.12 Einfluss von Normen auf generative Leistungen mit Sicherheitsbezug

Im Folgenden wird beschrieben, wie und in welchem Ausmaß generative Leistungen durch Normen geprägt werden können.³⁴⁸ Die subjektiven Leistungen beim Generieren von Entwür-

³⁴⁴ vgl. Schmidt 1996.

³⁴⁵ vgl. Popper 1974, 75ff.

³⁴⁶ vgl. Frindte 1995, 109.

³⁴⁷ Krohn/ Krücken 1993, 13.

³⁴⁸ Der Einfluss der Normen auf den Konstruktionsprozess als Ganzes wird im Kapitel 1.3 Normen in der Ingenieurpraxis behandelt.

fen in den wechselseitigen Schritten des Entwerfens und Bemessens werden von den rechtlichen, technischen und professionellen Normen in unterschiedlicher Weise beeinflusst. Hierfür werden im Folgenden drei Beispiele aus einem Expertengespräch gegeben:

Einfluss der rechtlichen Normen. „Frage: Die gegebenen Redundanzen, zwei Straßen, zwei Pumpen, drei Kaskaden usw. sind aber nirgendwo gesetzlich vorgeschrieben? Antwort: Nein, die sind nicht gesetzlich vorgeschrieben. Aber es ist gesetzlich vorgeschrieben, jederzeit die Abwasserreinigung sicherzustellen. Die Ablaufwerte gelten ja immer und daraus entwickelt sich das eigentlich alles. Sie können nicht sagen, wenn jetzt ein Becken außer Betrieb geht, und ich habe nur ein Becken, tut mir leid, geht eben nicht. Der Staatsanwalt und die Wasserbehörde werden das nicht akzeptieren. Und deswegen achtet man schon bei der Planung darauf, die Anlage immer mehrstraßig auszulegen.“³⁴⁹

Einfluss der technischen Normen. „Frage: Noch mal zurück zur Planung der Gesamtanlage. Diese Sicherheitsvorkehrungen, die Sie uns vorhin genannt hatten. Woran orientieren Sie sich bei der Auslegung, gibt es irgendwelches Regelwerk oder verfolgen Sie da eigene Konzepte? Antwort: Für die Bemessung der einzelnen Anlagenteile, sprich die Größe der Belebungsbecken, der Nachklärbecken, gibt es ein Regelwerk, das ATV Arbeitsblatt A 131, das berühmt Berüchtigte, das die Kläranlagen so teuer macht, wie die Kritiker meinen. Da sind Anweisungen drin, wie groß unter gewissen Rahmenbedingungen eine Belebung werden muss, welchen Durchmesser und welche Wassertiefe das Nachklärbecken haben muss usw.“³⁵⁰

Einfluss der professionellen Normen/ professioneller Richtigkeitsstandards. „Frage: Und das halten Sie auch für sinnvoll, dass man eher zwei gleiche Technologien nebeneinander setzt nach dem Motto: Das kann man leichter reparieren oder das Personal kennt sich aus (...)? Antwort: Genau, das sind ja die Beweggründe, möglichst bei einer Technik zu bleiben. Es macht ja keinen Sinn zu sagen, ich rüste ein Becken mit der Druckluft aus und das nächste mit Oberflächenbelüfter, das macht von der Lager- und Ersatzteilhaltung usw. überhaupt keinen Sinn.“³⁵¹

Eine Anmerkung zur letzten Gesprächspassage: Es wird noch weitergegangen und technische Komponenten werden zumeist nur von einem Hersteller bezogen. Es sollen also beispielsweise auf einer Kläranlage nicht Pumpen von fünf unterschiedlichen Herstellern zum Einsatz kommen. Das Bestreben, nach möglichst großer herstellerbezogener Homogenität der eingesetzten technischen Komponenten ist nicht rechtlich geregelt. Dies wäre wohl sogar aus vergaberechtlichen Gründen verboten. Und doch steigert eine solche Homogenität nach Einschätzung unserer Gesprächspartner die Sicherheit erheblich. Typ- und Herstellerhomogenität sind aus ingenieurpraktischer Perspektive eine wichtige Sicherheitsstrategie.

Ingenieure können beim Entwerfen in gewisser Weise selbst die technischen und rechtlichen Normen „bestimmen“, die relevant werden. Die normbestimmenden Wirkungen der Entwürfe sind auf der Konkretisierungsebene des Systementwurfs am größten: Wenn ein Ingenieur eine Stahlbrücke entwirft, so ruft er das Stahlregelwerk auf. Entscheidet er sich hingegen für eine Massivbaubrücke, so würden v.a. die technischen Normen in diesem Bereich aktiviert werden.

³⁴⁹ Int. 54, 58.

³⁵⁰ Int. 54, 70.

³⁵¹ Int. 54, 62.

Letztlich ist es jedoch unwahrscheinlich, dass ein Ingenieur ein Techniksystem *allein* in Antizipation der damit verbundenen rechtlichen und technischen Normen entwirft.

Der Entwurf ist, wie oben gezeigt wurde, schwer formal zu beeinflussen, insbesondere die Kreativität beim Schaffen von Alternativlösungen und beim Entwerfen möglicher Schadensmechanismen kann nicht erzwungen werden. Es können jedoch Versuche unternommen werden, solche Kreativität zu befördern. In der Konstruktionswissenschaft, die selbst die Schwierigkeiten einer direkten Anregung von kreativ-generativen Leistungen thematisiert, werden hierzu beispielsweise folgende Methoden wie Brainstorming, Methode 635, Galeriemethode, Delphi-Methode und Synektik diskutiert.³⁵²

Wie gezeigt, können rechtliche, technische und professionelle Normen auch den Entwurf beeinflussen. Doch der tatsächliche Zugriff der formalisierten Normen trifft weniger den Bereich des Entwerfens, sondern vielmehr den Bereich des Bemessens. Und hierin liegt eine grundlegende Schwierigkeit: Der Entwurf, der für die Sicherheit eine überaus große Bedeutung hat, kann nur unzureichend von den formaleren Normen – technischen, rechtlichen und expliziten professionellen Normen – erfasst werden. Da, wo am meisten für die Sicherheit getan werden kann, hat der Staat – diese Aussage ist bezogen auf die rechtlichen Normen – den geringsten Zugriff. Die Sicherheit liegt in den Händen von Ingenieuren, die sich an impliziten professionellen Normen orientieren.³⁵³

1.2.4.3 Implementieren von Problemlösungen

Auch beim Implementieren von Problemlösungen müssen sicherheitsrelevante subjektive Leistungen erbracht werden. Die durch Entwurf und Bemessung generierte Technik kann nicht unmittelbar so, wie sie generiert wurde, in eine Sachtechnik umgewandelt werden. Die in konkreten Projekten tätigen Ingenieure müssen die generierten Lösungen implementieren. Der Begriff des Implementierens umfasst den des Kontextualisierens. Rein *antizipative* Kontextualisierungsleistungen müssen schon beim Konstituieren und Generieren erbracht werden. Implementieren beschreibt die tatsächliche Umsetzung des Bauvorhabens und schließt die vorgelagerten antizipativen Kontextualisierungsleistungen ein. Die antizipativen Kontextualisierungsleistungen sind bei der Konstitution von Problemen und dem Generieren von Lösungen auf allen Konkretisierungsebenen notwendig. Bei der Implementation wird der zuvor antizipierte Kontext tatsächlich hergestellt. Hierbei kommt es unweigerlich zu Abweichungen zwischen Erwartungen und Realität bzw. zum Auftreten überhaupt nicht berücksichtiger Phänomene und Umstände.

Bei der Implementation müssen anlageninterne und anlagenexterne physische Gegebenheiten (z.B. die Baugrund-Bauwerk-Interaktion) und soziale Gegebenheiten beachtet werden.³⁵⁴ Zum sozialen Kontext gehören neben den in der Projektorganisation befindlichen individuellen und kollektiven Baubeteiligten auch die gesellschaftlichen inklusive der rechtlichen Normen.

Generell müssen die Baubeteiligten bei der Implementation baulicher Infrastrukturanlagen äußerst flexibel sein. Immer wieder müssen sie auf unvorhergesehene Lagen reagieren: Impro-

³⁵² vgl. Pahl/ Beitz 1997, 104ff.

³⁵³ vgl. Ekardt u.a. 2000.

³⁵⁴ vgl. Ekardt 2001, 4.

visation und „Trouble shooting“ sind an der Tagesordnung. Arbeitssituationen³⁵⁵ im Baubereich zeichnen sich durch die Durchbrechung einer vorherigen Planung aus. Auf Planung kann trotzdem nicht verzichtet werden. Sie ist gerade deshalb erforderlich, damit möglichst wenig Unerwartetes zu bewältigen ist. Denn tendenziell kann mit falschen Einschätzungen besser umgegangen werden als mit gänzlich Unerwartetem oder Vergessenen.

Die Implementation muss auch daher genauer betrachtet werden, weil im Implementationsprozess immer wieder Veränderungen gegenüber den ursprünglichen Plänen vorgenommen werden. Keine der empirisch untersuchten 7 Infrastrukturanlagen wurde so gebaut, wie sie geplant und genehmigt wurde. Dies zeigt auch, dass die Implementation keine einfache „Ausführung“ ist, sondern es in der Umsetzungsphase notwendiger Weise zu eigenen Konstruktionsleistungen kommen muss.

Das Erfordernis der Implementation bewirkt, dass auch vertraute Ingenieuraufgaben mit relativ vertrauten Lösungen trotzdem anspruchsvoll sein können. Nur aufgrund des Implementationserfordernisses entstehen Herausforderungen, die beim Bau innovativer Anlagen durch technologische Unvertrautheit verschärft werden können. Zudem enthalten konventionelle Anlagen oft auch innovative Anteile,³⁵⁶ genau wie umgekehrt innovative Anlagen konventionelle Komponenten enthalten können.

Bei der antizipativen Kontextualisierung muss beispielsweise auf die Ausführungssicherheit geachtet werden, denn ein sicherer Entwurf kann aufgrund schlechter Ausführung doch zu einem Schadensfall führen. Beispielsweise muss bedacht werden, ob ein recht anspruchsvolles Betonierungsverfahren für unterqualifizierte oder sprachlich nicht erreichbare Bauarbeiter herangezogen werden kann. Dann könnte als Konsequenz entweder das Verfahren verändert werden oder auf den Einsatz anderer, qualifizierterer, aber möglicherweise besser bezahlter, Bauarbeiter gedrängt werden. In der Implementation als tatsächlicher Kontextualisierung ginge es dann darum, die gute Umsetzung des anspruchsvollen Betonierungsverfahrens kontrollierend und helfend zu begleiten.

Bei der Implementation der entworfenen technischen Artefakte, entsprechend den antizipierten und faktischen physischen und sozialen Gegebenheiten, kommen vor allem (implizite) professionelle Normen zum Tragen, da rechtliche Normen und technische Normen sich größtenteils nicht zu übergeordneten sicherheitsrelevanten *Umsetzungsfragen* äußern. Dies meint nicht, dass professionelle Normen die größte Bedeutung in der Implementation im Vergleich zur Problemkonstitution und Lösungsgenerierung erlangen, sondern, dass unter allen in der Implementation relevanten Normen den professionellen Normen die größte Wirksamkeit zukommt. Dies bedeutet wiederum nicht, dass die rechtlichen Normen keine übergeordneten sicherheitsrelevanten Festlegungen treffen würden, sondern nur, dass kaum praktische Anleitungen zu deren Umsetzung vorzufinden sind.

Sind Brücken erst einmal gebaut, so sind die gefährlichsten Zustände, die Bauzustände, überwunden. Bei den stoffumwandelnden Anlagen hingegen liegen diese im Betrieb. Mit der gelungenen Implementation baulicher Anlagen sind also Sicherheitsüberlegungen keineswegs abgeschlossen. In der empirischen Erhebung wiesen die Befragten immer wieder darauf hin,

³⁵⁵ vgl. Ekardt/ Löffler/ Hengstenberg 1992, 229f.

³⁵⁶ siehe Kapitel 1.1.2.1 Vergleich des Bauens mit Produktionsprozessen der stationären Industrie.

dass es viele Beispiele dafür gebe, dass bei Anlagen, die „im Prinzip“ unter Sicherheitsgesichtspunkten gut gestaltet wären, mit der Zeit immer mehr Risiken entstanden seien. Dies läge beispielsweise an der mangelnden Wartung oder der mangelnden tagtäglichen Durchsetzung von organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen, aber auch an fehlenden Kontrollen, was diejenigen bestrafe, die sich korrekt verhalten.

1.2.5 Sicherheitsrelevanz sozialer, insbesondere kommunikativer Prozesse beim Konstruieren

In der Beschreibung des Konstruierens wurde die Bedeutung der sozialen Interaktion der einzelnen Ingenieure für die Sicherheit nachgezeichnet. Im Folgenden wird die Sicherheitskommunikation der Ingenieurpraxis zusammenfassend dargestellt, die in der sozialwissenschaftlichen Forschung bisher kaum thematisiert wurde. Dieser Darstellung geht zur Hintergrundeinordnung ein Exkurs über die sozialwissenschaftliche Risikokommunikationsforschung voraus, um die wenigen Erträge für die Ingenieurpraxis zu dokumentieren.

1.2.5.1 Exkurs zur sozialwissenschaftlichen Risikokommunikationsforschung

Die Risikokommunikationsforschung ist ein sich zunehmend etablierendes Gebiet, das sich aus drei Strängen speist: Technikforschung, Medienforschung (Publizistik- und Kommunikationswissenschaft) und betriebswirtschaftliche Forschungen zur Unternehmenskommunikation. Alle drei Gebiete nehmen zum Teil aufeinander Bezug. Allerdings setzen alle drei Gebiete eigene Schwerpunkte und definieren den Begriff der Risikokommunikation unterschiedlich.

Die Forschung zur Risikokommunikation befasst sich „mit der Wahrnehmung und Beurteilung von Risiken aus der Sicht der verschiedenen Akteure und Kommunikationsteilnehmer und mit den Entscheidungsprozessen, in denen Informationen über Risiken eine Rolle spielen.“³⁵⁷ Risikokommunikation kann allgemein verstanden werden als „ein Prozess des Vermittlens und Austauschens von Informationen zwischen den beteiligten Akteuren über Wahrnehmung, Definition, Bewertung und Umgang mit Risiken.“³⁵⁸ Risikokommunikation wird bevorzugt anhand von Technikbereichen mit qualitativ neuen Risiken (v.a. Atomtechnik, Gentechnik) untersucht. Als Akteure der Kommunikation stehen insbesondere Wissenschaftler und Bürger, gerade auch in ihrer Auseinandersetzung als Experten bzw. Laien im Mittelpunkt. Die aus der Technikforschung stammende Risikokommunikationsforschung weist weitreichende Überschneidungen mit der Risikowahrnehmungsforschung³⁵⁹ auf, insbesondere in der Untersuchung der Akzeptanz.

Alle drei Stränge befassen sich mittelbar oder unmittelbar mit Akzeptanzfragen. Während es bei der betriebswirtschaftlichen Beschäftigung mit Risikokommunikation um eine bessere Wahrnehmung des Unternehmens bei potenziellen Kunden, Anteilseignern und den eigenen Mitarbeitern geht, untersucht die Technikforschung die Auswirkungen von Kommunikation auf die Akzeptanz der Öffentlichkeit/ der Bevölkerung. Diese Wirkungen sind auch Anliegen der Medienforschung als Medienwirkungsforschung, nur stellt diese einen direkteren Zu-

³⁵⁷ Peters/ Wiedemann, zitiert nach Götsch 1994, 49.

³⁵⁸ Greiving 2002, 54.

³⁵⁹ siehe Kapitel 2.2.2.1.2.1 Risikowahrnehmung und Risikoakzeptanz.

sammenhang zwischen der Kommunikation über Massenmedien und der Risikowahrnehmung in der Öffentlichkeit her.

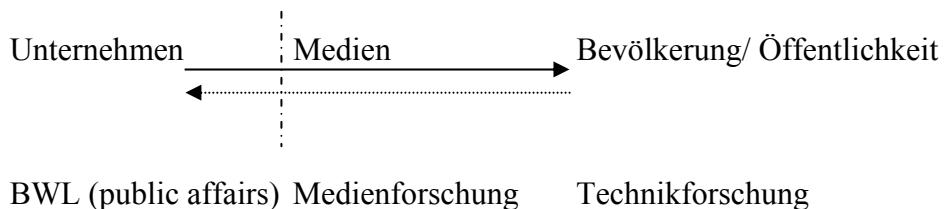


Abbildung 1: Akteure der Risikokommunikation und damit korrespondierende wissenschaftliche Forschungsbereiche.

Unternehmen, die sich bewusst der Risikokommunikation verschrieben haben, wollen bzw. sollen im Vorfeld von Schadensereignissen, aber auch während dieser, die Bevölkerung informieren, vor allem um etwaigen Imageverlusten durch eine offene „Informationspolitik,“ die zumeist von Unternehmenseinheiten für public relations oder public affairs gestaltet wird, frühzeitig entgegenwirken. Dazu zählen auch Informationen über die Sicherheitsbemühungen – hierbei insbesondere Umweltschutzbemühungen – auch in den Zeiten des „Normalbetriebs.“ Fast alle großen Unternehmen der stationären Industrie – in der Bauwirtschaft besteht diesbezüglich noch großer Nachholbedarf³⁶⁰ – geben mittlerweile einen Umweltbericht heraus. Diese Aufgabe wird von den Unternehmen selbst als Risikokommunikation verstanden.

Mittlerweile hat der VDI unter Leitung von Peter M. Wiedemann vom Forschungszentrum Jülich, der gleichzeitig Vorsitzender des VDI-Ausschusses „Technik-Risiko-Kommunikation“ ist, einen Leitfaden zur Risikokommunikation für Unternehmen erarbeitet.³⁶¹ Darin wird besondere Aufmerksamkeit der „Kommunikation in der Krise,“ also zumeist während eines Störfalls, und der organisatorischen Anbindung der Risikokommunikation gegeben. Vorbereitet wird dies durch die Darstellung der generellen Erkenntnisse der Risikokommunikations- und Risikoakzeptanzforschung. In anderen Ländern wird diese Form der Risikokommunikation auch staatlicherseits gefördert. So formulierten beispielsweise Covello und Allen im Auftrag der Environment Protection Agency sieben Regeln (Cardinal Rules) der Risikokommunikation.³⁶²

Der Strang der kommunikationswissenschaftlichen Forschung untersucht als Hauptthemen die Prägung der öffentlichen Meinung und damit auch der Risikowahrnehmung durch die Massenmedien, speziell die Faktoren für die Glaubwürdigkeit von Informationen und die Präsenz bestimmter Themen, insbesondere Katastrophen in den Massenmedien. Zusätzlich wird die Seite der Informationsvermittlung betrachtet, also etwa die Auswahl von Beiträgen, die Art

³⁶⁰ So kommt ein „ranking“ von Umweltberichten in der deutschen Wirtschaft zu dem traurigen Ergebnis: „Die Baubranche trägt die rote Laterne, was angesichts der hohen Bedeutung des Bauens, zum Beispiel für den Klimaschutz, ärgerlich ist.“ <http://www.ranking-umweltberichte.de/bau.html> (06.12.2002) Von den acht untersuchten Bauunternehmungen Philipp Holzmann, Hochtief, Readymix, Bilfinger + Berger, Dyckerhoff, Heidelzement, Strabag und Walter Bau hatte lediglich das erstgenannte Bauunternehmen einen Umweltbericht, mit dem es zudem einen der unteren Plätze im Gesamtranking belegte.

³⁶¹ vgl. http://www.fz-juelich.de/mut/vdi/vdi_bericht/vorwort_1.html (10.03.2003).

³⁶² Abdruck der Regeln in Greiving 2002 58f. nach Covello/ Allen 1997.

der Berichterstattung und die Rolle der Kommunikatoren. Generell wird den Massenmedien ein großer Einfluss zugesprochen, auch wenn in der Publizistik- und Kommunikationswissenschaft dieses „Urthema“ stark umstritten ist. Gleichwohl wird insgesamt davon ausgegangen, „dass die Wahrnehmung von Risiken unter Bedingungen der modernen Gesellschaft weitestgehend informationsvermittelt ist und in starkem Maße von den Bedingungen der Informationsauswahl und der Informationsdarstellung abhängt.“³⁶³ Die Medien prägen demnach die individuelle Risikowahrnehmung: „Die öffentliche Meinung hat für die Risikowahrnehmung sowohl eine normative als auch eine kognitive Funktion. *Normativ*, also Maßstäbe setzend, wirkt sie insoweit, als die Einzelnen in der Gesellschaft sich unter einem gewissen Erwartungsdruck fühlen: Wenn eine Äußerung mit einer von vielen getragenen Meinung übereinstimmt, kann man sich ziemlich sicher sein, dass man damit in einem Gespräch keine Überraschung auslöst und nicht gezwungen wird, seine abweichende Meinung zu rechtfertigen (...). *Kognitiv*, also für das Wissen, ist die öffentliche Meinung insofern von Bedeutung, als sie die Aufgabe hat, Informationen zu überbringen.“³⁶⁴

Katastrophen haben einen hohen Nachrichtenwert.³⁶⁵ Dies hängt mit der Struktur des Programms und offensichtlich auch den Informationsbedürfnissen zusammen: „Für uns ist (...) der Sachverhalt schon fast selbstverständlich geworden, dass Katastrophen weitaus mehr Raum in Film und Fernsehen einnehmen, als ihnen im wirklichen Alltag zukommt. Diese Problematik gehört zum Themenbereich der Selektionskriterien von Dokumentations- und Nachrichtensendungen in der ‚Risikogesellschaft‘ und der Erwartungen des Medienpublikums.“³⁶⁶

Große Schadensereignisse emotionalisieren die Bevölkerung. Vielleicht gerade wegen der Fixierung auf emotionale Wogen verlieren einige Medien an Glaubwürdigkeit. Krücken betont die Rolle des Vertrauens bei der Risikokommunikation mit der Bevölkerung³⁶⁷ und kommt zu dem Ergebnis: „Mit dem Versuch, direkt um Vertrauen zu werben, wird vielfach das Gegenteil des Angestrebten erreicht. Risikokommunikation kann paradoxe Effekte erzeugen.“³⁶⁸ Untersuchungen haben ergeben, dass die Glaubwürdigkeit der Institutionen, die über Risiken informieren (z.B. staatliche Stellen, Unternehmen, Umweltverbände), entscheidend für die Risikobewertung der Bevölkerung ist.³⁶⁹ Gleches gilt für den Übermittler von Nachrichten. Die Glaubwürdigkeit des Senders ist wichtiger als die Inhalte, die transportiert werden, wenn es darum geht, um Vertrauen für eine Technik zu werben.³⁷⁰

Risikokommunikationsforschung wird auch mit dem Ziel der Akzeptanzbeschaffung verbunden. Hiermit macht sich die Risikokommunikationsforschung, als Teil der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung, in den Augen einiger Autoren angreifbar.³⁷¹ Eine Reduktion der Ziele

³⁶³ Bechmann/ Wolf 1993, 18.

³⁶⁴ Bechmann/ Wolf 1993, 17 – Hervorhebungen im Original.

³⁶⁵ vgl. Grundmann 1999, 50.

³⁶⁶ Beckenbach 1994, 163.

³⁶⁷ vgl. Krücken 1996, 198ff.

³⁶⁸ Krücken 1996, 191.

³⁶⁹ Krohn/ Krücken 1993, 32 unter Verweis auf Wynne.

³⁷⁰ vgl. Götsch 1994, 25f.

³⁷¹ zur allgemeinen Kritik an der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung als Akzeptanzbeschaffer siehe Kapitel 3.1.1.1.3 Selbst- und fremdgestellte Aufgaben der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung.

der Risikokommunikation allein auf Akzeptanz ist jedoch zum Teil unberechtigt. Als ein übergeordnetes Ziel der Risikokommunikationsforschung wird ein besserer Austausch über unterschiedliche Meinungen zu technischen Risiken beschrieben. „Risikokommunikation wird als Schlüssel zur diskursiven Lösung unterschiedlicher, ja gegensätzlicher Positionen gepriesen.“³⁷² Ein solches Verständnis von Risikokommunikation zielt neben der Schaffung von Akzeptanz auch auf die Veränderung des Diskussionsgegenstandes aufgrund von Kompromissbildung, die beispielsweise über Mediationsverfahren erleichtert werden kann.

Die Risikokommunikationsforschung wurde zudem kritisiert, zu wenig eigenen theoretischen und methodischen background aufzuweisen: Sie besitze „kein klares Forschungsprogramm“, sondern sei „aus recht unterschiedlich ansetzenden Beiträgen zusammengefügt, die das Selbstverständnis anwendungsnaher Wahrnehmungs- und Akzeptanzforschung teilen.“³⁷³ In der Risikokommunikationsforschung (zumindest in ihren technik- und kommunikationsforschungsorientierten Strängen) zeichnen sich, trotz ihrer Heterogenität gewisse *Grundstrukturen* ab, die hier noch einmal zusammenfassend festgehalten werden: Sie bezieht sich *weniger* auf konkrete Anlagen – dies aber in starkem Maß nach „spektakulären“ Schadensereignissen³⁷⁴ –, sondern zunächst einmal auf Techniken als Ganzes (z.B. Gentechnik, Atomtechnik),³⁷⁵ als Akteure werden vor allem Experten, in Abgrenzung zu Laien, betrachtet³⁷⁶ und die betrachtete Kommunikation ist durch von Massenmedien vermittelt.³⁷⁷ Experten werden zumeist nur in Abgrenzung zu Laien beschrieben; *differenzierte* Untersuchungen über die Risikowahrnehmung von Experten als eigene Gruppe (Wissenschaftlern, Beratern und natürlich auch Experten in der Anlagengenese (Ingenieuren)) fehlen weitgehend.

1.2.5.2 Subjektive Leistungen im Team – Sicherheitskommunikation in der Anlagengenese

Die Kommunikation der an der Genese einer technischen Infrastrukturanlage Beteiligten ist ein kleinteiligerer Forschungsgegenstand als die gesellschaftlich-mediale Risikokommunikation in der sozialwissenschaftlichen Literatur.³⁷⁸ Ansätze zur Risikokommunikationsforschung, die die organisationale Kommunikation in der Anlagengenese untersuchen, sind zu bestärken und zu erweitern um die Betrachtung interpersonaler Kommunikation im Anlagenbau. In dieser Arbeit wird – unter Aneignung der Perspektive der Ingenieurpraktiker, die ganz überwiegend den Sicherheitsbegriff (und weniger den Risikobegriff) verwenden – von „Sicherheitskommunikation“ gesprochen. Die Sicherheitskommunikation gewinnt zunehmend an Bedeutung, auch da sich das Projektmanagement in einem Wandlungsprozess befindet.

³⁷² Banse 1996a, 9.

³⁷³ Krohn/ Krücken 1993, 32.

³⁷⁴ z.B. Bonfadelli 2000, 261 ff.

³⁷⁵ vgl. Aretz 1993.

³⁷⁶ zur Experten-Laien-Problematik siehe Kapitel 2.2.2.1.2 Exkurs zur Risikoakzeptanzforschung.

³⁷⁷ vgl. Wiedemann/ Rohrmann/ Jungermann 1991.

³⁷⁸ Eine Ausnahme bildet Fietkau 1990, der sich auch auf die interpersonale Kommunikation über Risiken bezieht. Allerdings behandelt er die interpersonale Risikokommunikation im *Verlauf* von Störfällen, setzt also einen Schwerpunkt auf den Anlagenbetrieb, aber nicht auf die Kommunikation über im Prozess der Anlagengenese antizipierte Risiken.

Ein modernes Projektmanagement ist mit verstärkten Kommunikationserfordernissen verbunden. Die Zusammenarbeit innerhalb und zwischen Organisationen wird oftmals durch zentrale Personen koordiniert. Sie sind wichtig für die Kommunikation im Projekt insgesamt und damit auch für die Sicherheitskommunikation. Erstaunlicherweise bezeichneten sich, in einigen der Fallstudien-Bauprojekte, *mehrere* Personen unterschiedlicher Stammorganisationen (Bauherr, beratendes Ingenieurbüro, ausführendes Unternehmen) als zentralen „Projektkoordinator,“³⁷⁹ obwohl die Vermutung nahe liegt, dass nur *eine* Person die Koordinatoraufgabe übernehmen kann. Dies kann damit zusammenhängen, dass sie sich als Koordinator für ihre Organisation auffassen bzw. ihre Organisation als den für das gesamte Bauprojekt entscheidenden kollektiven Akteur ansehen.

Es zeigte sich, dass Projektkoordinatoren sowohl bei Konflikten zwischen Vertretern verschiedener Organisation als auch – allerdings in erheblich geringerem Ausmaß – zwischen Vertretern verschiedener Professionen vermittelten. Die Fähigkeit zum Perspektivenwechsel scheint ein grundlegendes Erfordernis der Ingenieurarbeit zu sein. Dabei ist es nicht nur wichtig, sich in das Gegenüber hineinzuversetzen, sondern auch in einer angemessenen Weise miteinander zu kommunizieren. Kommunikative Kompetenzen wurden von den meisten der befragten Baubeteiligten als sehr wichtig angesehen, wobei oftmals die mangelnde Vermittlung in der Ingenieurausbildung und insgesamt das als stark unzureichend empfundene Kommunikationsniveau beklagt wurde. Direkte Kommunikation findet oft über Telefon, vor Ort an der Baustelle und umfangreich in den Planungssitzungen statt.

Es ist erstaunlich, dass fast keine sozialwissenschaftlichen Studien zu Abläufen in technischen Planungssitzungen vorliegen. In solchen Sitzungen werden zumeist implizit gemeinsame Sichtweisen entwickelt. Diese direkte Kommunikation spielt für die Sicherheit eine große Rolle. So fragte beispielsweise ein die Bauherrenseite vertretender Bauingenieur in einer Sitzung, in der um eine sicherheitsrelevante Komponente gestritten wurde: „Ja, was ist denn eigentlich unsere Sicherheitsphilosophie? Wir haben doch alles redundant ausgeschrieben, dachte ich.“³⁸⁰ Zur „Sicherheitskommunikation“³⁸¹ zwischen den Baubeteiligten zählen, neben dem direkten Austausch in Sitzungen und Einzel-Besprechungen, auch der indirekte Austausch in Papierform. Hierbei handelt es sich sowohl um Papiere, die rechtlich gefordert sind, wie Genehmigungen, Gutachten und solche, die ohne Forderung von außen erstellt werden, wie Protokolle und Briefe. Außerdem spielen Pläne eine sehr wichtige Rolle in der Sicherheitskommunikation.³⁸² Rechtliche Normen legen den obersten formalen Rahmen der Sicherheitskommunikation fest.

Die ausdrückliche Aufforderung zum „Nachdenken“ über Sicherheit kann als äußerst wichtig angesehen werden. Der Anstoß individueller Reflexionsprozesse bildet die Grundlage einer Kommunikation über Risiko- und Sicherheitsprobleme *in expliziter Weise*, die nach den empirischen Beobachtungen noch stark verbessерungsbedürftig ist. Das oben zitierte Beispiel ist insofern als eine die Regel bestätigende Ausnahme anzusehen. Sicherheitsfragen werden

³⁷⁹ z.B. Int. 40, 60, 68.

³⁸⁰ vgl. Sitzungsprotokoll; zur Dokumentation des Beispiel s siehe auch Kapitel 1.3.2.3 Wirkungsweisen technischer Normen.

³⁸¹ siehe auch Kapitel 1.2.5 Sicherheitsrelevanz sozialer, insbesondere kommunikativer Prozesse.

³⁸² siehe hierzu ausführlich Kapitel 1.2.4.2.7 Nichtverbalsprachliches Denken.

zumeist objektorientiert und dabei implizit behandelt. Solche objektorientierten Betrachtungen können freilich Präzedenzcharakter für künftige ähnliche Problemlösungen haben.

Ein Ergebnis der Untersuchung ist es, dass die Qualität der Sicherheitskommunikation der Baubeteiligten insbesondere von dem individuellen Bewusstsein für Sicherheit und der expliziten Thematisierung von Sicherheit abhängt. Daraus kann die Forderung entwickelt werden, die explizite Sicherheitskommunikation der Beteiligten anzuregen. Die Entwicklung praxisnaher Modelle zur Anregung von Sicherheitskommunikation sollte vorangetrieben werden, wobei sozialwissenschaftliche Arbeiten jedoch nur eine Hilfestellung anbieten können und auf eine enorme Unterstützung durch ingenieurwissenschaftliche Arbeiten angewiesen wären. Ingenieurwissenschaftliche Arbeiten ihrerseits, die bisher zumeist auch nur implizit über Sicherheit arbeiten, könnten bei einer interdisziplinären Modellbildung eine Führungsrolle übernehmen. Ingenieurwissenschaftliche Arbeiten behandeln bisher die explizite ingenieurpraktische Sicherheitskommunikation so gut wie nicht. Dies ist auch damit zu erklären, dass viele ingenieurwissenschaftliche Arbeiten die technischen Objekte und weniger die konkreten Produktionsprozesse in den Mittelpunkt stellen. Eine Ausnahme bilden allenfalls die Arbeiten zum Projektmanagement, die jedoch zentral auf eine verbesserte Arbeitsorganisation und allenfalls nachrangig auf eine Verbesserung der Sicherheit abzielen. Hier böte sich ein Raum für die eine Aufnahme sicherheitskommunikativer Ideen.

1.2.6 Zusammenfassung zur Berücksichtigung von sicherheitsrelevanten Sach- und Wertaspekten

Technisches Handeln ist unhintergehbar normativ und ein nicht unerheblicher Teil der normativen Zwangspunkte weist Sicherheitsbezüge auf. Die Arbeit von (Bau)Ingenieuren wirft berufsmoralische Fragen auf, die nicht *nicht* beantwortet werden können³⁸³ und sicherheitsrelevant sein können. Die Praxis des Konstruierens wird in allen drei Schritten normativ beeinflusst. Der Zwang zur Normativität ist sachlogisch begründet. Die Fragen, die sich notwendiger- und unumgehbarer Weise im Arbeitsprozess ergeben, können teilweise durch die Orientierung an Sollenssätzen rechtlicher, technischer oder professioneller Art beantwortet werden. Somit ist der Ingenieur mit normativen Sicherheitsfragen zweifach konfrontiert: erstens, weil sie sich aufgrund der Arbeitsstofflichkeit stellen und zweitens, weil Orientierungshilfen existieren, die Gültigkeit beanspruchen.

Die Beschreibung des Konstruierens in der Ingenieurpraxis fußt auf einer Interpretation der empirischen Untersuchung mit Hilfe der sozial- und ingenieurwissenschaftlichen Konstruktionsforschung. Daher soll an dieser Stelle auch ein Resümee über die Berücksichtigung von Sach- und Wertaspekten in diesen wissenschaftlichen Bereichen gezogen werden.

In der Ingenieurpraxis³⁸⁴ lassen sich Vorstellungen von der Wertfreiheit von Technik finden, von denen zu vermuten ist, dass sie mit technikdeterministischen und technokratischen Vorstellungen verbunden sind. Allerdings sind die in den fünf Thesen beschriebenen Vorstellungen³⁸⁵ nicht zwangsweise miteinander verbunden. Jemand, der beispielsweise davon ausgeht, dass es eine Eigenlogik gibt, muss nicht zwangsweise glauben, dass die in Eigenlogik entstan-

³⁸³ vgl. Vorlage Ekardt 17.02.1998.

³⁸⁴ wie auch in der Ingenieurwissenschaft.

³⁸⁵ siehe Kapitel 1.2.1.2 Ingenieure zur vermeintlichen Wertfreiheit der Ingenieurpraxis.

dene Technik wertfrei ist; ebenso wenig muss er der technokratischen Vorstellung anhängen, dass eine gesellschaftliche Steuerung durch „rationale Experten“ erstrebenswert ist. Festzuhalten bleibt, dass die diskutierten Thesen, die in der Techniksoziologie nahezu einvernehmlich als überholt angesehen werden, von einem Teil der Ingenieure in der Ingenieurpraxis (und, wie in Kapitel 2 gezeigt wird, auch in der Ingenieurwissenschaft) als relevant angesehen werden. Die dargelegten grundlegenden Sichtweisen von Technik beeinflussen natürlich auch die Beschreibung des Konstruktionshandelns und des Verständnisses von Sicherheit.

Auch ingenieurwissenschaftliche Veröffentlichungen beschäftigen sich zum Beispiel in Abschnitten mit dem „Bewerten.“ Hierbei werden allerdings fast ausschließlich ökonomische Nutzen-Bewertungen beispielsweise unterschiedlicher Lösungsalternativen behandelt.³⁸⁶ Beachtenswerte Ansätze zu einer umfassenderen ingeniermäßigen Technikbewertung, wie sie schon seit langer Zeit von Autoren wie Detzer oder Duddek vertreten werden oder die Entwicklung der VDI-Richtlinie 3780,³⁸⁷ beziehen sich allerdings nicht konkret auf die Konstruktionspraxis, sondern behandeln das Sicherheitsthema übergreifend. Ihre Technikbewertung bezieht sich auf das zuvor konstruierte Artefakt und nicht auf die den ganzen Konstruktionsprozess begleitenden Werturteile.

In sozialwissenschaftlichen Veröffentlichungen hingegen werden Wertaspekte der Technik ausführlich behandelt, jedoch Sachaspekte stark ausgeblendet, wodurch der Blick auf sachlogische Bedingtheit sicherheitsrelevanter Werturteile getrübt wird. Die ingenieurwissenschaftliche Konstruktionsforschung mit ihren Ablaufdiagrammen und Phasenmodellen neigt dazu, die Wertbehaftetheit aus dem Auge zu verlieren, wohingegen die sozialwissenschaftliche Konstruktionsforschung dazu neigt, die sachlogischen Grundlagen des Konstruierens zu übersehen. Die generelle Kritik an der sozialwissenschaftlichen Konstruktionsforschung und der ingenieurwissenschaftlichen Konstruktionsforschung lautet: Die eine ist auf dem „Wertauge“, die andere auf dem „Sachauge“, wenn nicht blind, so doch sehbehindert. Die Vernachlässigung von Sachaspekten durch die Sozialwissenschaften und die Vernachlässigung von Wertaspekten durch die Ingenieurwissenschaften im konkreten Konstruktionsprozess ist im Übrigen nicht erstaunlich, da beide Disziplinen sich dem Aspektbereich zuwenden, der ihrer „Mutterdisziplin“ näher liegt. Literatur genereller Art, über Technik oder Verantwortung, existiert in beiden Bereichen, es fehlt jedoch der Bezug auf eine konkrete Praxis. Vorausgehend wurden Ansätze für eine solche techniknähere Beschreibung aufgezeigt.

³⁸⁶ vgl. z.B. Pahl/ Beitz 1997, 133.

³⁸⁷ vgl. VDI 1999, siehe auch Kapitel 3.1.2 Potenziale für interdisziplinäres Lernen.

1.3 Normen in der Ingenieurpraxis oder: Woran können sich die handelnden Akteure in ihrer notwendig sicherheitsrelevanten normativen Praxis der Anlagengenese orientieren – und woran orientieren sie sich tatsächlich?

In diesem Kapitel werden die Normen dargestellt, die auf die Ingenieurpraxis bezogen sind. Wie in allen gesellschaftlichen Bereichen bestehen auch in der Ingenieurpraxis Unterschiede zwischen dem Normativen und dem Faktischen. Diese Unterschiede werden für die einzelnen Normbereiche anhand des empirischen Materials herausgearbeitet.

Die Ingenieure werden in ihrer notwendig sicherheitsrelevanten Praxis durch Normen unterstützt. Zu den unterschiedlichen Arten von sozialen Normen, die in der Ingenieurpraxis von Bedeutung sind, zählen rechtliche,³⁸⁸ technische und professionelle Normen. Den den Ingenieuren „näheren“ Normen, den technischen und professionellen Normen, wird dabei auch schon rein quantitativ größere Aufmerksamkeit gewidmet.

Normenverständnis

In einer Näherungsdefinition³⁸⁹ werden soziale Normen als Verhaltenserwartungen verstanden, die auch kontrafaktisch aufrecht erhalten werden, in Form von positiv konnotierten und verallgemeinerbaren Sollensätzen ausgedrückt werden können und mindestens von einer relevanten Gruppe intersubjektiv geteilt und als allgemeinverbindlich anerkannt werden. Diese Sollensätze müssen dekontextualisiert sein, um allgemein herangezogen werden zu können. In der Anwendung müssen sie rekontextualisiert werden. Die verschiedenen Sollensätze – aus den rechtlichen, technischen, professionellen Normen, die für die Ingenieurpraxis bestimmt sind – müssen individuell gewichtet werden.

In einer konkreten Anwendungssituation ist der Rückgriff auf eine Fülle normativer Sätze nötig und möglich, die auch (auf der gleichen oder unterschiedlichen Konkretisierungsebene) zu gelegentlichen Handlungsempfehlungen, zu Normenkollisionen, führen können. Dies ist eher die Regel, denn die Ausnahme. Die handelnde Person muss innerhalb von Sets normativer Anforderungen abwägen. Generell müssen Ingenieure in allen drei Schritten des Konstruierens (beim Konstituieren, Generieren, Implementieren) mit Normen umgehen. Normen werden dabei subjektiv vermittelt wirksam, da aus sachlichen Gründen eine vollkommen unreflektierte Normenbefolgung nicht möglich ist.³⁹⁰ Der Grad der Reflexion über Normen ist dabei in der In-

³⁸⁸ Schon seit den Ursprüngen der Rechtssoziologie (beispielsweise bei Durkheim, Ehrlich, Geiger, Weber) wird das Recht als eine Sonderform sozialer Normen aufgefasst (vgl. Raiser 1987, 230f.). Als eine „Besonderheit des Rechts gegenüber anderen sozialen Normensystemen“ (Kausch 1991, 13) wird die Möglichkeit seiner Durchsetzung in einem institutionalisierten Verfahren mit festgelegten Handlungsorganen angesehen.

³⁸⁹ Es werden wenig grundsätzliche, definitorische und rechtfertigende Überlegungen zu Normen und Normativität (Moral, Werten, Ethik und Verantwortung) angestellt. Derartige Überlegungen zu normativen Begriffen, die Rezeption der unterschiedlichen theoretischen Ansätze, die sich mit Normativität auseinandersetzen und die Darstellung unterschiedlicher Konzepte zum Verhältnis der Begriffe Normen, Werte, Ethik und Verantwortung, würden den Rahmen der Arbeit sprengen.

³⁹⁰ vgl. Ekardt 2001, 5.

genieurpraxis unterschiedlich ausgeprägt. Letztlich lässt sich eine Typologie der Normanwender erstellen.

Sicherheitsphilosophien und Steuerungskonzepte

Mit Normen ist ein Steuerungsanspruch, der sich auch auf die Sicherheit beziehen kann, verbunden. Die normative Steuerung technischer Risiken aus gesellschaftlicher Perspektive hinsichtlich der Sicherheit im ganzheitlichen, im die vier Dimensionen von Sicherheit umfassenden, Sinne, ist bei den drei betrachteten sozialen Normenarten unterschiedlich ausgeprägt. Es können für rechtliche, technische und professionelle Normen allgemeine Steuerungskonzepte und auf Sicherheit bezogene spezielle Steuerungskonzepte rekonstruiert werden, welche implizit auf Sicherheitsphilosophien aufbauen. Sicherheitsphilosophien und Steuerungskonzepte wurden in definitorisch-theoretischer Hinsicht im dieser Arbeit vorauslaufenden Forschungsprojektes ausführlich behandelt.³⁹¹ Daher sollen sie hier nur in knapper, zusammenfassender Form eingeführt werden.

Die Sicherheitsphilosophie³⁹² ist idealerweise ein in sich weitgehend geschlossenes Konzept, welches der Definition und Analyse von Sicherheit dient. „Sicherheitsphilosophien sollen vor allem Risikoprobleme strukturieren, unübersichtliche Risikofelder ausgrenzen, ein praktikables Konzept von Sicherheit begründen.“³⁹³ Aus Sicherheitsphilosophien sollen verallgemeinerungsfähige Kriterien für die Sicherheitspraxis ableitbar sein, so dass durch sie letztlich die Bearbeitung sicherheitsrelevanter Fragestellungen unterstützt werden kann. Sicherheitsphilosophien gliedern sich in drei Ebenen: die Sicherheitsdefinition, Sicherheitskriterien/-maßstäbe und die Sicherheitsnachweise, welche im Folgenden für die rechtlichen, technischen und professionellen Normen beschrieben werden. Steuerungskonzepte, die verstanden werden können als allgemeine Vorstellungen über Normen und Normwirkungen, gliedern sich ebenfalls in drei Bereiche: Steuerungsziele, Steuerungsinstrumente und Wirkungsvorstellungen zur Steuerung. Die Steuerungskonzepte rechtlicher, technischer und professioneller Normen werden in den folgenden Kapiteln ebenfalls behandelt. Sowohl Sicherheitsphilosophien als auch Steuerungskonzepte von Normen sind nicht explizit und offensichtlich, sondern müssen rekonstruiert werden. Dabei treten naturgemäß Schwierigkeiten in der Rekonstruktion auf. Daher könnte man die Idee gewinnen, das zumindest die (Steuerungs-)Wirkungen von rechtlichen, technischen und professionellen Normen, die jeweils im dritten Teil der drei Normkapitel untersucht werden, einfach erfassbar sind. Dem ist jedoch nicht so.

Empirische Erfassbarkeit von Steuerungswirkungen von Normen

Soziale Normen der genannten Bereiche sind nicht leicht zu erfassen. In der empirischen Untersuchung bestand die Schwierigkeit, dass Ingenieure insbesondere konkrete rechtliche und technische Normen, die für ihre Praxis relevant waren, kaum benannt haben. Das Wissen über soziale Normen – auch die expliziten – ist, so die eine Interpretation, entweder kaum vorhanden oder, so die andere Interpretation, nicht direkt abfragbar.

³⁹¹ vgl. Ekdadt 2000 u.a. Kapitel 4, insbesondere ab Seite 106.

³⁹² Zur Geschichte des aus dem Atombereich stammenden Begriffs der Sicherheitsphilosophie siehe Radkau 1989, 91ff.

³⁹³ Roßnagel 1993a, 129.

Es ist zu unterscheiden zwischen dem Wissen über die bloße Existenz konkreter Normen (nachgewiesen in deren Benennung), dem Wissen um die Norminhalte und drittens dem zu einer sinnvollen Anwendung notwendigen Hintergrundwissen. Wenn soziale Normen – ganz gleich ob es sich um solche rechtlicher, technischer oder professioneller Art handelt – nicht bekannt sind und sie auch nicht indirekt über Vermittlungsinstanzen ins Spiel kommen, laufen sie ins Leere. An dieser Differenzierung lassen sich Erhebungsschwierigkeiten nachvollziehen: Jemand, der die Inhalte einer beispielsweise über ein Gutachten vermittelten technischen Norm anwendet, ohne deren Bezeichnung nennen zu können, handelt normkonform. Für Sozialforscher wiederum besteht die Schwierigkeit, aus den auf die Technik bezogenen Schilderungen den normativen Hintergrund herauszufiltern, wozu zum Teil tiefe fachliche Kenntnisse notwendig sind. Derartige Erhebungsschwierigkeiten sind ein in der Rechtstatsachenforschung bekanntes,³⁹⁴ aber offensichtlich schwer lösbares Problem. Als einziger Ausweg bleibt die Offenheit über die Grenzen der Methode.

Zudem stellt sich die Frage, ob eine genaue Kenntnis von rechtlichen Normen tatsächlich erforderlich ist, um diesen „in etwa“ zu genügen. Das „Problem der Rechtskenntnis“³⁹⁵ wird in unterschiedlichsten Rechtsbereichen diskutiert. Einige Autoren stellen die These auf, dass eine tatsächliche direkte Rechtskenntnis „weder möglich noch erforderlich“ sei, da „Einsichten in das Rechtsgrundsätzliche“ genügen würden.³⁹⁶

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass auch in der empirischen Untersuchung die „Outerheit“ von Normen nur bedingt ein Maßstab für die Wirkung von Normen sein kann. Die folgenden Ausführungen zu den Wirkungsweisen von Normen stehen somit auch unter dem Erhebungsvorbehalt.

1.3.1 Sicherheit als Gegenstand rechtlicher Normen

Recht kann als die Gesamtheit staatlich institutionalisierter Sollensätze, die zueinander in einer gestuften Ordnung stehen und menschliches Handeln anleiten oder beeinflussen wollen, verstanden werden. Diese Sollensätze werden in demokratischen Staaten von, durch Wahlen legitimierten, staatlichen Organen geschaffen. Rechtliche Normen³⁹⁷ sind überwiegend³⁹⁸ in

³⁹⁴ vgl. Raiser 1987, 18 mit Verweis auf allgemeine methodische Probleme der Rechtstatsachenforschung bzw. der empirischen Rechtsforschung oder der Rechtswirkungsforschung (vgl. Stempel 1998). Alle genannten Forschungsbereiche sind eng miteinander verzahnt. Eine neuere Diskussion rankt sich derzeit um die Möglichkeiten und Grenzen einer „Gesetzesfolgenabschätzung,“ die die Rechtswirkungen schon im Vorfeld von rechtlichen Regelungen intensiv analysieren soll.

³⁹⁵ Pichler 1998, 368.

³⁹⁶ so Erhard Blankenburg sinngemäß zitiert in Pichler 1998, 368.

³⁹⁷ Auf eine Differenzierung zwischen rechtlichen Texten (z.B. Gesetzestexten) und rechtlichen Normen, wie sie in der Rechtsphilosophie vorgenommen wird (vgl. Aarnio 1979, 48), soll hier verzichtet werden.

³⁹⁸ Es gibt auch Gewohnheitsrecht, welches sich „in langjähriger Übung“ herausgebildet (vgl. Creifelds 1995, 987).

formellen Verfahren erzeugt und schriftlich festgehalten. Hierbei sind Gesetze, Verordnungen und Verwaltungsvorschriften zu unterscheiden.³⁹⁹

Für die empirisch betrachteten Infrastrukturbauten kamen rechtliche Normen auf Europa-, Bundes- und Landesebene zum Tragen. Die für die Entwicklung von Infrastrukturbauten relevanten rechtlichen Normen sind überwiegend dem Öffentlichen Recht zuzuordnen. Die Bezeichnungen für das in Frage kommende rechtliche Teilgebiet schwanken: Technikrecht, Umweltrecht, Sicherheitsrecht und Risikorecht⁴⁰⁰ haben jeweils einen anderen Schwerpunkt, aber große Überschneidungen. Die Diskussion um die Definition und Abgrenzung der rechtlichen Teilgebiete soll hier vernachlässigt werden. Vielmehr sollen hier überblicksartig die relevanten Rechtsbereiche benannt werden: Bezüglich der empirisch untersuchten Anlagen sind dies vor allem: für Müllverbrennungsanlagen: das Bundesimmissionsschutzgesetz mit untergesetzlichem Regelwerk, insbesondere 4., 9., 12. und 17. BImSchV und die TA Luft. Für Kläranlagen: das Wasserhaushaltsgesetz mit untergesetzlichem Regelwerk, z.B. dem Abwasserabgabengesetz. Für (Straßen-)Brücken liegen nur wenige rechtliche Normen vor, so beispielsweise indirekt Paragraph 4 aus dem Bundesfernstraßengesetz.⁴⁰¹ Außerdem ist für alle Technikbereiche des betrachteten Konstruktionsprozesses technischer Infrastrukturanlagen das technische Baurecht mit den Landesbauordnungen, das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz und Umweltinformationsgesetz von Relevanz. Des weiteren kommen vereinzelt andere Gesetze in Frage, beispielsweise aus dem Bereich des Produktsicherheitsrechts das Gerätesicherheitsgesetz, das Produkthaftungsgesetz und das Produktsicherheitsgesetz, aus dem Bereich des Gefahrstoffrechts das Chemikaliengesetz, das Lebensmittel- und Bedarfsmittelgegenständegesetz, das Pflanzenschutzgesetz, das Düngemittelgesetz, das Arzneimittelgesetz und die Gefahrstoffverordnung sowie aus dem Bereich des Verkehrsrechts das Straßenverkehrsgesetz, die Straßenverkehrszulassungsordnung, das Allgemeine Eisenbahngesetz, das Luftverkehrsgesetz und die Luftverkehrszulassungsordnung sowie das Haftpflichtgesetz. Weitere relevante rechtliche Normen mit großem Risikobezug, aber kaum mit Bezügen zur hier gegebenen empirischen Basis, sind: das Atomgesetz, das Energiewirtschaftsgesetz und das Gentechnikgesetz. Diese natürlich nicht abgeschlossene Aufzählung zeigt die große Bandbreite rechtlicher Normen, die auf Umwelt, Technik, Risiko und Sicherheit bezogen sind.

³⁹⁹ Auf die rechtswissenschaftliche Diskussion, ob Verwaltungsvorschriften als Recht bezeichnet werden können, soll hier nicht eingegangen werden. Auch wenn Verwaltungsvorschriften teilweise nicht als Recht anzusehen sein sollten, so können sie doch dem rechtlichen Steuerungskonzept zugeordnet werden.

⁴⁰⁰ Die gängige Bezeichnung ist „Umwelt- und Technikrecht.“ Die Bezeichnung „Risikorecht“ ist eher unüblich, aber vereinzelt in der wissenschaftlichen Literatur zu finden. Die Bezeichnung „Sicherheitsrecht“ bezieht sich zumeist schwerpunktmäßig auf die Arbeitssicherheit und hat einen praktischen Schwerpunkt, wohingegen Risikorecht einen theoretischen Schwerpunkt hat und eher als Bezeichnung einer rechtswissenschaftlichen Diskussion aufgefasst werden kann.

⁴⁰¹ „Die Träger der Straßenbaulast haben dafür einzustehen, dass ihre Bauten allen Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Behördlicher Genehmigungen, Erlaubnisse und Abnahmen, durch andere als die Straßenbaubehörden, bedarf es nicht.“ § 4 BFStrG Die Straßenbauverwaltung hat demnach eine Doppelfunktion, indem sie einerseits als Vertreter des Bauherrn fungiert und andererseits für die Bauaufsicht zuständig ist. Ein hochrangiger Vertreter des Verkehrsministeriums bezeichnete in einem Vorgespräch zum Forschungsprojekt § 4 BFStrG deshalb als „den schönsten Paragraphen, den es auf der Welt gibt.“

Wie oben angesprochen, ist die Darstellung der rechtlichen Normen bewusst kurz gehalten, um die den Ingenieuren näher stehenden technischen und professionellen Normen intensiv untersuchen zu können. Dieses Kapitel unterteilt sich, wie die anderen beiden „Normenkapitel“, in drei Bereiche: Sicherheitsphilosophien, Steuerungskonzepte und Steuerungswirkungen.

1.3.1.1 Sicherheitsphilosophien rechtlicher Normen

Zur Definition von „Sicherheit“ trägt das Recht im Vergleich zu den anderen beiden Normengruppen relativ wenig bei. Allgemeine Sicherheitsziele lassen sich aus dem Grundgesetz ableiten.⁴⁰² Konkrete Sicherheitsphilosophien müssen für einzelne Technikbereiche und noch spezieller für einzelne rechtliche Normen rekonstruiert werden. Beispielsweise wird in § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG der Ausschluss „schädlicher Umwelteinwirkungen und sonstiger Gefahren“ gefordert. Die Sicherheitsdefinition des Rechts ist auf Schutzgüter ausgerichtet (Rechtsgüter Dritter).

Das Recht bezieht sich im Allgemeinen prototypisch auf den Umweltschutz, den Arbeitsschutz oder den Verbraucherschutz⁴⁰³, jedoch nicht auf den reinen Schutz der Anlage. Die dieser Sicherheitsdimension hauptsächlich zugeordneten Sicherheitsaspekte, wie Dauerhaftigkeit, Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der Anlage, liegen im Eigeninteresse des Betreibers. Dem Recht ist es egal, wenn ein Bauherr in eine Anlage investiert, die nicht funktioniert oder sich selbst zerstört, sofern dadurch keine Dritten negativ betroffen werden.

Sicherheitskriterien werden durch rechtliche Normen ebenfalls nur ansatzweise und zudem in den Technikbereichen unterschiedlich thematisiert. Technikübergreifend ist festzustellen, dass auf Gesetzesebene unbestimmte Rechtsbegriffe vorherrschen, die mit Generalklauseln arbeiten (z.B. „Stand der Technik“) und faktisch auf technische und professionelle Normen und deren Sicherheitskriterien verweisen. Während sich auf der Verordnungsebene vereinzelt Beschaffenheitsanforderungen⁴⁰⁴ oder Planungsimmissionswerte für Störfälle⁴⁰⁵ finden. Ein Beispiel hierfür bildet die Forderung in § 4 Nr. 4 der 12. BImSchV, „die Anlage mit ausreichend zuverlässigen Messeinrichtungen und Steuer- oder Regeleinrichtungen auszustatten, die soweit dies sicherheitstechnisch geboten ist, jeweils mehrfach vorhanden, verschiedenartig und voneinander unabhängig sind.“⁴⁰⁶ Diese konkreten Regelungen, mit denen auch auf den für die Sicherheit wichtigen Entwurfsprozess Einfluss genommen werden kann, sind jedoch selten und, selbst in den konkreteren Verwaltungsvorschriften, kaum zu finden.

Insgesamt regeln rechtliche Normen präziser die Sicherheitsnachweise durch die Eröffnungs kontrollen, insbesondere Genehmigungsverfahren,⁴⁰⁷ in denen „die ausreichende Sicherheit in

⁴⁰² z.B. Art 2 Abs. 2 GG oder Art 20a GG. Zur Staatszielbestimmung Umweltschutz in Art. 20a GG siehe ausführlich Kloepfer 2000 (Erstveröffentlichung 1996).

⁴⁰³ Gemeint ist der Schutz der Konsumenten und der Benutzer. Die Bezeichnung „Nutzerschutz“ wäre z.B. gerade mit Blick auf Brücken treffender. Da die Bezeichnung „Verbraucherschutz“ gängig ist, wird sie hier in einer Weise verwendet, die natürlich auch den „Nutzerschutz“ einbezieht.

⁴⁰⁴ z.B. § 5 Abs. 1 der 12. BImSchV.

⁴⁰⁵ z.B. § 28 Abs. 3 StrlSchV.

⁴⁰⁶ Ekardt u.a. 2000, 117; hierzu näher z.B. Roßnagel in: GK-BImSchG, § 5 Rn. 335 ff.

⁴⁰⁷ Es gibt unterschiedliche Bezeichnungen und damit verbundene Konzepte nach Technikbereichen.

einer rechtlich konstituierten Kommunikation nachgewiesen werden muss.⁴⁰⁸ Das Recht spielt insofern für die Sicherheitskommunikation eine wichtige Rolle, als es festlegt, welche Beteiligten in welcher Weise für Sicherheitsaussagen verantwortlich sind, an die es zudem formale und inhaltliche Anforderungen stellt. Das Recht erzwingt eine explizite Sicherheitskommunikation mit schriftlichen Sicherheitsaussagen und strukturiert den Prozess, in dem sie hervorgebracht werden. Insgesamt zielen rechtliche Regelungen jedoch hauptsächlich auf prozedurale Fragen.

1.3.1.2 Steuerungskonzepte rechtlicher Normen

Das Gebiet des „Umwelt-Technik-Sicherheits-Risiko“-Rechts kann nicht nur nach inhaltlichen Regelungsgebieten, sondern auch nach Regelungsweisen unterteilt werden. Insbesondere sind ordnungsrechtliche, ökonomische und strafrechtliche Regelungsweisen zu unterscheiden. Anhand dieser Aufteilung lassen sich Steuerungskonzepte rechtlicher Normen nachzeichnen.

Steuerungskonzepte für die Technikbereiche lassen sich nur schwer rekonstruieren, weil der Gesetzgeber zwar – zumindest in kurzer Form – über Ziele (im Rahmen der ausdrücklichen Zielbeschreibung innerhalb des Vorblattes zu Gesetzen) berichtet, aber insbesondere Zielkonflikte nicht auflöst, die fast immer vorliegen. Die Instrumente lassen sich aus den einzelnen Regelungen ableiten. Eher selten geht aus den Materialien zum Gesetzgebungsprozess hervor, warum gerade diese Instrumente ausgewählt wurden und welche Wirkungsvorstellungen zur Steuerung der Gesetzgeber damit verbunden hat.

Im Folgenden wird für jeden der drei Bereiche (Ordnungsrecht, Ökonomische Rechtsinstrumente, Strafrecht) je ein „erfolgreiches“ Steuerungskonzept (bei dem die Erwartungen der Steuerung erfüllt oder sogar übererfüllt werden) und ein weniger erfolgreiches Steuerungskonzept vorgestellt. Die Steuerungswirkungen im Einzelnen werden gesondert beschrieben.⁴⁰⁹

Steuerungskonzepte im Rahmen des Ordnungsrechts. Die Eröffnungskontrollen für Bauprojekte stellen die direkteste rechtliche Steuerung dar. Das „große“ sehr allgemeine dahinter stehende Steuerungsziel ist es, Bauvorhaben (v.a. wegen der mit ihnen verbundenen Risiken) nicht ohne staatliche Zustimmung bzw. zumindest staatliche Kenntnis, entstehen zu lassen. In Genehmigungsverfahren müssen die Bauherren daher auch darlegen, dass sie die Sicherheitsanforderungen erfüllen. Für immissionsschutzrechtlich genehmigungspflichtige Anlagen wie Müllverbrennungsanlagen ist hierfür eine Sicherheitsanalyse zu erstellen bzw. seit der Novelle der 12. BImSchV 2000 ein Sicherheitsbericht, der, über Elemente der Sicherheitsanalyse hinaus, auch Angaben zum Sicherheitsmanagement enthalten muss.⁴¹⁰ Die Sicherheitsanalyse sollte den Bauherrn dazu bringen, sich selbst gegenüber Rechenschaft über die Sicherheit der zu konstruierenden Anlage abzulegen. Gleichzeitig wird durch die Sicherheitsanalyse der Kreis der Baubeteiligten erweitert, da sie i.d.R. nicht vom Bauherrn selbst, sondern von einem Gutachter erstellt wird, der oftmals in Absprache mit der Genehmigungsbehörde ausgewählt wird. Zum Zeitpunkt der Genehmigung kann, aufgrund des notwendig geringen Konkretisierungsgrades der Anlagen, nur eine Konzeptsicherheitsanalyse erstellt werden, die idealer Weise, den

⁴⁰⁸ z.B. § 4 BImSchG, § 18b WHG, § 7 Abs. 1 AtG; § 8 GenTG, § 31 Abs. 2 KrW-/AbfG.; siehe Ekardt u.a. 2000, 121.

⁴⁰⁹ siehe Kapitel 1.3.1.3 Wirkungsweisen rechtlicher Normen.

⁴¹⁰ Der folgende Text bezieht sich auf die Ausführungen in Ekardt u.a. 2000, 147ff.

Konstruktionsprozess begleitend, fortgeschrieben und detailliert wird bis nach der Implementation eine Detailsicherheitsanalyse aufgestellt werden kann. Die Sicherheitsanalyse strukturiert damit den Prozess der Sicherheitskommunikation. Das Steuerungsziel (Selbstvergewisserung des Bauherrn) wird mithilfe des Steuerungsinstrumentes (Sicherheitsanalyse) verfolgt. Die Steuerungswirkungen in der Ingenieurpraxis können mit den ursprünglichen Wirkungsvorstellungen zur Steuerung verglichen werden.

Ein weiteres zentrales Steuerungskonzept im Bereich des Immissionsschutzes bezieht sich auf bestehende Anlagen: § 3 Abs. 4 der 12. BImSchV regelt, dass die Beschaffenheit und der Betrieb störfallrelevanter Anlagen dem „Stand der Sicherheitstechnik“ (Steuerungsinstrument) entsprechen muss, wodurch neue, verbesserte Technologien beschleunigt in Anlagen integriert werden sollen (Steuerungsziel). Die Haupt-Wirkungsvorstellung zur Steuerung lag darin, dass verbesserte Sicherheitstechniken auch insgesamt die Sicherheit der Anlage erhöhen würden. Diese Wirkungsvorstellungen zur Steuerung müssen durch die Praxis revidiert werden, weil sich gezeigt hat, dass erstens zusätzliche Schutzmaßnahmen sogar zu einem Absinken des Sicherheitsniveaus führen können (Schutzparadoxon)⁴¹¹ und zweitens Einzelmaßnahmen in einem komplexen bestehenden Sicherheitskonzept zu unerwarteten negativen Auswirkungen führen können.

Steuerungskonzepte ökonomischer Rechtsinstrumente. Steuerungsziel ökonomischer Rechtsinstrumente im Umweltbereich (z.B. Ökosteuer oder Zertifikatshandel) ist es, durch einen ausreichend hohen Preis externe Umwelt-Kosten zu internalisieren.

Im Bereich des Abwasserrechts stellt die Abwasserabgabe ein wichtiges Steuerungsinstrument dar. Mit ihr ist die Wirkungsvorstellung zur Steuerung verbunden, dass die Investitions- und Betriebskosten für zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen der Zahlung der Abgabe vorgezogen werden.⁴¹² Die Höhe der Abwasserabgabe differiert nach Stoffen (beispielsweise Stickstoff, Phosphor).

Komplizierter gestalten sich die Steuerungskonzepte des Umwelthaftungsrechtes. Das Steuerungsziel ist ebenfalls die Internalisierung externer Umwelt-Kosten. Im vertraglichen Haftungsrecht wird das Gewährleistungsrisiko der Baubeteiligten erfasst. Der Gesetzgeber greift nicht unmittelbar in die Vertragsgestaltung ein, sondern gestaltet nur die Rahmenbedingungen schuldrechtlicher und prozessrechtlicher Regelungen, welche die Durchsetzung von Ansprüchen regeln. Durch das deliktische Haftungsrecht soll schuldhaftes Verhalten zusätzlich bestraft werden. Die Vorstellungen zur Steuerungswirkung des Umwelthaftungsrechts sind somit in der Trias aus Prävention, Sanktion und Kompensation beschrieben. Tatsächlich sind die Steuerungswirkungen jedoch ambivalent, die Steuerungsziele werden vor allem durch Versicherungsmechanismen konterkariert.⁴¹³

Steuerungskonzepte strafrechtlicher Normen. Im Zuge des Baus von Infrastrukturanlagen können sich eine Reihe von umweltbezogenen oder anderen, allgemeinen Straftaten ereignen. Als Steuerungsziel von strafrechtlichen Regelungen kann v.a. Prävention im Sinne des Umweltschutzes und weniger „Vergeltung“ aufgefasst werden, auch wenn es der Gesetzgeber be-

⁴¹¹ siehe Kapitel 1.2.4.2 Generieren von Lösungen.

⁴¹² zur Steuerungswirkung siehe unten.

⁴¹³ zur Steuerungswirkung siehe unten.

wusst vermieden hat, Sinn und Zweck von Strafen etwa mithilfe von Strafrechtstheorien zu erklären. Für die Technikbereiche Abwasserreinigung und Müllverbrennung kommen § 324 StGB zur Gewässerverunreinigung und § 325 StGB zur Luftverunreinigung sowie § 327 Abs. 2 Nr. 1 StGB zum unerlaubten Betreiben von Anlagen in Frage. Freiheitsstrafen als Steuerungsinstrument sollen letztlich die Steuerungswirkung erzielen, dass umweltbezogene Rechtsgüter einen stärkeren gesellschaftlichen Wert erlangen, indem ihre Beeinträchtigung als kriminelle Tat geahndet werden kann und nicht als ein „Bagatelldelikt“ angesehen wird.

1.3.1.3 Wirkungsweisen rechtlicher Normen

Für die genannten Beispiele sollen in knapper Form Wirkmechanismen beschrieben werden. Hinsichtlich der Sicherheitsanalyse ist von einer starken Steuerungswirkung auszugehen, da über sie echte Sicherheitseffekte in der Praxis angestoßen werden können. Allerdings sind diese auch von der Qualität der Sicherheitsanalyse abhängig. Sicherheitsanalysen, die nur auf die Angabe eines Risikowertes hinauslaufen, sind für die Sicherheitskommunikation innerhalb eines Projektes weniger hilfreich. Insgesamt kommt den Eröffnungskontrollen eine große Bedeutung zu (die auch nur zu einem Teil durch die Tatsache geshmälert wird, dass keine Anlage so gebaut wird, wie sie genehmigt wurde).

Die Wirkungsschwächen des Begriffs „Stand der Technik“ im Bereich des Immissionsschutzes sind der zu geringen Rücksichtnahme auf die Auswirkungen neuer Schutzmaßnahmen auf das Gesamtkonzept geschuldet. Die Wirkungsdefizite des Haftungsrechtes sind durch die Möglichkeiten der Versicherung und Delegation bedingt. Ökonomische Instrumente wirken uneinheitlich.

„Das vertragliche Haftungsrecht hat eine sehr stark verhaltensbestimmende Wirkung, ist jedoch als solches für die Störfallprävention wenig zielführend. Allerdings wirkt das vertragliche Haftungsrecht als Verstärker ordnungsrechtlicher Anforderungen und Vorgaben in technischen Normen. Im Gegensatz zum vertraglichen Haftungsrecht erwies sich weder das allgemeine Deliktsrecht noch das spezifische Umwelthaftungsrecht als handlungsleitend für die Störfallprävention. Dies ist vor allem dadurch begründet, dass die bestehenden Haftungsrisiken auf ein Versicherungsvertragsverhältnis verlagert werden und damit der intendierte Wirkungsmechanismus des Haftungsrechts unterbrochen ist. Dagegen zeigte sich wiederum das Abgabenrecht am Beispiel der Abwasserabgabe als stark handlungsmotivierend. Das Ziel, die erhöhte Abgabepflicht bei Betriebsstörungen zu vermeiden, unterstützte die Realisierung einer sicherheitserhöhenden Auslegung der Anlage.“⁴¹⁴ Allerdings ist hierbei auch noch zu differenzieren. So schätzten einige unserer Gesprächspartner die Abwasserabgabe für Stickstoff als zu niedrig ein, um allein daraus einen Bauimpuls zu gewinnen.⁴¹⁵ Die „Strafabgabe“ ist in der Regel immer noch günstiger als der Neubau einer Anlage. Anders sehe dies hinsichtlich von Phosphaten aus, die technisch relativ einfach eliminiert werden könnten und deren Entfernung relativ geringe Kosten verursache. Diese Differenzierung unterstützt eine in der Umweltökonomie vertretene These, dass ökonomische Anreize immer nur dann richtig funktionieren, wenn sie nicht angemessene Werte auffassen. Ein Investitionsanreiz ist nur gegeben, wenn dadurch ein Gewinn versprochen werden kann.

⁴¹⁴ Ekardt u.a. 2000, 187.

⁴¹⁵ vgl. Int. 54, 211ff., 16, 12.

Im Wirkungsbereich strafrechtlicher Normen konnten empirisch bezüglich § 324 StGB große, bezüglich § 325 StGB geringe Wirkungen festgestellt werden. Die unterschiedlichen tatsächlichen Steuerungswirkungen können über, technikbedingt verschiedene, Möglichkeiten eines Kausalnachweises erklärt werden. Allerdings mögen auch die weniger prägnante Formulierung und weniger prominente Stellung des § 325 StGB dazu beitragen. Dies bestätigt auch Aussagen der umweltstrafrechtlichen Literatur. Michalke spricht, unter Berufung auf das Plenarprotokoll 12/ 222, von der beobachteten praktischen „Unanwendbarkeit“ des § 325 StGB alter Fassung (in Kraft bis 31.10.1994), die auch durch die neue Fassung nicht behoben sein dürfte, weil sich seine Struktur nicht verändert habe.⁴¹⁶ Die strafrechtlich unterschiedliche Wirkungsweise von § 324 StGB und § 325 StGB ist auch deren verschiedener Bekanntheit in der Praxis geschuldet. Generell ist die Bekanntheit eine Grundvoraussetzung für das Wirken (abgesehen von den indirekten Wirkmechanismen). „*Strafrechtliche Instrumente* verstärken die ordnungsrechtlichen Anforderungen insofern, als ihre Strafdrohung bewusstseinsverstärkend und motivierend wirkt. Einen eigenständigen Einfluss gewinnen diese strafrechtlichen Normen dann, wenn sie sich von ihrer Tatbestandsstruktur her aus einer bloßen Flankierung des Ordnungsrechts lösen und wenn es eine tatsächliche Strafverfolgungstätigkeit gibt, da diese im Kreis der Beteiligten wahrgenommen wird. Eine weitere Wirksamkeitsform strafrechtlicher Normen besteht darin, dass sie in Entscheidungskonflikten als sicherheitsverstärkende Argumentationsressource genutzt werden können. Dies betrifft sowohl den Konflikt zwischen Ingenieurverantwortung und ökonomisch motivierten Einflussversuchen als auch Entscheidungskonflikte in hierarchisch gegliederten Organisationen oder Ermessensentscheidungen in Behörden.“⁴¹⁷

Wirkungsdefizite des Rechts können also sowohl auf der Seite des Rechts (aufgrund unangemessener Steuerungskonzepte und unausgereifter Sicherheitsphilosophien) als auch auf der Seite der Ingenieurpraxis (aufgrund von mangelnder Rechtskenntnis und wenig ausgeprägter professioneller Orientierung) verursacht werden. Bei defizitären Rechtswirkungen stellen sich also zwei Fragen:

- Wo hat das Recht eine unangemessene Vorstellung über die (sachlogisch bedingten) Vorgänge in der Ingenieurpraxis (z.B. über Baubeteiligte, Bauprozesse, insbesondere Zirkularität)?
- Wo haben die Ingenieure eine unzutreffende Vorstellung über die Steuerungskonzepte (Ziele, Instrumente und Wirkungsvorstellungen) des Rechts bzw. fehlende Kenntnisse des Rechts?

Beide Ursachenkomplexe tragen zu Wirkungsdefiziten/ Wirkungsschwächen des Rechts bei, sie können sich zudem gegenseitig verstärken.

Ingenieurpraktiker wollen sich in der großen Mehrzahl rechtskonform verhalten, klagen jedoch über die Unübersichtlichkeit des Rechts. Wenn Recht nicht bekannt ist, so kann es nicht wirken bzw. nur, wenn es vermittelt wird, z.B. über Gutachten, Programme, Musterlösungen oder fachliche Inhalte in Lehrbüchern. Indirekte Wirkungsweisen des Rechts reichen jedoch nicht aus, v.a. da indirekte Wirkmechanismen sich nicht durch den erforderlichen reflektierten Umgang mit Normen auszeichnen. Individuelle subjektive kreative und normative Leistungen, die

⁴¹⁶ Michalke 2000, 111.

⁴¹⁷ Ekatdt u.a. 2000, 187.

für die Sicherheitsgenese insgesamt von entscheidender Bedeutung sind, werden so nicht gefördert. Hinsichtlich der Bekanntheit gibt es daher schon seit Jahren Forderungen zur Nutzung neuer Verbreitungswege rechtlichen Wissens bzw. zur Intensivierung bestehender Wege. Der Sicherheitswissenschaftler Prof. Althoff geht davon aus, dass die Sicherheit technischer Anlagen erheblich gesteigert werden könnte, ohne ein einziges zusätzliches Gesetz, wenn die Bekanntheit rechtlicher Normen verbessert würde. Er hat dazu ein Managementsystem (Responsibility Management/ Verpflichtungsmanagement) v.a. für rechtliche Normen entwickelt, das den Betreiber einer Anlage regelmäßig an Kontrollen erinnert. Des Weiteren werden Veränderungen des Rechts, die sich auf die bestehende Anlage auswirken, genauso verfolgt, wie durch Veränderungen der Anlagentechnik entstehende rechtliche Erfordernisse. Es handelt sich also um eine Rund-um-Serviceleistung, die den Anlagenbetreiber zumindest über alle rechtlichen Anforderungen in Kenntnis setzt und ihn bei der Umsetzung der Anforderungen unterstützt.⁴¹⁸ Die Ausgangsmotivation bilden Überlegungen zur „Rechtssicherheit“ und Kosteneinsparungen: „Vor dem Hintergrund steigender Haftungsrisiken für Unternehmen gewinnt das Management aller relevanten Gesetze, Verordnungen und Vorschriften für eine zeitgemäße Unternehmensführung stark an Bedeutung. Gleichzeitig gilt es, die zusätzlichen Kosten, die durch die Einhaltung dieser Rechtsvorschriften entstehen, zu minimieren.“⁴¹⁹ Alle „Verpflichtungen“ werden gemeinsam verwaltet: „Grundidee des Responsibility Managements ist die Sammlung, Analyse und das optimierte dynamische Management aller Verpflichtungen gegenüber Kunden, Mitarbeitern, Staat und Umwelt, die ein Unternehmen im Zuge seiner Geschäftsprozesse zu berücksichtigen hat. Dies gilt, neben den aus Gesetzgebung und technischen Regelwerken resultierenden Maßnahmen, beispielsweise auch für kaufmännische Verpflichtungen. MAQSIMA erfasst hierzu alle Verpflichtungen, koordiniert sämtliche Maßnahmen, die sich daraus ergeben und unterstützt die Entscheider beim Management der resultierenden Aufträge.“⁴²⁰ Solche Initiativen, die insgesamt noch in den Kinderschuhen stecken, sind zu unterstützen. Dabei spielt es eine zweitrangige Rolle, ob das Einhalten von Verpflichtungen einer ökonomischen Hauptmotivation entspringt. Dieses Beispiel zeigt auch, dass mehr Sicherheit nicht immer mehr kosten muss bzw. dass Sicherheit auch positiv ökonomisch zum Tragen kommen kann.

Das Recht entfaltet große Wirkungen beim Anstoß von Bauprojekten (auf der obersten Konkretisierungsebene) und vergleichsweise sehr geringe Wirkungen in der konkreten technischen Gestaltung. Die gegenlaufende Klage ist über die unterschiedlichen Bezugspunkte (Bezugnahmen auf unterschiedliche Konkretisierungsebenen von Technik) zu erklären.⁴²¹

Faktisch konnte in den Fallstudien festgestellt werden, dass nicht das gebaut wurde, was genehmigt wurde. Jede Anlage veränderte sich gegenüber der Planung. Ein Strich wird genehmigt, ein Kanal mit einem runden oder eckigen Rohr aus einem bestimmten Material mit einem bestimmten Durchmesser wird gebaut. Aber die Anlagen verändern sich vor allem aufgrund der zunehmenden Konkretisierung/ Detaillierung. Die Ingenieure erzählten einerseits, dass sich vieles gegenüber der genehmigten Fassung verändert habe, andererseits waren sie bemüht, diese Veränderungen als geringfügig darzustellen, da größere Veränderungen die Er-

⁴¹⁸ http://www.maqsima.de/index/index_firma1.html (21.12.2002).

⁴¹⁹ http://www.maqsima.de/index/index_firma1.html (21.12.2002).

⁴²⁰ http://www.maqsima.de/index/index_firma1.html (21.12.2002).

⁴²¹ vgl. Kapitel 1.2.1.1.1 Exkurs zu gegenseitigen Einflusszuschreibungen von Ingenieuren und Juristen.

teilung von Änderungsgenehmigungen erfordern. Letztlich zeigt dies, dass sich das Recht auf die Bedeutung der Eröffnungskontrolle – die groß ist – nicht verlassen sollte. Ebenso wichtig ist eine normative Begleitung des gesamten Konstruktionsprozesses mit allen zu fällenden Sicherheitsurteilen. Damit sollte auch die Abnahme der Anlagen, nach der erfolgten Implementation, den Charakter eines bloßen Formalaktes verlieren. Dies wurde von den befragten Ingenieuren vermehrt gefordert. Ebenso kritisierten die Ingenieure die geringe Überwachung von Sicherheitseinrichtungen im Betrieb. Dies bestrafe diejenigen, die die Sicherheit regelmäßig überprüfen. In eine ähnliche Richtung gehen die Forderungen von Juristen, bestehende Gesetze besser durchzusetzen, Vollzugsdefizite zu beseitigen.⁴²²

Eine wichtige Wirkung des Rechts ist seine Einforderung von Sicherheitsaussagen. Es kann Ingenieure zur Reflexion der eigenen Arbeit unter dem Aspekt der Sicherheit veranlassen. Sie müssen sich selbst und anderen gegenüber – nachprüfbar und explizit – Rechenschaft über die Sicherheit ablegen.

Bisher stand die Frage, wie das Recht auf die Technik wirkt, im Mittelpunkt. Es soll hier jedoch kurz auf die wichtige Frage eingegangen, wie umgekehrt die Technik auf das Recht wirkt. Roßnagel hat in umfassender Weise dargelegt, dass neue technische Entwicklungen das Recht selbst verändern können, auch ohne dass es zuvor zu einer Veränderung des Gesetzestextes gekommen sein muss.⁴²³ Ob ohne oder mit Änderung von rechtlichen Normen: der technische Wandel hat insgesamt einen großen rechtspolitischen Einfluss: „Selten ist die Fortwicklung des Rechts ein Grund für die Veränderung von Technik, meist geht die Initiative zu einer Veränderung von der Technik aus – und das Recht entwickelt sich in Abhängigkeit von deren Vorgaben.“⁴²⁴ Hieraus lässt sich die Forderung nach einer sehr frühzeitigen und kontinuierlichen Einbeziehung des Rechts schon in die technische Entwicklungspraxis ableiten, um diese in gesellschaftlich wünschenswerter Weise auszustalten, damit zu einem späteren Zeitpunkt das Recht geschaffenen „technischen Sachzwängen“ nicht machtlos bzw. sehr geschwächt gegenübersteht. Die technikinduzierte Veränderung des Rechts ist, neben der Untersuchung der Gefährdung geschützter Rechtsgüter durch Technik, ein wichtiger Bereich der rechtswissenschaftlichen Technikfolgenforschung.⁴²⁵

Die rechtswissenschaftliche Technikfolgenforschung ist ein Teilbereich der „Wirkungsforschung zum Recht.“ Obwohl es in der Wirkungsforschung zum Recht eine Reihe von beachtenswerten Ansätzen gibt, wird sie insgesamt noch als stark ausbaubedarftig angesehen. Eine Wirkungsforschung zum Recht hat die Aufgabe, generelle Wirkungsweisen von Recht aufzuzeigen und darüber hinaus konkrete Wirkungsweisen an konkreten rechtlichen Regelungen, die letztlich die Grundlage für eine Verbesserung der Wirkung rechtlicher Normen bilden.

⁴²² <http://www.uni-bielefeld.de/ZIF/FG/1998Umweltrecht/Veroeffentlichungen/vollzug.pdf> (09.08.2003); Bryde 1993, 11 und 19.

⁴²³ vgl. Roßnagel 1999, 857; Roßnagel 1993a.

⁴²⁴ Roßnagel 1993, 23.

⁴²⁵ vgl. Roßnagel 1999, 858.

1.3.2 Sicherheit als Gegenstand technischer Normen⁴²⁶

Die Wirkungen von technischen Normen auf die Sicherheit in der Anlagengenese wurden in wissenschaftlichen Arbeiten bisher kaum ausführlich behandelt. Neben Rechtsnormen sind technische Normen die zweite große Gruppe sozialer Normen,⁴²⁷ mit deren Hilfe das Sicherheitshandeln von Ingenieuren normativ beeinflusst werden soll. Sie stehen zum Teil selbständig neben Rechtsnormen, zum Teil ergänzen oder konkretisieren sie unbestimmte Rechtsvorschriften.

Technische Normen werden in der Bundesrepublik von etwa 210 privaten Normungsorganisationen geschaffen, wobei eine herausragende Stellung dem Deutschen Institut für Normung (DIN) zukommt, dessen einziger Zweck die Aufstellung technischer Normen ist. Normung wird in dem „Grundgesetz“ der DIN-Normung, DIN 820 „als planmäßige, durch die interessierten Kreise gemeinschaftlich durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit“ definiert. Ergebnis des – zumeist in derartigen „Normungsnormen“ – minutiös geregelten Normungsverfahrens sind *technische Normen*. Sie standardisieren sowohl Objekte, zum Beispiel deren produkt- und materialspezifischen Eigenschaften, wie Qualität, Abmessung, Form, Farbe, Rezeptur, technische Leistungsmerkmale, als auch Begriffe und Verfahren wie etwa Messtechniken. Selbst wenn sie sich direkt nur auf technische Objekte zu beziehen scheinen, so formulieren sie wie andere soziale Normen auch Verhaltenserwartungen gegenüber den Normadressaten. Sie erwarten von diesen, Begriffe und Verfahren in der standardisierten Weise anzuwenden und Objekte in der festgelegten Form zu gestalten.

Ähnlich wie das Recht kennen auch technische Normen abstrakt formulierte allgemeine Normen wie Prinzipien und Maximen.⁴²⁸ Die meisten technischen Normen enthalten jedoch viel genauere Anforderungen an die Beschaffenheit der technischen Objekte als rechtliche Regelungen. Ihr quantitatives Schwergewicht liegt auf operativen Sätzen, die unmittelbar befolgt werden können. Sie geben konkrete Vorgaben etwa für die Materialbeschaffenheit in Qualität und Güte oder für Verfahrensschritte wie die Prüfungsreihenfolge bestimmter Sicherheitsnachweise. Das Normenwerk des DIN umfasste im Jahr 2002 mehr als 25.500 Normen. Jährlich werden insgesamt etwa 2.400 neue Normen und Entwürfe von etwa 26.000 Experten aus Mitgliedsunternehmen erarbeitet, die in 4.100 Arbeitsausschüssen tätig sind.⁴²⁹ Im Normungsprozess müssen immer wieder Abwägungsentscheidungen zwischen unterschiedlichen, zum Teil sehr starken wirtschaftlichen Interessen getroffen werden.⁴³⁰ Technische Normen reprä-

⁴²⁶ Bei diesem Gliederungspunkt handelt es sich um eine überarbeitete Fassung der von mir für das Buch „Rechtliche Risikosteuerung“ verfassten Textteile, v.a. des sechsten Kapitels.

⁴²⁷ Mai 1988, 116 sieht „eine gewisse Analogie des technischen Normbegriffs zum Konzept der sozialen Norm in der Soziologie.“ Ekardt/ Löffler 1991a, 53 schreiben: „Technische Normen sind, insofern sie praktisches Handeln anzuleiten vermögen, soziale Normen.“ Zur Einordnung technischer Normen siehe auch Joerges 1989.

⁴²⁸ z.B. Ekardt/ Löffler 1991a, 45 ff. Zur Erläuterung des Aufbaus siehe unten in diesem Kapitel.

⁴²⁹ <<http://www.din.de/portrait/>> (16.06.2002).

⁴³⁰ Zur Interessengebundenheit siehe die Ausführungen des BVerwG: „Die Normenausschüsse des Deutschen Institutes für Normung sind so zusammengesetzt, dass sie den für ihre Aufgabe benötigten Sachverstand haben. Daneben gehören ihnen aber auch Vertreter bestimmter Branchen und Unternehmen an, die deren Interessen-

sentieren weder reines empirisches Wissen oder geronnenen Sachverständ⁴³¹ noch können sie als „antizipierte Sachverständigengutachten“ angesehen werden.⁴³²

Technische Normen sind nicht wie rechtliche Regelungen allgemeinverbindlich, sondern nur Empfehlungen der privaten Normungsverbände. Daher können sie auch nicht mit staatlichen Zwangsmitteln durchgesetzt werden. Sie verfügen auch nicht über eigene Sanktions- und Durchsetzungsverfahren oder -institutionen. Häufig dienen technische Normen jedoch zur faktischen Ausfüllung abstrakter rechtlicher Anforderungen, wie sie in unbestimmten Rechtsbegriffen, beispielsweise dem „Stand der Sicherheitstechnik“, enthalten sind. In diesem Fall haben sie Anteil an dem Durchsetzungsmechanismus für die jeweilige Rechtsnorm. Technische Normen leihen sich Autorität jedoch nicht nur über das Recht, sondern können ebenso in professionelle Normen verankert sein und auf diese Weise normative Geltungskraft entfalten.

1.3.2.1 Sicherheitsphilosophien technischer Normen

Technische Normen enthalten – allerdings teilweise unterschiedliche – Definitionen von „Sicherheit“. Im dritten Teil der DIN-Normungsnorm⁴³³ wird zum Beispiel auf die Definition des Begriffs „Sicherheit“ in DIN EN 45020 verwiesen, die unter Sicherheit die „Freiheit von unvertretbaren Schadensrisiken“ versteht. Unter Ausgleich verschiedener auch nichttechnischer Faktoren sollen „vermeidbare Schadensrisiken für Personen und Güter auf ein vertretbares Ausmaß vermindert werden.“⁴³⁴ Solche Definitionen sind allerdings sehr formal. Was konkret unter Sicherheit verstanden werden kann, ist innerhalb der technischen Normen unterschiedlich. In technischen Normen können alle vier der prototypischen Sicherheitsdimensionen mit den ihnen entsprechenden Schutzbereichen (Anlagenschutz, Arbeitsschutz, Umweltschutz, Verbraucherschutz) mit unterschiedlicher Gewichtung vorgefunden werden. Zur Erfüllung der Ansprüche gemäß einem dieser Schutzbereiche können von einer technischen Norm gleichzeitig *mehrere* Ziele verfolgt werden. In der Regel steht jedoch ein Sicherheitsziel eindeutig im Vordergrund, die anderen Ziele werden zur „Abrundung“ des „Sicherheitsbildes“ mit berücksichtigt. Für die Interpretation der technischen Norm bleibt entscheidend, welches die zentrale Zielsetzung ist. Die Schwerpunktsetzung hinsichtlich eines Sicherheitsziels ist zwangsläufig mit Sicherheitsdefiziten hinsichtlich der anderen Zielsetzungen verbunden. Technische Normen enthalten selten einen vollständigen Schutzbereichkatalog, der alle Prototypen ausreichend berücksichtigt. Die vielfältigen Sicherheitskriterien und Sicherheitsmaßstäbe technischer Nor-

standpunkte einbringen. Daher dürfen die Ergebnisse ihrer Beratungen nicht unkritisch als *geronnener Sachverständ* oder als *reine Forschungsergebnisse* interpretiert werden. Zwar könne dem DIN einerseits Sachverständ und Verantwortlichkeit für das allgemeine Wohl nicht abgesprochen werden, andererseits dürfe aber nicht verkannt werden, dass es sich dabei auch um Vereinbarungen *interessierter Kreise* handeln könne, die eine bestimmte Einflussnahme auf das Marktgeschehen bezeichnen.“ BVerwG, NJW 1987, 2888 – Hervorhebungen im Original.

⁴³¹ vgl. Ekardt 1993, 35.

⁴³² So z.B. Hansmann in: Landmann/ Rohmer (ohne Jahr): GewO, DampfkV § 6 Rn. 12. Diese Ansicht ist abzulehnen, da Gutachten einzelfallbezogen und aktuell, technische Normen jedoch nicht einzelfallbezogen und tendenziell veraltet sind – siehe auch Grefen 1988, 113.

⁴³³ Z.B. im dritten Teil der DIN 820, DIN 820-3 1998, 4.

⁴³⁴ DIN EN 45020 1998, 11.

men haben ihren Schwerpunkt im Bereich der Bemessung.⁴³⁵ Sie ermöglichen es, einen vorliegenden Entwurf daraufhin zu überprüfen, ob er, an diesen Maßstäben und Kriterien gemessen, ausreichende Sicherheit gewährleistet. So bietet zum Beispiel die GruSiBau für ihre beiden zentralen Zielbereiche, Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit, einen Katalog von Sicherheitskriterien. In diesem werden zulässige Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit und ihre Bedingungen beschrieben. Als Kriterien für die Grenzzustände der Tragfähigkeit werden zum Beispiel der Verlust des Gleichgewichts, Stabilitätsversagen, Bruch, Ermüdung und Alterung genannt. Als Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit werden zum Beispiel unzulässige Verformungen und Rissbildungen oder nicht tolerierbare Erschütterungen und Schwingungen beschrieben.⁴³⁶ Solche Kataloge behandeln typische und wichtige Aspekte der Sicherheitsgewährleistung, beschreiben die Bedingungen ausreichender Sicherheit jedoch nicht vollständig.

Die größeren Sicherheitspotenziale liegen im Entwurf, doch das Entwerfen widersetzt sich formalen Vorgaben. Technische Normen können daher – ebenso wie Rechtsnormen – die Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten im Entwurf allenfalls bewusst machen und anregen. Das Bewusstsein für Sicherheitsfragen soll etwa in der Norm DIN EN 954-1 (1996) gestärkt werden, wenn diese fordert: „Der Konstrukteur muss angeben, welche Kategorie bei der Gestaltung als Bezugspunkt genommen worden ist; die genauen Punkte, wo der sicherheitsbezogene Teil beginnt und wo genau dieser endet; die sinnvolle Vorgehensweise, z.B. die berücksichtigten Fehler, die ausgeschlossenen Fehler, bei der Gestaltung, um diese Kategorie zu erreichen.“⁴³⁷ Die Strategie zur Förderung von Sicherheit im Entwurf ist hier also die Forderung nach einer ausdrücklichen Beschäftigung mit dem Thema Sicherheit. Anregungen sollen „design rules“, also ausdrückliche Entwurfsregeln bieten, wie sie zum Beispiel die Norm EN 1991-2-7 beschreibt. Eine solche Entwurfsregel lautet – frei übersetzt: „Entwerfen Sie so, dass weder die ganze Struktur noch ein bedeutender Teil von ihr kollabiert, wenn ein lokaler Fehler auftritt.“ Solche Entwurfsregeln können, über ihren konkreten Wortlaut hinaus, auch als Ausdruck von Leitbildern für einen sicherheitsbewussten Entwurf verstanden werden.⁴³⁸ Sie können daher weitergehenden Einfluss auf das Entwerfen gewinnen, wenn es ihnen gelingt, solche Leitbilder zu transportieren.

Technische Normen bleiben im Entwurfsbereich allerdings relativ abstrakt. Dies hat vor allem zwei sachlogische Gründe: Zum einen werden die für die Sicherheit grundlegenden Festlegungen in den ganz frühen Phasen der Technikentwicklung getroffen, für die keine präzisen Vorgaben aufgestellt werden können. Zum anderen muss der Entwurf immer die spezifischen Kontextbedingungen berücksichtigen, die nicht in verallgemeinerbaren Regeln berücksichtigt werden können. Um die notwendig abstrakten Entwurfsregeln umzusetzen, bedarf es daher vielfältiger Übersetzungsleistungen und eigenständiger Konkretisierungen. In technischen Normen finden sich viele Regeln für den Sicherheitsnachweis. Während diese also nur relativ

⁴³⁵ Ausnahmen bilden einige Bereiche technischer Normen, wie beispielsweise eine Vielzahl von technischen Normen zum Arbeitsschutz oder einige Normen der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV).

⁴³⁶ GruSiBau 1981, 20.

⁴³⁷ DIN EN 954-1 1996, 4. Diese DIN-Norm (Titel „Sicherheit von Maschinen. Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“) ist eine Typ B1 Norm.

⁴³⁸ siehe auch Kapitel 1.2.4.2.4 Entwurfsrelevante Konzepte: Leitbilder, Gestaltungsprinzipien und Entwurfsregeln.

wenige Regeln für das Entwerfen von Techniksystemen enthalten, bieten sie viele Hinweise zur Bewertung bestehender Entwürfe. Die technischen Normen dürften in Bezug auf Sicherheit sogar größtenteils nachweisorientiert sein.

Sicherheitsphilosophien müssen für jede einzelne technische Norm rekonstruiert werden. Allerdings gibt es technische Normen, die aus der Masse der technischen Normen herausragen und für sich auch programmaticischen Charakter beanspruchen: Die Normungsnormen.⁴³⁹ Normungsnormen regeln das Zustandekommen technischer Normen. Sie sind von den Normungsorganisationen selbst aufgestellt worden. Eine rechtliche Regelung des *Verfahrens* des Zustandekommens (nicht der Inhalte) technischer Normen, wie sie in Belgien, Frankreich oder Österreich besteht, ist auch in der Bundesrepublik denkbar, wurde jedoch von den Normungsorganisationen immer stark bekämpft.⁴⁴⁰ Durch eigenständig vorgenommene Veränderungen an den formalen Rahmenbedingungen der privaten technischen Normung wollten die Normungsverbände staatlichen Eingriffen durch ein Normenorganisationsgesetz zuvor kommen. Die Berücksichtigung des öffentlichen Interesses sollte durch eigene Verbandsvorgaben hinlänglich gewährleistet sein. Um den Verdacht der Parteilichkeit zu entkräften, musste durch entsprechende Überarbeitung der Grundsätze für die Normungsarbeit deutlich gemacht werden, dass die Ausrichtung am allgemeinen Nutzen für die gesamte Arbeit der Normungsausschüsse gilt und für diese zur bindenden Verpflichtung gemacht wird. Dies ist durch die Neufassung von DIN 820 im Jahre 1974 geschehen.⁴⁴¹ Zusätzlich wurde 1975 ein Vertrag der Bundesrepublik Deutschland mit dem DIN abgeschlossen.⁴⁴² Dabei wurde der Vertrag mit der Überarbeitung der Normungsnorm verbunden. Im Gegenzug für die Anerkennung des DIN als nationale Normungsorganisation verpflichtete sich das DIN, bei der Durchführung der Normungsarbeit das öffentliche Interesse zu berücksichtigen. In den Erläuterungen zum Vertrag wird das öffentliche Interesse näher charakterisiert. Es sind in der Normungsarbeit demnach „insbesondere die Bereiche Sicherheitstechnik, Gesundheitsschutz, Umweltschutz und Verbraucherschutz“ zu berücksichtigen.⁴⁴³ Das öffentliche Interesse wird also mit dem Interesse an der Sicherheit in den vier genannten Ausprägungen gleichgesetzt. Diese Regelung wurde dadurch ergänzt, dass das DIN sich verpflichtete, die in seiner eigenen Grundnorm DIN 820 aufgestellte Ordnung einzuhalten.⁴⁴⁴

⁴³⁹ Im Sprachgebrauch der Normungsorganisationen werden Normungsnormen als „methodische Regelungen“ oder „Verfahrensrichtlinien“, in der Literatur auch als „Verfahrensnormen“ (Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 397), „Metanormen“ oder in Bezug auf die DIN 820 als „Grundgesetz der Normung“ (Nicklisch, 1983, 265; Brennecke 1996, 85) oder „Grundsatznorm“ (Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 401), bezeichnet.

⁴⁴⁰ vgl. Böttger 1979, 34.

⁴⁴¹ vgl. Böttger 1979, 32. Um die Verbraucherinteressen, die Auslöser für die Normenkritik waren, institutionell abzusichern, wurde der Verbraucherrat im DIN eingerichtet. Als Ende der 1980er Jahre Kritik an der unzureichenden Berücksichtigung von Umweltinteressen aufkam, wurde die Koordinierungsstelle Umweltschutz im DIN geschaffen, die jedoch organisatorisch und finanziell schlechter als der Verbraucherrat abgesichert ist. Zudem bezieht sich ihr Aufgabengebiet nur auf die produktbezogene Normung – s. z.B. Brennecke 1996, 94f.

⁴⁴² Abgedruckt in: DIN 1987, 43ff.

⁴⁴³ Anlage 3 des Vertrags zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem DIN: Erläuterungen zu § 1 des Vertrags; abgedruckt in: DIN 1987, 48.

⁴⁴⁴ vgl. Leitz 1987, 60.

Für die Anschlussfähigkeit von Anwendungsnormen,⁴⁴⁵ an die in den einzelnen Technikbereichen einschlägigen Rechtsnormen, sind daher nicht nur die Inhalte dieser Techniknormen entscheidend, sondern es ist auch relevant, dass sie den Normungsnormen entsprechend zustande gekommen sind. Sofern die Normungsnormen Zielsetzungen zur Sicherheitsgewährleistung festlegen, müssen diese in die Anwendungsnormen einfließen. Daher müssen die Normungsnormen jedem, der in der Normsetzung mitarbeitet, bekannt sein. Die Normungsnorm des VDI schreibt sogar vor: „Vor der Berufung als Mitglied des Ausschusses hat sich jede/r unterschriftlich auf die VDI 1000 zu verpflichten.“⁴⁴⁶ Wegen dieses legitimatorischen Zusammenhangs sind sowohl Normungsnormen als auch Anwendungsnormen zu beachten. Normungsnormen sind deshalb von verstärktem Interesse, weil bei ihnen ein Wandel hin zu immer mehr materiellen Sicherheitsfestlegungen festzustellen ist.⁴⁴⁷

1.3.2.1.1 Sicherheitsphilosophien in Normungsnormen

Zunächst sollen die Sicherheitsphilosophien der Normungsnormen nachgezeichnet werden. Die DIN 820 ist die herausragende technikbereichsübergreifende nationale Normungsnorm. Als DIN-Norm ist sie zunächst einmal nur für die Normung im DIN eine Vorlage, es wird jedoch empfohlen, dass sich auch andere Normungsorganisationen an diesen Grundsätzen orientieren.⁴⁴⁸ Teil 12 der DIN 820 „Gestaltung von Normen mit sicherheitstechnischen Festlegungen“ regelt die Gestaltung von solchen Sicherheitsnormen, die, ausschließlich oder in einzelnen Abschnitten, sicherheitstechnische Festlegungen enthalten. Er soll langfristig durch den bisher nur als Entwurf vorliegenden Teil 120 ersetzt werden.⁴⁴⁹ Ziel des Entwurfs ist es, „allgemeine Gestaltungsregeln, insbesondere für Sicherheitsnormen“, aufzustellen. „Dieser Leitfaden bietet Normen eine Struktur für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten in Normen; er lässt sich auf alle Sicherheitsaspekte anwenden.“⁴⁵⁰

Historisch bedingt hat die elektrotechnische Normung auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene eine eigenständige Normungsorganisation (IEC, CENELEC und VDE), die von der jeweiligen Hauptnormungsorganisation (ISO, CEN und DIN) getrennt ist. Daher gibt es für elektrotechnische Normung auch eigenständige Normungsnormen. 1970 hat der VDE mit dem DIN einen Vertrag geschlossen.⁴⁵¹ In der „Deutschen elektrotechnischen Kommission in DIN und VDE (DKE)“ werden seitdem unter der Trägerschaft des VDE DIN-Normen erar-

⁴⁴⁵ Der Begriff „Anwendungsnorm“ ist ein neu geschaffener Abgrenzungsbegriff: Alle technischen Normen, die keine Normungsnormen sind, werden als Anwendungsnormen bezeichnet.

⁴⁴⁶ VDI 1000 (1999) „Richtlinienarbeit. Grundsätze und Anleitungen“, 6.

⁴⁴⁷ vgl. Ekardt u.a. 2000, 191ff.

⁴⁴⁸ Diese Empfehlung ist für die private Werknormung explizit in DIN 820-1 (1994), 1, zu finden. Einige Normungsnormen anderer privater Normungsverbände beziehen sich explizit auf sie, so beispielsweise – unter dem Gliederungspunkt „Gründruck“ – die Normungsnorm VDI 1000 (1999), 6: „VDI-Richtlinien werden sinngemäß nach DIN 820 gestaltet“.

⁴⁴⁹ Dieser entspricht dem ISO/IEC Guide 51 „Safety Aspects – Guidelines for Their Inclusion in Standards“ von 1996.

⁴⁵⁰ E-DIN 820-120 1997, 1, 4.

⁴⁵¹ Vertrag vom 13.10.1970, abgedruckt in: DIN 1987, 162.

beitet, die gleichzeitig als VDE-Bestimmungen gekennzeichnet sind.⁴⁵² Die „Sicherheitsnormungsnorm“ in diesem Bereich ist die DIN 31000/VDE 1000 von 1979 „Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse“.⁴⁵³ Sie wird teilweise⁴⁵⁴ durch DIN EN 292 „Sicherheit von Maschinen; Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze“ von 1991/1995 ersetzt. Diese „wurde erarbeitet, um Konstrukteure, Hersteller und andere Interessenten bei der Interpretation der wesentlichen Sicherheitsanforderungen zu unterstützen, um Übereinstimmung mit der europäischen Gesetzgebung in Bezug auf die Sicherheit von Maschinen zu erreichen.“⁴⁵⁵

Sicherheit im Baubereich wird im technischen Regelwerk durch die GruSiBau „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen für bauliche Anlagen“ von 1981 angesprochen. Die GruSiBau ist keine technische Norm im engeren Sinne. Sie ist insoweit eine Normungsnorm, wie sie sich als „eine Grundlage für die Ausarbeitung von technischen und organisatorischen Regelwerken für bauliche Anlagen und die Erstellung technischer Bestimmungen außerhalb des Geltungsbereichs von Regelwerken“ versteht.⁴⁵⁶ Sie liefert dadurch die Basis für verallgemeinerbare Sicherheitsaussagen durch die Erarbeitung eines „baustoff- und bauartübergreifenden Sicherheitskonzepts“.⁴⁵⁷ Sie ist eine „Quasi“-Normungsnorm, als ihr Ausgangspunkt die Gewährleistung von Sicherheit ist und sie nur diesbezüglich Aussagen zur Genese von technischen Normen trifft.

Neben den dargestellten technikkbereichsspezifischen Normungsnormen im Feld der Elektrotechnik und des Bauwesens gibt es andere Normungsnormen, die jeweils nur für das Arbeitsfeld der jeweiligen Normungsorganisation gelten. Für die Abwassertechnische Vereinigung stellt das Arbeitsblatt A 400 beispielsweise eine solche Normungsnorm dar. Diese problemspezifischen Normungsnormen enthalten selten Aussagen zur Sicherheit. Sie sind überwiegend formale Normen, die das Verfahren der Normung in der jeweiligen Normungsorganisation einheitlich regeln wollen.

⁴⁵² Warner 1984, 57; s. auch VDE 0022 1996 „Satzung für das Vorschriftenwerk des Verbandes Deutscher Elektrotechniker VDE e.V.“

⁴⁵³ In ihr wird Sicherheit in drei Stufen angestrebt: als konstruktiver Sicherheitsschutz (das „Hinwegentwerfen“ von Störfällen), durch Schutzmaßnahmen und in Form von hinweisender Sicherheitstechnik. Die letzte Stufe resultiert aus der Einsicht, dass es keine absolute Sicherheit geben kann.

⁴⁵⁴ DIN EN 292-1 1991, 1: „Für das, was nicht von DIN EN 292 Teil 1 und Teil 2 abgedeckt ist, gilt DIN 31000/VDE 1000 (Ausgabe 03.79).“ So sind DIN EN 292 Teil 1 und Teil 2 nur auf Personenschäden abgestellt.

⁴⁵⁵ DIN EN 292-1 1991, 2. Die DIN EN 292 konkretisiert als eine harmonisierte Norm die europäische Maschinenrichtlinie, die durch das deutsche Gerätesicherheitsgesetz umgesetzt wurde.

⁴⁵⁶ GruSiBau 1981, 7.

⁴⁵⁷ GruSiBau 1981, 3. Die DIN 18800 „Stahlbauten. Bemessung und Konstruktion“ ist die erste Umsetzung der GruSiBau. Die Auswirkungen der Sicherheitsphilosophie auf und ihre Weiterentwicklung durch die Vorschläge zur Überarbeitung der DIN 1045, die auch über die Diskussion zur Neufassung der Eurocodes angelegt werden, als der wichtigsten Massivbaunorm, sind vielfältig. E DIN 1045 hat eine „neue Sicherheitskonzeption“, wobei darunter die Bezugnahme auf die Methode der Grenzzustände verstanden wird. „Die Methode der Grenzzustände ist dadurch gekennzeichnet, dass der zufällige Charakter der Einwirkungen und der Baustoffeigenschaften über statistische und wahrscheinlichkeitstheoretische Ansätze näherungsweise erfasst wird.“ (Fischer 1998, 930).

Zusammenfassend können Normungsnormen, die sich auf den formalen Ablauf der Genese von technischen Normen im Allgemeinen und von Sicherheitsnormen im Besonderen beziehen, von solchen, die auch auf die sicherheitsrelevanten Inhalte der Normen Einfluss nehmen wollen, unterschieden werden. Die Inhalte von Normungsnormen wandeln sich zunehmend von formellen zu immer mehr materiellen Anforderungen. Die neueren Normungsnormen übernehmen auch eine Funktion für die Technikgenese und nicht nur für die Normgenese.

1.3.2.1.1.1 Sicherheitsdefinition

Die Ziele sind in den einzelnen Normen in Form einer Sicherheitsdefinition festgelegt. Sie stimmen insoweit überein, als sie Sicherheit als das Fehlen von Gefährdungszuständen verstehen und diese nach Wahrscheinlichkeit und Schwere möglicher Schäden bestimmen. Eine Sicherheitsnorm ist nach DIN 820-12 eine Norm, „in der Festlegungen zur Abwendung von Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen (Anlagen, Bauwerke, Erzeugnisse u.ä.) enthalten sind.“ Dabei wird zur Definition des Begriffs „Sicherheit“ auf DIN EN 45020 verwiesen,⁴⁵⁸ die unter Sicherheit die „Freiheit von unvertretbaren Schadensrisiken“ versteht. Hierzu wird angemerkt, dass unter Ausgleich verschiedener, auch nichttechnischer Faktoren „vermeidbare Schadensrisiken für Personen und Güter auf ein vertretbares Ausmaß vermindert werden“ sollen.⁴⁵⁹

In E-DIN 820-120 ist Sicherheit definiert als das „Fehlen unvertretbarer Risiken“, wobei unter Risiko die „Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Gefährdung, die einen Schaden hervorruft, und Grad der Schwere dieses Schadens“ verstanden wird. Der Schaden ist eine „direkte oder durch eine Sachbeschädigung oder Schädigung der Umwelt indirekt hervorgerufene Körperverletzung oder Gesundheitsschädigung.“⁴⁶⁰ Im Sicherheitsziel werden Verletzungen von Rechtsgütern Dritter somit nur wahrgenommen, wenn sie zu personenbezogenen Beeinträchtigungen führen. Wenn hier tatsächlich, nimmt man den Text wörtlich, der Sachgüterschutz Dritter nicht eingeschlossen ist, so wäre die Anschlussfähigkeit an das Recht sehr beschränkt.

Eine ebenso personenbezogene Betrachtung findet sich in DIN EN 292. Risiko ist hier definiert als „eine Kombination der Wahrscheinlichkeit und des Schweregrades der möglichen Verletzung oder Gesundheitsschädigung in einer Gefährdungssituation.“⁴⁶¹

Die GruSiBau definiert Sicherheit unter Bezugnahme auf Tragfähigkeit und Gebrauchsfähigkeit als eine Wahrscheinlichkeitsaussage. „Sicherheit wird hier als allgemeine, qualitative Anforderung an bauliche Anlagen verstanden. Durch technische Anforderungen, z.B. an die Tragfähigkeit und Gebrauchsfähigkeit, die mit ausreichender Zuverlässigkeit zu erzielen sind, wird dieser qualitativen Anforderung im Hinblick auf bestimmte technische Aspekte entsprochen.“⁴⁶² Zuverlässigkeit ist als qualitative Beschreibung der „Wahrscheinlichkeit für die Einhaltung von Anforderungen, zum Beispiel an die Trag- und Gebrauchsfähigkeit, während

⁴⁵⁸ DIN 820, DIN 820-3 1998, 4.

⁴⁵⁹ DIN EN 45020 1998, 11.

⁴⁶⁰ E-DIN 820-120 1997, 5, entsprechend DIN EN 45020 1998 = ISO/IEC Guide 2 1996, 2.5.

⁴⁶¹ DIN EN 292-1 1991, 4.

⁴⁶² GruSiBau 1981, 61.

der vorgesehenen Nutzungsdauer“ und als quantitative Beschreibung der „Wahrscheinlichkeit des Nichtüberschreitens eines gegebenen Grenzzustandes im Bezugszeitraum“ zu verstehen.

Der Prototyp von Sicherheit in den nationalen und elektrobezogenen Normungsnormen ist Arbeitssicherheit, der baubezogenen (Quasi-)Normungsnorm liegt prototypisch die Integrität der Anlage zu Grunde. Umweltschutzaspekte spielen bei der Beschäftigung mit der Sicherheit von Technik in den Normungsnormen eine untergeordnete Rolle. Daher ist zu überdenken, ob der Sicherheitsbegriff der Normungsnormen nicht ausdrücklich Umweltschutzaspekte berücksichtigen sollte.

1.3.2.1.1.2 Sicherheitskriterien und -maßstäbe

Die Normungsnormen enthalten, neben Kriterien, die an die Formulierung von Sicherheitsnormen gelegt werden, auch Kriterien, die sich auf die Inhalte von Sicherheitsnormen beziehen.

In materieller Hinsicht bleibt die DIN 820-12 allgemein: Der Anwendungsbereich von Sicherheitsnormen muss durch eindeutige Merkmale, wie zum Beispiel Bauart, Leistung, Maße, Geschwindigkeit sowie Art und Dauer des Betriebs, abgegrenzt sein. Konkreter werden die Anforderungen nicht benannt. Die materiellen Anforderungen werden nur über den Umweg über formelle Anforderungen formuliert: Eine Hauptanforderung an Sicherheitsnormen ist, dass sie so konkret wie möglich sind und die Überprüfung ihrer Einhaltung ermöglichen. Relativierende Formulierungen, wie zum Beispiel „weitgehend, ausreichend, geeignet, möglichst, leicht, schwer, allgemein, normal, optimal, üblich, vereinbarungsgemäß, nach Vereinbarung, bei Bestellung angeben, nach Wahl des Herstellers“, dürfen bei Sicherheitsnormen nicht anstelle konkreter Angaben angewendet werden.⁴⁶³ Das Problem, dass mit zunehmenden Konkretisierungsgrad die Anzahl der Anwendungsfälle abnimmt, wird nicht thematisiert.

Der Norm-Entwurf DIN 820-120 unterscheidet sich von der DIN 820-12 insbesondere in seinem Ansatz. Er verfolgt eine Strategie zur Risikominderung, die auf die konkrete Technikgenese und nicht primär auf die Genese von Normen zielt. Sie beginnt mit der Identifikation des vorgesehenen Verwendungszwecks und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen. Beides wird der Feststellung von Gefährdungen zu Grunde gelegt. Daraufhin werden die einzelnen Risiken eingeschätzt und bewertet. Es muss die Entscheidung gefällt werden, ob es sich hierbei um ein tolerierbares Risiko (Risiko, das basierend auf den aktuellen gesellschaftlichen Wertvorstellungen in einem gegebenen Zusammenhang tragbar ist) handelt. Falls Risiken nicht tolerierbar sind, müssen Schutzmaßnahmen zur Risikominderung ergriffen werden, wobei sich diese Maßnahmen sowohl auf Hersteller (Eigensicherheit, Schutzvorrichtungen, Informationen zu Gebrauch/Montage), als auch auf Benutzer (Schulungen, persönliche Schutzausrüstung, Organisation) beziehen können. Der Ansatz zur Risikominderung enthält zwar gegenüber der alten DIN 820-12 ein in sich geschlossenes Konzept, aber es fehlt doch eine Kriterienfestlegung. Konkreter wird es lediglich bei den Gefährdungen: Gefährdungen mechanischer, elektrischer, thermischer, chemischer, biologischer Art sowie Lärm- und Vibrationsgefährdungen, Feuer-, Explosions- und Strahlungsgefährdungen sind jeweils mit Beispielen erläutert.

⁴⁶³ vgl. DIN 820-12 1995, 3.

In der E-DIN 820-120 werden drei Arten von Normen unterschieden: Sicherheitsgrundnorm, Sicherheitsgruppennorm und Sicherheitsnorm für Produkte. Diese Normen-Hierarchie findet sich parallelisiert in der DIN EN 292: Dort werden Normen vom Typ-A, -B und -C unterschieden. Der Konkretisierungsgrad der Kriterien nimmt dabei zu.⁴⁶⁴

Zwei Unterabschnitte des ersten Teils der DIN 292 beschäftigen sich mit einer „Strategie für die Auswahl von Sicherheitsmaßnahmen“ und „Risikobewertung“. Die Strategie umfasst sechs Punkte: 1. Grenzen der Maschinen festlegen, 2. Gefährdungen identifizieren und das Risiko abschätzen, 3. Gefährdungen beseitigen oder das Risiko so weit wie möglich einschränken, 4. Schutzeinrichtungen – trennende und nicht trennende – gegen verbleibende Risiken einbauen, 5. den Benutzer über Restrisiken informieren und davor warnen und 6. zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen in Betracht ziehen. Der zweite Teil hat vier große Unterabschnitte: „Risikomindehung durch Konstruktion“, „Technische Schutzmaßnahmen“, „Benutzerinformation“ und „Zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen“. Hier finden sich zahlreiche äußerst ausführliche Sicherheitskriterien, beispielsweise „Verwendung von eigensicheren Techniken, Verfahren, Energieversorgung“, „Anwendung von Sicherheitsgrundsätzen bei der Konstruktion von Steuersystemen“, „Verdoppelung (oder Redundanz) ,kritischer“ Bauteile“.

Für die beiden zentralen Zielbereiche der GruSiBau, Tragfähigkeit⁴⁶⁵ und Gebrauchsfähigkeit, gibt es einen Katalog von Sicherheitskriterien. Die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchsfähigkeit werden beschrieben und drei Sicherheitsklassen zugeordnet. Mit Hilfe der Sicherheitskriterien werden die Bedingungen der Grenzzustände beschrieben. Als Kriterien für die Grenzzustände der Tragfähigkeit sind zum Beispiel der Verlust des globalen Gleichgewichts (z.B. kinematische Kette, Gleiten, Umkippen), Stabilitätsversagen, Bruch oder bruchnaher Zustand von Teilen der baulichen Anlage (z.B. Querschnittsversagen), der Verlust von Funktionen, die mit erheblicher Gefahr (z.B. Gasdichtigkeit von Kernkraftwerksbauten, Dichtigkeit von Behältern mit chemischen Schadstoffen) verbunden sind, und Ermüdung und Alterung genannt. Die Grenzzustände der Gebrauchsfähigkeit sind zum Beispiel unzulässige Verformungen und Rissbildung oder nicht tolerierbare Erschütterungen und Schwingungen.⁴⁶⁶ Die GruSiBau enthält einige wichtige auf den Entwurf bezogene Passagen. Dies macht einen erheblichen Teil der inhaltlich-materiellen Ausrichtung der GruSiBau aus.

1.3.2.1.1.3 Sicherheitsnachweise

Insgesamt ist das technische Regelwerk wenig entwurfs-, dafür aber stark nachweisorientiert. Die Bedeutung der Sicherheitsnachweise wird in der DIN 820-12 durch die formale Anforderung betont, dass in Sicherheitsnormen ein gesonderter Abschnitt „Prüfung“ vorgesehen ist, der Festlegungen darüber enthält, wie die Einhaltung der sicherheitstechnischen Anforderungen vollständig und eindeutig geprüft werden kann. Als zusätzliche qualitative Anforderung

⁴⁶⁴ Sehr wichtig für die Beurteilung von Sicherheit ist die Typ-A Norm EN 1050 „Leitsätze zur Risikobeurteilung“ von 1997. Sie ermöglicht eine Risikobewertung, wie sie nach der Maschinenrichtlinie gefordert ist.

⁴⁶⁵ Der Begriff der Tragfähigkeit wurde als Oberbegriff neu geschaffen für all jene Eigenschaften und Zustände, die ansonsten mit Standsicherheit, Tragsicherheit, Stabilität oder Integrität bezeichnet werden. Der Begriff der Gebrauchsfähigkeit wurde jedoch inzwischen wieder weitgehend durch den der Gebrauchstauglichkeit ersetzt. Beide Begriffe schließen die Forderung nach Dauerhaftigkeit ein.

⁴⁶⁶ vgl. GruSiBau 1981, 20.

sollen Prüfergebnisse innerhalb von definierten Grenzen reproduzierbar sein.⁴⁶⁷ Mit dieser Merkmalstrias aus Vollständigkeit, Eindeutigkeit und Reproduzierbarkeit sind sehr hohe Anforderungen an die Ausgestaltung des Sicherheitsnachweises in den Anwendungsnormen gestellt.

Im Bereich des Bauwesens kommt es durch das europäische technische Regelwerk zu einem tiefgreifenden Wandel der Sicherheitskonzepte und damit der Sicherheitsphilosophien im deutschen technischen Regelwerk. Hier findet zur Zeit ein Wechsel von deterministischen Nachweiskonzepten hin zu probabilistischen statt, weil dies wirklichkeitsnähere Beschreibungen ermöglicht.⁴⁶⁸ Das Sicherheitskonzept der DIN 1045-1 zum Beispiel beruht grundsätzlich auf dem Nachweis der Einhaltung oder Unterschreitung einer festgelegten Versagenswahrscheinlichkeit.⁴⁶⁹

1.3.2.1.2 Zusammenfassende Diskussion: Sicherheitsphilosophien in Normungsnormen und Anwendungsnormen

Die hier anhand von wenigen technischen Normen erfolgte exemplarische Untersuchung von Sicherheitsphilosophien gibt Anlass zu der Vermutung, dass die „Anwendungsnormen“ den Sicherheitsdefinitionen der nationalen und elektrotechnischen Normungsnormen nicht entsprechen,⁴⁷⁰ was zum Beispiel an der inkonsistenten Verwendung von modalen Hilfsverben zu belegen ist.⁴⁷¹ Im Baubereich ist zwischen der (Quasi-)Normungsnorm, der GruSiBau, und den Anwendungsnormen DIN 18800 und DIN E 1045 eine Übereinstimmung festzustellen. Beispielsweise die in der Veröffentlichung zum Forschungsprojekt⁴⁷² ausführlich untersuchte Anwendungsnorm VDI 2263 hat ein eigenes, anspruchsvolles Sicherheitskonzept. In diesem Fall scheint es also kein Mangel zu sein, dass die Anwendungsnorm nicht der Normungsnorm folgt. Trotzdem ist auch der umgekehrte Fall denkbar, dass ein Abweichen von der Normungsnorm die Anwendungsnorm „unsicherer“ macht. Doch stellt sich generell die Frage, ob eine Anwendungsnorm, die die Normungsnorm nicht beachtet, zur Konkretisierung von unbestimmten Rechtsbegriffen herangezogen werden kann.

Bei den neueren Normungsnormen wird der Versuch unternommen, Sicherheitskriterien und ihre Maßstäbe so konkret wie möglich zu gestalten. Damit werden klarere Grundvorgaben für Sicherheitsaussagen geschaffen. Gleichzeitig zeigen diese jüngeren Anstrengungen, dass *grundsätzliche* sicherheitstheoretische Überlegungen zuvor kaum explizit thematisiert wurden.

⁴⁶⁷ DIN 820-12 1995, 4.

⁴⁶⁸ vgl. Merek/Gustar 1999, 62.

⁴⁶⁹ vgl. Zilch/Staller/Rogge 1999, 260.

⁴⁷⁰ Es gibt zwar z.B. im DIN institutionalisierte Stellen, die alle Normentwürfe auf ihre Übereinstimmung mit Sicherheitsüberlegungen der Normungsnorm überprüfen sollen. Dies scheint jedoch nicht ausreichend zu sein, um die Sicherheitsvorstellungen der Normungsnormen in die einzelnen Normungsgremien hinein zu tragen, zumal es sich hierbei zumeist um eine nachträgliche Überprüfung handelt.

⁴⁷¹ Anforderungen an Sicherheitsnormen nach DIN 820-12 (1995), 2f.: Im Titel muss das Wort „Sicherheit“ enthalten sein, für Anforderungen an sicherheitstechnische Festlegungen sind als modale Hilfsverben für Gebote „müssen“ und für Verbote „dürfen nicht“ anzuwenden, Vorschriften (Gesetze, Verordnungen u.ä.) müssen konkret mit Fundstelle benannt werden.

⁴⁷² vgl. Ekardt u.a. 2000.

Somit ist davon auszugehen, dass bei der überwältigenden Mehrzahl der bestehenden technischen Normen keine einheitlichen Vorstellungen systematischer Sicherheitsüberlegungen im Normungsprozess vorlagen. In den Überarbeitungen der Normungsnormen ist der Versuch zu erkennen, Sicherheitsphilosophien als generelle Grundlage zur Produktion von Sicherheitsaussagen ausdrücklicher zu benennen und einheitliche allgemeingültige Vorgehensmuster zu schaffen. Die meisten expliziten Sicherheitsüberlegungen, die technischen Anwendungsnormen zu Grunde liegen, beziehen sich jedoch nicht auf den Umweltschutz, sondern vielmehr überwiegend auf den Arbeitsschutz. Hier wäre eine Ausweitung auf alle Sicherheitsdimensionen wünschenswert.

1.3.2.2 Steuerungskonzepte technischer Normen

Die Steuerungskonzepte technischer Normen werden – parallel zur Darstellung im Bereich rechtlicher Normen – auf Steuerungsziele, Steuerungsinstrumente und Vorstellungen zur Steuerungswirkung untersucht.

1.3.2.2.1 Steuerungsziele

Die Steuerungsziele technischer Normen beziehen sich nicht nur auf die Sicherheit. Mit der technischen Normung werden allgemein unterschiedliche Ziele verfolgt. Neben die ursprünglich prägende Zielsetzung, mit technischen Normen die Kompatibilität technischer Produkte zu erreichen, sind zunehmend weitere Zielsetzungen getreten.⁴⁷³ In aller Regel verfolgen einzelne technische Normen mehrere dieser Ziele gleichzeitig. Dabei wird die Auswahl von Schutzzügen vom jeweiligen Anwendungsfeld der Norm her bestimmt. Sicherheitstechnische Normen für den Produktionsprozess zielen zumeist vorrangig auf den Arbeits-, Anlagen- und Umweltschutz, produktbezogene Sicherheitsnormen hingegen vorrangig auf den Konsumentenschutz. Dem Umweltschutz, als ausdrücklich verfolgter Zielsetzung bestimmter Normen, kommt eine zunehmend wichtige Bedeutung zu.

Die Sicherheitsgewährleistung als Zielsetzung technischer Normung kann mit anderen Zielen in Konkurrenz geraten. Dabei können insbesondere ökonomische Ziele eine Rolle spielen. Konkurrierende Zielsetzungen werden innerhalb des Normsetzungsverfahrens zum Ausgleich gebracht. Die inhaltliche Gewichtung der Zielsetzungen zueinander kann aus der letztlich verabschiedeten Norm jedoch nicht entnommen werden, da technische Normen regelmäßig nicht mit einer schriftlichen Begründung versehen werden.⁴⁷⁴ Zielkonflikte werden – genau wie in rechtlichen Normen – nicht aufgelöst.

⁴⁷³ Eine Zusammenstellung der in der Literatur genannten Zielsetzungen, die sich teilweise überschneiden und nicht trennscharf sind, ergibt folgendes Bild: Ermöglichung/ Erleichterung der Marktgängigkeit, Erleichterung des Lieferanten-Kunden-Verhältnisses, Organisationsressource für Vertragsbeziehungen, Erleichterung der innerbetrieblichen Abläufe, ganz generell: Rationalisierung, Qualitätssicherung, Kundenschutz vor Mangelware, Vergleichbarkeit von Produkten (als Voraussetzung für Markttransparenz), Speicherung von Wissen, Diffusion von Wissen und von Innovationen, Erleichterung der Genehmigungstätigkeit, Konkretisierung von Generalklauseln im Recht, Ordnung eines Technikgebietes, Verständigung in Wissenschaft und Technik und Humanisierung der Technik.

⁴⁷⁴ VDI 1000 1999, 4: „Protokolle, Beratungsunterlagen sowie vorläufige Richtlinientexte sind vertraulich und nur für die Ausschussmitglieder bestimmt.“ S. hierzu kritisch Roßnagel 1993b, 175.

Abwägungsentscheidungen werden jedoch nicht nur in der Normgenese, sondern auch in der Normanwendung getroffen. Der Ingenieur in einem Bauprojekt muss – genauso wie der Vertreter in einem Normungsausschuss – ökonomische, ökologische, soziale, ästhetische Auswirkungen verschiedener technischer Lösungen abwägen. Dieser Abwägungsprozess in der Normanwendung unterscheidet sich vom Abwägungsprozess in der Normgenese insofern, als der Ingenieur bei der Entstehung von technischen Normen getroffene Abwägungen – die jedoch so gut wie nie offengelegt sind – erneut mit anderen Interessen abwägen muss. Für ihn wäre es sicher hilfreich, wenn die Abwägungen im Normungsprozess offengelegt würden. Zwar ist nicht zu erwarten, dass sich viele Praktiker mit solchen Begründungen beschäftigen würden, doch könnten die wenigen, herausragenden Praktiker, die dies tun, als Know-How-Träger zur Verbreitung des Normverständnisses beitragen.

1.3.2.2.2 Steuerungsinstrumente

Die Steuerungsinstrumente technischer Normen beziehen sich auf die Objekte und die handelnden Akteure. Zwischen technischen und rechtlichen Normen besteht ein wesentlicher Unterschied in ihrer Durchsetzbarkeit. Die rechtliche Sicherheitsanforderung findet mit den sanktionsmächtigen Verwaltungs- und Gerichtsverfahrensregelungen einen festen Verwendungszusammenhang, über den sie „ins Spiel gebracht“ werden kann.

Innerhalb technischer Normen bestehen sowohl formelle als auch materielle Unterschiede hinsichtlich des Anspruchs, mit dem die technische Norm in den jeweiligen Verwendungszusammenhängen eingesetzt werden soll. In formeller Hinsicht werden von allen einschlägigen fachtechnischen Verbänden sowohl Normblätter herausgegeben, deren Inhalte von den Normadressaten unbedingt angewandt werden sollen, als auch solche, die einen eher informativen Charakter haben.⁴⁷⁵ Auch innerhalb der „verbindlichen“ Normblätter wird häufig zwischen Anforderungen unterschiedlicher Bindungswirkung differenziert, wobei die Unterschiede – wie etwa bei den Eurocodes – bereits formal durch ein anderes Druckbild erkennbar sind.

In materieller Hinsicht können in technischen Normen kognitiv-moralisch die drei Stufen Prinzipien, Maximen und operative Sätze unterschieden werden:⁴⁷⁶ Prinzipien sind umfassende Vorstellungen von „Leitmotiven“ einer gesamten beruflichen Praxis oder Lebensführung. Maximen bewegen sich „unterhalb“ von Prinzipien, aber in deren Dienst und erstrecken sich auf einzelne, umfassendere Handlungskomplexe, zum Beispiel auf das Entwerfen eines Tragwerks. Operative Sätze beziehen sich dagegen auf einzelne Handlungen der Anwender. Den meisten Praktikern ist eine Reflexion der unterschiedlichen Abstraktionsniveaus von Textstellen des technischen Regelwerks fremd. Dies heißt jedoch nicht, dass sie in ihrer Praxis nicht etwa durch Prinzipien und Maximen geleitet würden. Die bewusste Auseinandersetzung mit den Maximen und, in einem noch viel größeren Maß, mit Prinzipien hilft technischen Normen bei der Entfaltung ihrer Steuerungswirkung. Das heißt, dass die Steuerungswirkung professionell vermittelt ist. Gerade bei operativen Sätzen sind die Darstellungsformen, derer sich technische Normen bedienen, häufig sehr konkreter Natur: Visuelle Darstellungsmittel (z.B. Pläne, Zeichnungen), zahlenbasierte Darstellungen (z.B. absolute Werte, Tabellen, Berechnungsformeln)

⁴⁷⁵ Zum Beispiel die „unverbindlichen“ ATV-Merkblätter im Vergleich zu den „verbindlicheren“ ATV-Arbeitsblättern.

⁴⁷⁶ vgl. hierzu ausführlich Ekardt/ Löffler 1991a, 45.

und stoffqualitätsbezogene Angaben (z.B. Materialangaben, Angaben über Materialeigenschaften) geben konkrete Orientierungen, wie die objektive Technik aussehen sollte.

Durch die objektbezogene Beschreibung scheinen technische Normen direkt auf die Objektgestalt einzuwirken. Technik entsteht jedoch durch Handeln. Technische Normen müssen sich daher auf das Handeln beziehen, auch wenn sie viele Anforderungen unmittelbar an die Technik formulieren. Technische Normen erreichen in der Form operativer Sätze eine sehr hohe, aber oftmals triviale Instruktivität. Auch technische Normen gehen davon aus, dass die Instrumente nie vollständig instruktiv sind. Nur mit technischen Normen ist keine Technik zu schaffen. Zum technikgestaltenden Handeln müssen andere Aspekte hinzutreten. Hier zeigt sich wieder die Notwendigkeit der Kontextuierung, die in Bezug auf jedes (wissenschaftliche) Wissen besteht und eine zentrale subjektive Leistung darstellt.

1.3.2.2.3 Wirkungsvorstellungen zur Steuerung

Die Rekonstruktion von Wirkungsvorstellungen stellt sich für technische Normen mangels einer Begründung als besonders schwierig dar. Selbst in den Vorblättern der technischen Normen und in der Beschreibung des jeweiligen „Anwendungsbereichs“ waren kaum Anhaltspunkte für den Wirkungsanspruch zu finden, den die Normungsverbände generell mit dem Erlass von technischen Normen verbinden. Auch hinsichtlich des für die Wirkungsvorstellungen wichtigen Anwenderbildes waren äußerst selten Hinweise zu finden. Selbst in der Fachliteratur wird es kaum thematisiert.⁴⁷⁷ Die Frage bleibt offen, ob die Normsetzer für den Norminhalt 1) von einem idealtypischen Anwender, 2) von dem in der Realität am häufigsten vorkommenden Anwendertypus oder 3) vom „geringsten Anwenderlevel“ ausgehen.⁴⁷⁸

Bezogen auf die Zielsetzung, technische Normen in die externen Verwendungszusammenhänge einzubeziehen, bestehen nur allgemein formulierte Wirkungsvorstellungen in dem Sinn, dass generell ein Wirkungsanspruch postuliert wird. Dabei findet sich häufig der ausdrücklich formulierte Anspruch, an die jeweils in Bezug genommenen Rechtsnormen anschlussfähig zu sein.⁴⁷⁹ Bei den Normungsgremien hängt die erreichbare Anschlussfähigkeit jedoch vom materiellen Norminhalt und seiner Akzeptanz in der Rechtsanwendungspraxis der Verwaltungen und der Gerichte ab. Die technische Norm erhält ihre Wirkung dadurch, dass sie Vertragsbestandteil wird oder indem sie an bestimmte Rechtsnormen anschlussfähig ist. Damit nimmt sie an der rechtlichen Durchsetzungsmacht teil.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass technische Normen keine expliziten Steuerungskonzepte enthalten. Sie müssen rekonstruiert werden. Die Beschreibung der Ziele, Instrumente und Wirkungsvorstellungen aus der Perspektive der Normen bereitet erhebliche Schwierigkeiten, da über das Normungsverfahren selbst keine öffentlich zugänglichen Materialien vorliegen.

⁴⁷⁷ Eine Ausnahme bildet in dieser Hinsicht die Expertise von Goffin 1987, die es sich u.a. zum Ziel gesetzt hat, das Bild des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton über den „normalen“ Anwender, insbesondere hinsichtlich seines Wissen, seiner Auffassungen über Normen und Verantwortlichkeit zu beschreiben (vgl. Goffin 1987, 2).

⁴⁷⁸ siehe auch Kapitel 1.3.4.2 Normanwenderbilder der Normen.

⁴⁷⁹ vgl. das Statut der VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“: „Konkretisierung des Stands der Technik nach § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG“ – vgl. hierzu auch Brennecke 1996, 167 ff. Nach DIN 820, Teil 1, 3 sollen sich die DIN-Normen „als ‚anerkannte Regeln der Technik‘ einführen“.

Explizite Zielbeschreibungen und Begründungen für die Instrumentenwahl würden die Absichten von technischen Normen offen legen und somit auch die Anwendung erleichtern, da sie den Ingenieur bei einer konkreten Kontextualisierungsleistung in seiner Abwägung unterstützen könnten. Eine auf der Grundlage der bloßen Norm vorgenommene Rekonstruktion ihres Steuerungskonzepts muss bruchstückhaft bleiben.

Insbesondere wird der Aspekt des zugrundeliegenden Anwenderbildes (bisher noch) kaum thematisiert, obwohl dies eine für die Wirkung einer technischen Norm entscheidende Voraussetzung darstellt. Wenn die technische Norm beim potenziellen Anwender ein bestimmtes Fachwissen oder auch eine kritische Distanziertheit voraussetzt, die in der Normanwendungspraxis nicht allgemein unterstellt werden können, so wäre die technische Norm im besten Falle wirkungslos. Möglicherweise könnte eine solche Fehlvorstellung über die Anwender sogar zu, die Sicherheit betreffend, kontraproduktiven Resultaten führen.

1.3.2.3 Wirkungsweisen technischer Normen

Im Folgenden werden empirisch vorfindbare Steuerungswirkungen technischer Normen dargestellt. Diese empirisch beschriebenen Wirkmechanismen könnten auch dazu herangezogen werden, die Vorstellungen über die Steuerungswirkungen technischer Normen, die entsprechend dem vorausgegangenen Kapitel sehr diffus und unpräzise sind, zu spezifizieren und somit letztlich dazu dienen, Steuerungskonzepte deutlich zu machen.

1.3.2.3.1 Technische Normen sind besser als ihr Ruf

Von vielen Befragten wurde eine pauschale Normenschelte geübt, wenn nach ihrer Zufriedenheit mit Normen gefragt wurde. Auf Nachfrage wurden aber keine Beispiele für konkrete kritisierte (technische wie rechtliche) Normen aus dem Bereich der untersuchten Fallstudie oder der sonstigen eigenen Berufspraxis berichtet. Es wurden allenfalls Beispiele aus der Arbeit von anderen referiert.⁴⁸⁰ Ausweichendes Antwortverhalten der Normanwender war äußerst häufig festzustellen. Soweit nach Grundeinstellungen gefragt wurde, haben die Befragten negative Allgemeinplätze wiedergegeben. Diese negative Grundhaltung hat aber offensichtlich keine Auswirkungen auf die Anwendung von einzelnen konkreten technischen Normen. Vielmehr waren die Befragten durchgehend mit den konkreten technischen Normen des eigenen Arbeitsgebietes zufrieden.

Vor diesem Hintergrund müssen auch die im Folgenden referierten Aussagen gelesen werden. Hierbei haben sich die befragten Ingenieure wieder zumeist auf die technischen Normen „an sich“ bezogen. Bei der Bitte um Konkretisierung der Kritik anhand einer bestimmten technischen Norm wurde jedoch die generelle Kritik wieder stark relativiert, entweder durch das Fehlen konkretisierender Angaben oder durch die Gesprächspartner selbst, die für ihr eigenes Arbeitsgebiet keine Beispiele nennen konnten und die technischen Normen ihres Arbeitsgebietes als positiv beurteilten.

⁴⁸⁰ Int. 49, Abs. 183f.; Int. 14, Abs. 125; Int. 11, Abs. 91; Int. 23, Abs. 266-271; Int. 13, Abs. 110.

1.3.2.3.2 Problemadäquanz, Konkretheit und Wirklichkeitsnähe technischer Normen

Technische Normen könnten unvermeidlicherweise nicht auf eine konkrete Problemkonstitution und einen konkreten Kontext bezogen sein und damit auch nicht auf das Objekt als Ganzes.

Die Problemadäquanz weist viele Überschneidungen mit dem Thema Konkretheit und Wirklichkeitsnähe technischer Normen auf. Technische Normen können in zweifacher Hinsicht wirklichkeitsnah sein: in Bezug auf ihren sachlichen Gehalt oder in Bezug auf ihre Handhabbarkeit: „*Regelinhalt* und *Regelanwendung* bilden zwei gleichermaßen zu beachtende Maßstäbe der Wirklichkeitsnähe einer technischen Regel; sie bilden zwei Faktoren der (potenziellen) Wirkung von technischen Normen in der Praxis.“⁴⁸¹ Somit könnte man beispielsweise bezugnehmend auf die Überarbeitung der wichtigsten Massivbaunorm (DIN 1045) fragen: Wird die durch die Überarbeitung intendierte wirklichkeitsnähere Beschreibung des sachlichen Gehalts nicht durch wirklichkeitsferne Vorstellungen zur Regelanwendung konterkariert? Ist es wirklichkeitsnah anzunehmen, dass das Gros der Praktiker fähig und gewillt ist, sich in einer sehr differenzierten Weise mit Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik zu beschäftigen?

Allerdings gibt es technische Normen, die Problemlösungen vorschlagen wollen, und solche, die das nicht tun. Man muss die Normen an ihrem eigenen Anspruch messen. Die VDI-Richtlinie 2263 beispielsweise will explizit dem Anwenderproblem entsprechen: „Die Mitarbeiter an der Novellierung sind davon überzeugt, dass die überarbeitete Richtlinie den Praktikern für viele Anwendungsfälle und anlagenspezifische Probleme Hilfestellung und Lösungsmöglichkeiten bieten wird.“⁴⁸²

Zur „Konkretheit“ technischer Normen wurden widersprüchliche Aussagen erhoben. Zunächst sei darauf verwiesen, dass der Konkretheitsgrad von technischen Normen sehr schwankt.

Frage: „Enthalten die verschiedenen technische Normen, die Sie einhalten müssen, konkrete Anweisungen oder benötigen Sie noch erhebliches eigenes Wissen und Erfahrungen?“

Antwort: „Ich hatte mal das Problem mit einer Dränage, die um das Bauwerk gelegt werden sollte. Mit der Vorschrift und den Richtlinien konnte ich überhaupt nichts anfangen. Ich konnte nichts berechnen, nichts machen. Erst als ich mich dann erkundigt habe, wie das ausgeführt wird, konnte ich es nachvollziehen, wie es der Vorschrift entspricht. Es gibt vielleicht beides. Auf der anderen Seite: Die Dachdeckerrichtlinien sind wirklich so konkret und praktisch aufgestellt, da können Sie nichts falsch machen. Sie müssen nur das raussuchen, was Sie gerade benötigen, und dann steht darin, das muss 6 cm und das 15 cm sein. Das können Sie sofort umsetzen. Da gibt es riesige Unterschiede.“

Frage: „Sind die Unterschiede von der Sache her bedingt?“

Antwort: „Nein, ich glaube eher von dem Ausschuss, der das bearbeitet. (lachen) ... Ich sehe das so: Wenn das Praktiker machen, die stellen es ganz anders auf, als wenn jemand das macht, der das Gebiet umschreiben und rechtlich absichern will. Dann wird das alles so schwammig, und Sie können nichts mehr damit anfangen.“⁴⁸³

⁴⁸¹ Ekardt/ Löffler 1991a, 44 – Hervorhebungen im Original.

⁴⁸² Scholl 1984, 45.

⁴⁸³ Int. 23, Abs. 241-244.

Der gleiche Gesprächspartner, der hier zu unkonkrete technische Normen kritisiert, hat später eine auf ein Mindestmaß reduzierte Anleitung seiner Arbeit durch technische Normen gewünscht. Regelorientierte Ingenieure suchen am stärksten Halt in möglichst konkreten, operativen Sätzen. Widersprüchliche Anforderungen an die Konkretheit sind fast ausschließlich bei ihnen zu finden: Sie wollen, *von ihrem Anspruch* her, möglichst viel Freiheit in ihrer Arbeit haben, sagen aber gleichzeitig, dass ihnen konkrete technische Normen als Raster für ihre Arbeit lieber sind. Dies lässt sich vielleicht damit erklären, dass sie gar nicht die aus der unreglementierten Freiheit entstehende größere Verantwortung zu übernehmen bereit sind, und vielleicht auch, dass sie den Anforderungen kognitiv (auch aufgrund ihres Ausbildungsstandes) nicht gewachsen sind. Dieser Wunsch nach Handlungssicherheit ist nicht nur auf technische Normen beschränkt. Zu ähnlichen Ergebnissen kam Eva Senghaas-Knobloch mit ihrem Team in empirischen Untersuchungen zu Entwicklungingenieuren, als sie resümiert: Es „schlagen offenbar zwei Herzen in der Brust der Entwickler: Auf der einen Seite begrüßen sie klare Zielvorgaben, weil diese Handlungssicherheit geben und entlastenden Charakter haben, auf der anderen Seite aber empfinden sie Vorgaben (...) als Restriktionen, die ihren Entwicklungsspielraum einengen und ihre Kreativität für bessere Lösungen beeinträchtigen.“⁴⁸⁴ Auch Professionelle und Semi-Professionelle wünschen sich für ihre eigene Arbeit technische Normen, die ihnen möglichst viel Freiraum lassen. Da sie aber wissen, dass sie von technischen Normen abweichen können, dies tatsächlich tun und gleichzeitig bedenken, dass vielfach für die „einfacheren Praktiker“ konkrete Anleitungen gebraucht werden, kritisieren sie technische Normen mit einem hohen Konkretheitsgrad nicht. Es zeigt sich hieran, dass die Einstellungen zur Konkretheit von Normen eng mit der Wahrnehmung ihrer Verbindlichkeit verbunden sind.

Zudem stellt sich die Frage, ob sehr konkrete technische Normen in der Technikgenese einer Anlage überhaupt greifen können. Es wurde in vielen Gesprächen betont, dass angesichts des Einzelfallcharakters der zu lösenden Probleme eine sehr konkrete Detailregelung oftmals gar nicht möglich sei.

Frage: „Der Zuschnitt eines Problems entspricht typischerweise *nicht* dem Zuschnitt von Normen?“

Antwort: „Das kann man so sagen. (...) Auf einer Kläranlage ist die Verfahrenstechnik, die dort eingebaut wird, sehr individuell. Insofern müssen Sie da auch eine individuelle Problemlösung anstreben.“⁴⁸⁵

Mit der zunehmenden Konkretheit einer technischen Norm nimmt die Anzahl der Fälle ab, auf die sie angewendet werden kann. Als Lösungsmöglichkeit wurde von einem Gesprächspartner vorgeschlagen, technische Normen zu schaffen, die dem Ingenieur einen „roten Faden“ bieten, von dem aus auf andere konkretere technische Normen verwiesen wird. Mit diesen befasst man sich dann nur, wenn man eine Spezialfrage zu lösen hat.⁴⁸⁶ Diese, die technischen Normen konkretisierenden, technischen Normen, könnten dabei einen noch unverbindlicheren Charakter bekommen. Vorbild könnte das ATV-Regelwerk mit der Aufteilung in Arbeitsblätter und Merkblätter sein.

⁴⁸⁴ Senghaas-Knobloch/ Müller 1999, 99.

⁴⁸⁵ Int. 65, Abs. 119f.

⁴⁸⁶ Int. 64, Abs. 143.

Ähnliche Ansätze werden in Bezug auf die Zulassung von Alternativlösungen verfolgt. Das Problem der Zulassung von Alternativlösungen „lässt sich durch die Schaffung verschiedener Normen lösen: So könnten Technische Normen verfasst werden, die einen Rahmen setzen, der verschiedene, auch innovative Lösungen zulässt. Diese Normen könnten durch Normen ergänzt werden, die verschiedene Varianten im Einzelnen beschreiben. Das ATV-Regelwerk mit seinen Arbeitsblättern einerseits und den Merkblättern andererseits stellt einen Versuch dar, ein solches gestuftes System zu schaffen.“⁴⁸⁷ Insgesamt wurde das ATV-Regelwerk (mit Ausnahme von Kritik an den Bemessungsvorschriften nach ATV A 131) sehr positiv von den Befragten beurteilt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Widersprüchliche Anforderungen an die Konkretheit von technischen Normen lassen sich insbesondere bei den „Pragmatikern“ und „Regelorientierten“ finden, was vor allem mit deren (fehlendem) Wissen über die Möglichkeiten des Abweichens zusammenhängen dürfte. Losgelöst davon besteht das Problem, wie konkret eine technische Norm sein soll – und sein kann. Hilfreich ist es hierzu, Problemadäquanz und Wirklichkeitsnähe von technischen Normen als Maßstäbe für die Konkretheit heranzuziehen. Gestufte Systeme sind ein Ausweg aus der Problematik, können aber gerade in kontrovers diskutierten Bereichen eine ausufernde Normenproduktion in Gang setzen.

1.3.2.3.3 Innovationswirkungen technischer Normen

Das Verhältnis von technischen Normen und technischen Innovationen wird in zwei scheinbar widersprüchlichen Grundpositionen thematisiert, die sich mit den Schlagworten der „innovationsverhindernden“ und der „innovationsfördernden“ Wirkung technischer Normen beschreiben lassen. Diese Widersprüchlichkeit löst sich jedoch auf, wenn man die wechselseitige Beeinflussung zwischen Technikentwicklung und Techniknormung auf der Zeitachse und den die spezifischen Normenwender berücksichtigt.

1. *Technische Innovation und bestehende technische Normen.* Technische Innovationen zeichnen sich nach der hier verwendeten Begrifflichkeit dadurch aus, dass sie sich auf eine unvertraute Erfahrungsgrundlage beziehen. Das bestehende Regelwerk kann hier nicht unmittelbar einschlägig sein. Deshalb wird hinsichtlich der Beurteilung der Innovation am Maßstab des bestehenden Regelwerks oftmals die Meinung vertreten, dass technische Normen erstens rückständig seien und zweitens die Entwicklung innovativer Technologien tendenziell behinderten:

„Mit meinen Worten, etwas überspitzt: Ein technisches Arbeitsblatt ist der kleinste gemeinsame Nenner oder die gesammelte Erfahrung von vielen verschiedenen Fachleuten auf dem Wissenstand von vorgestern, weil die Zusammenstellung eines Arbeitsblatts lange Zeit braucht. Dann ist die Technik wieder überholt und es muss alles richtig sein, was darin ist. Und was richtig ist, ist der kleinste gemeinsame Nenner.“⁴⁸⁸

„Wir haben mal festgestellt, dass das Regelwerk den technischen Entwicklungen hinterher hinkt. Das liegt in der Sache begründet. Es muss sich erst einmal in der Praxis bewährt haben, bevor es als

⁴⁸⁷ Int. 47, Abs. 28.

⁴⁸⁸ Int. 74, Abs. 170.

Regelwerk formuliert werden kann. Es müssen ein paar Filteranlagen gebaut werden, bevor eine Norm über Filtration gemacht werden kann.“⁴⁸⁹

„Dadurch, dass ich mich nicht an bestimmte Vorgaben in dieser Hinsicht halten muss, eröffnen sich mir Spielräume, die ich mir auch als Ingenieur wünsche. Ich brauche auch die gestalterische Freiheit, um auch das Optimale aus dieser Technologie herauszuholen. In dem Augenblick, wo ich mich an eine Vorgabe halten muss, ist die Flexibilität verloren und auch das Optimierungspotenzial. Das gilt für jede innovative Technologie. Die darf man nicht an einem bereits vorhandenen Regelwerk messen. Das Regelwerk darf nicht im Detail vorschreiben, wie die neue Technologie zu funktionieren hat.“⁴⁹⁰

In der Untersuchung wurde die Ansicht, dass technische Normen Innovationen nicht behindern, ausschließlich aus der Perspektive von wissenschaftlich „Fortschrittlichen“ vertreten. Bei dieser Einschätzung ist jedoch zu beachten, dass diese Anwender grundsätzlich um die norm-immanenten Abweichungsmöglichkeiten wissen und von dieser Möglichkeit auch Gebrauch machen. Das innovationsbehindernde Potenzial der bestehenden technischen Normen realisiert sich also erst, wenn die Baubeteiligten den technischen Normen einen hohen Verbindlichkeitsgrad zuschreiben. Außerdem können Anwender auch – trotz ihres prinzipiellen Wissens um die Abweichungsmöglichkeit – aus anderen Gründen technische Normen wenig distanziert betrachten und sich starr an den Text halten. Die Haltung zur Verbindlichkeit ist daher nicht gleichzusetzen mit Distanzlosigkeit.

2. Auswirkungen der Innovation auf die Normungstätigkeit. In besonderen Fallkonstellationen fließen die Erfahrungen der Durchführung der Innovation direkt in eine parallel hierzu laufende Normung ein. So diente in der Fallstudie „Kläranlage mit Membrantechnik“ der Bau der Anlage als Beispiel für die Erarbeitung einer technischen Norm. Diese parallele Entwicklung einer Norm ist jedoch die Ausnahme.

„Bei der Membranfiltration ist es schon überraschend, dass die ATV relativ rasch reagiert und sofort einen Ausschuss einsetzt. Das ist etwas Besonderes, dass sie das gemacht hat. Das liegt an der Person, Prof. X, (...) dem wir damals auch schon die ersten Impulse gaben, in diese Richtung überhaupt einmal zu denken, mit seiner überschusschlammfreien Abwasserreinigung. Der ist Hauptausschussvorsitzender für den Hauptausschuss Abwasserbehandlung. Und da steht es in seiner Macht, Ausschüsse einzusetzen, um das schnell anzuregen. Wenn der Hauptausschussvorsitzende sagt, er braucht für diese Technik einen richtigen Fachausschuss, wer will ihm widersprechen? Dadurch ist das vorangetrieben worden. Wenn das eine andere Person wäre, die zur Membrantechnik sagen würde, es ist noch lange nicht soweit und lässt sie erst mal laufen, ob das überhaupt etwas ist. Dann ist so eine moderne Technik auch so schnell, wie sie aufgekommen ist, schon wieder versunken. Damit brauchen wir uns nicht zu befassen. Dann würde so ein Ausschuss nicht sein. Das ist immer wieder personenbezogen.“⁴⁹¹

Technische Entwicklungen können also Auswirkungen auf die Normungstätigkeit haben. Aufgrund der Entwicklungsgeschwindigkeit und verkürzter Produktlebenszyklen bestehen in verschiedenen Normungsgremien Bestrebungen zu „entwicklungsbegleitender Normung“, um die

⁴⁸⁹ Int. 13, Abs. 122.

⁴⁹⁰ Int. 49, Abs. 175.

⁴⁹¹ Int. 13, Abs. 122.

Zeitspanne zwischen der erstmaligen Realisation einer Innovation und der Erarbeitung des entsprechenden technischen Regelwerks zu verkürzen.⁴⁹²

3. Auswirkungen der innovationsinduzierten Normungstätigkeit auf die Technikgestaltung. Die innovationsinduzierte Normungstätigkeit hat Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen. Zunächst einmal besteht mit der technischen Norm die Möglichkeit, die realisierte Innovation im unmittelbaren Zusammenhang normativ zu bewerten. Dieser Umstand spielt insbesondere bei der Genehmigungsfähigkeit von Nachfolgeaufträgen eine Rolle, da die normative Bewertung nunmehr auf der Grundlage einer schriftlich fixierten Beurteilungsgrundlage erfolgen kann.⁴⁹³ Dabei ist es zunächst einmal unerheblich, in welcher Form die technische Norm zustande kam.⁴⁹⁴

Auf einer anderen Ebene bewirkt die innovationsinduzierte Normungstätigkeit, dass sich der Verbreitungsgrad der betreffenden Technik erheblich erhöht. Wenn man sich hierfür am Normalanwender orientiert und weniger am innovativen Spitzingenieur, dann kann man aus dieser Perspektive den zutreffenden Schluss ziehen, dass eine wesentliche Bedeutung der technischen Normen darin liegt, als Diffusionsmedium für wissenschaftliches Wissen, und letztendlich auch für Innovationen zu dienen. Denn die Einführung neuer technischer Normen löst in der Profession massive Weiterbildungsanstrengungen aus, um die Normalanwender mit den Neuerungen vertraut zu machen.⁴⁹⁵

Auf einer dritten Ebene kann im Bereich der Produktnormung die innovationsinduzierte und entwicklungsbegleitende Normung gezielt zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen genutzt

⁴⁹² vgl. DIN 1998, 5. Mit der Verkürzung des Erarbeitungszeitraums für DIN-Vornormen auf bis zu sechs Monate kann der Technikentwicklung eine Orientierung gegeben werden, ehe ein allgemeiner Konsens hergestellt werden kann, ehe eine Praxisbewährung nachgewiesen ist. Der insofern begrenzte Konsens wird in einem ad hoc zusammengestellten, also nicht mehr jedermann zugänglichen Interessenkreis hergestellt. Dies wirft zusätzliche Legitimationsfragen auf: „Jede Einbuße an Konsens und Offenheit vermindert den rechtlichen Status des Dokuments und provoziert Rückfragen an dessen gesellschaftliche sowie kartellrechtliche Legitimation.“ – DIN 1998, 5.

⁴⁹³ Das beschriebene Phänomen konnte am Herdofenkoksfilter einer Müllverbrennungsanlage beobachtet werden. Nachdem diese Komponente in die ersten Pilotanlagen eingebaut worden war, stellte sich das Problem, für den absehbaren Einbau in Industrieanlagen und für die damit verbundenen Genehmigungsverfahren keine ausreichende Absicherung im technischen Regelwerk zu besitzen. Der 1991 von einem Arbeitskreis aus Vertretern interessierter Kreise und beteiligter Behörden erarbeitete Bericht – LIS-Bericht 1991 – zielte darauf, eine Grundlage für die Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit zu schaffen. „Das LIS-Papier hat überall, bei allen Genehmigungsverfahren fast Gesetzescharakter, da kommt man nicht drumrum. Das steht auch schon in der Bestellung drinnen. Auch der Besteller will sicher sein, dass das auch berücksichtigt ist.“ (Int. 70, Abs. 101) Den Zweck erfüllt diese technische Norm noch heute, indem sie von allen Beteiligten als maßgeblicher normativer Standard zur Sicherheitsbewertung dieser Komponente anerkannt ist.

⁴⁹⁴ Der LIS-Bericht ist nicht in einem formellen Verfahren eines Normungsgremiums zustande gekommen. Obwohl der erarbeitende Arbeitskreis unter dem Dach einer Landesoberbehörde zusammen kam und diese auch die Veröffentlichung übernahm, kann er nicht als Verwaltungsvorschrift angesehen werden. Entsprechend der Abgrenzung der verschiedenen Steuerungsmedien gehört er zu den technischen Normen im weiteren Sinne.

⁴⁹⁵ Zu den entsprechenden Auswirkungen der Einführung der DIN 1045 im Jahr 1972 und der DIN 18800 im Jahr 1990 siehe die Ausführungen von Ekardt und Löffler, vgl. Ekardt/ Löffler 1991a, 53.

werden.⁴⁹⁶ Hierbei geht es jedoch nicht um eine generelle Diffusion, sondern um eine Regelung nach dem Motto: „Wer normt, gewinnt.“

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass eine generelle Bewertung der Innovationseffekte des technischen Regelwerks nur vor dem Hintergrund des angegebenen „Bewertungsmaßstabs“ vorzunehmen ist. Aus der Perspektive von „Professionellen“ (hochqualifizierten Ingenieuren mit ausgeprägtem professionellem Bewusstsein) ist das Technische Regelwerk sicherlich oftmals rückständig, wird jedoch kaum deshalb kritisiert, weil diese Anwender von der Möglichkeit zur Abweichung wissen und auch davon Gebrauch machen. Bei der Mehrzahl der Ingenieure wirken technische Normen im Gegenteil als Diffusionsmedium für Wissen und Innovationen, als Anstoß zur Weiterbildung.

1.3.2.3.4 Faktische Bindungswirkung technischer Normen

Technische Normen werden über sehr unterschiedliche Wirkmechanismen in den Prozess der Technikgenese eingebracht. Diese Wirkmechanismen werden im Folgenden, hinsichtlich der Verbindlichkeit, der Vermitteltheit und der besonderen Wirkung durch die Inbezugnahme technischer Normen durch rechtliche Generalklauseln beschrieben.

Verbindlichkeit technischer Normen. Die Steuerungsleistung einer technischen Norm hängt eng mit der ihr zukommenden oder ihr zugeschriebenen Bindungswirkung zusammen. Diese soll aus zwei Perspektiven beleuchtet werden: Aus der rechtswissenschaftlichen Perspektive stellt sich die Frage, unter welchen Voraussetzungen aus der Einhaltung der technischen Norm auf die Erfüllung des rechtlich Gebotenen geschlossen werden kann; Aus der ingenieurpraktischen Perspektive ist dagegen der Frage nachzugehen, warum technischen Normen im Kreis der Anwender eine hohe Verbindlichkeit zugesprochen wird.

Aus *rechtswissenschaftlicher Perspektive* ist die Verbindlichkeit technischer Normen differenziert zu betrachten. Sie ist abhängig von der Art der Inbezugnahme durch das Recht, dem normativen Ort einer „Öffnungsklausel“ und dem normativen Regelungsraum.

Technische Normen sind für sich genommen rechtlich nicht verbindlich. Das Recht kann auf sie Bezug nehmen und ihnen damit Rechtscharakter verleihen. Dies geschieht vielfach und ermöglicht in vielen Bereichen erst den Vollzug des Umwelt- und Technikrechts. „Eine Anwendungspflicht kann sich aufgrund von Rechts- oder Verwaltungsvorschriften sowie aufgrund von Verträgen oder sonstigen Rechtsgründen ergeben.“⁴⁹⁷ Im Folgenden soll nur die Inbezugnahme durch öffentliches Recht, insbesondere Umwelt- und Technikrecht, betrachtet werden.

Je nach der Art der Inbezugnahme – über Inkorporation, Verweisung oder Generalklauseln⁴⁹⁸ – erhält die technische Norm eine unterschiedliche Bindungswirkung. Inkorporation und Ver-

⁴⁹⁶ ISI/TU Dresden 1999, 8 ff.

⁴⁹⁷ DIN 820-1 (1996), 3.

⁴⁹⁸ „Inkorporation“ ist die auszugsweise oder vollständige wörtliche Übernahme des Textes der technischen Norm in den Rechtstext; „Verweisung“ bezeichnet den Hinweis auf eine technische Norm oder Normengruppe mit Nummer und Titel. Wird auf eine bestimmte Version einer technischen Norm unter Nennung des Ausgabedatums verwiesen, spricht man von einer „starren“ oder „statischen Verweisung“. Wenn dagegen auf

weisung kommen einem direkten „Hyperlink“ – einem eindeutigen Textverweis – auf konkrete technische Normen gleich. Wenn technische Normen über Inkorporation oder Verweisung⁴⁹⁹ in Bezug genommen werden, ist ihr Rechtscharakter eindeutig. Die konkrete technische Norm ist dann verbindlicher Bestandteil der Rechtsnorm. Der Gesetzgeber hat den konkreten Inhalt der technischen Norm zum Zeitpunkt der Rechtsetzung gekannt und übernommen.

In der Mehrzahl der Fälle erfolgt die Inbezugnahme über *Generalklauseln*. Diese beziehen sich auf Standards, wie die „*anerkannten Regeln der Technik*“ oder den „*Stand der Technik*“. Während in der Rechtstheorie die „*anerkannten Regeln der Technik*“ weitgehend identisch sind mit den in technischen Normen enthaltenen Anforderungen, soll der „*Stand der Technik*“ über die Erkenntnisse und Anwendungen hinausgehen, die in technischen Normen niedergelegt sind. Vielmehr sollen für diesen „*Stand*“ auch das in der Profession vorhandene Wissen und seine derzeitigen Umsetzungen berücksichtigt werden. Auch wenn die Gesetz- und Verordnungsgeber zur Ausfüllung dieses unbestimmten Rechtsbegriffs an eine bestimmte technische Norm denken, mag – im glücklichsten und seltensten Fall – für den Zeitpunkt der Rechtsetzung eine vollständige Kongruenz bestehen. Je weiter sich der Zeitpunkt der Anwendung einer technischen Norm vom Zeitpunkt der Rechtsetzung entfernt, desto unwahrscheinlicher wird es, dass zwischen der technischen Norm und dem „*Stand der Technik*“ eine Kongruenz vorliegt. Die Einschlägigkeit von technischen Normen für diese Generalklausel ist daher einzelfallbezogen zu prüfen. Der Umstand, dass in der Genehmigungspraxis anders vorgegangen wird, ändert zwar nichts an der rechtlichen Unverbindlichkeit technischer Normen, ist aber für die Steuerungskraft der verwendeten Standards bedeutsam.

Für DIN-Normen darf aufgrund des Normungsverfahrens nach DIN 820 vermutet werden, dass sie zum Genesezeitpunkt den „*Stand der Technik*“ beschreiben, solange niemand das Gegenteil beweist. Eine solche Vermutung kann jedoch für die Regelwerke anderer Akteure der privaten Normsetzung nicht gelten. Letztlich werden DIN-Normen, genau wie Normen anderer privater Normungsorganisationen, durch die Ausfüllung von Generalklauseln nicht rechtlich verbindlich. Den DIN-Normen wird allenfalls ein kleiner Vermutungsbonus zugesprochen.⁵⁰⁰ Im Baurecht wird eine solche Vermutung ausdrücklich angeordnet, sofern die entsprechenden technischen Normen von der zuständigen Landesbehörde als technische Baubestimmungen

die Norm „in der jeweils neuesten Fassung“ hingewiesen wird, gilt dies als „gleitende“ oder „dynamische Verweisung“. Generalklauseln sind unbestimmte Rechtsbegriffe für technische Entwicklungsstände – s. z.B. Reihlen 1996, N3. Die dynamische Verweisung wird übereinstimmend als verfassungswidrig angesehen – BVerfGE 47, 285 (311 ff.); Roßnagel, GK-BImSchG, § 7 Rn. 210 m.w.N. Die statische Verweisung kommt faktisch der Inkorporation gleich, daher wird oftmals die Formulierung verwendet, technische Normen werden durch Verweisung inkorporiert.

⁴⁹⁹ Im Folgenden ist immer nur die statische Verweisung gemeint.

⁵⁰⁰ Im Bereich der europäischen Normung kommt es schon seit einiger Zeit zu einer bemerkenswerten Umgestaltung. Durch die „*Neue Konzeption*“ der EG in der Harmonisierung technikrechtlicher Vorgaben wurde die Bindungswirkung von technischen Normen erheblich erhöht. EG-Richtlinien sollen nicht mehr konkrete Anforderungen an die Technik stellen, sondern nur noch allgemeine Ziele vorgeben, die durch europäische Normen, zu deren Erstellung die europäischen Normungsgremien von der Europäischen Kommission mandatiert werden, ausgefüllt werden. Dadurch entfalten die harmonisierten Normen eine Bindungswirkung, die über eine „*widerlegbaren Vermutung*“ weit hinaus reicht – s. hierzu und den damit verbundenen Legitimationsproblemen näher Roßnagel 1996, 1181 ff.; Jörrisen 1997, 73 ff.

eingeführt werden.⁵⁰¹ Durch ausdrückliche Vermutungsregelungen wird die Bindung der technischen Norm an die Rechtsnorm vergrößert. Die Einhaltung der Anforderungen in technischen Normen stellt damit bis zur Widerlegung der Vermutung eine hinreichende Bedingung für die Erfüllung des rechtlich Gebotenen dar.

Ein Sonderproblem in der Frage der Verbindlichkeit stellen *Öffnungsklauseln* dar. Es gibt sowohl in rechtlichen als auch in technischen Normen Öffnungsklauseln. Sie dienen in der Regel dazu, Innovationen zu erleichtern oder sich auf Besonderheiten des Anwendungskontextes zu beziehen.

Ein Beispiel für Öffnungsklauseln im Recht liefert das Gerätesicherheitsgesetz: Nach § 3 Abs. 1 Satz 3 GSG darf „von den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften (...) abgewichen werden, soweit die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.“ Rechtliche Öffnungsklauseln ermöglichen immer Alternativlösungen, wenn diese das Schutzziel des Rechts ebenso gut erreichen wie die in Bezug genommene technische Norm. Insbesondere im Verwaltungsvollzug stellt sich häufig auch die Frage, ob die Einhaltung der Anforderungen in technischen Normen eine notwendige Bedingung für die Erfüllung des rechtlich geforderten Sicherheitsniveaus darstellt, ob also nur über die Regelwerkskonformität die Erfüllung der allgemein anerkannten Regeln der Technik gewährleistet werden kann. Um solchen Auslegungsschwierigkeiten zu begegnen, wurden in einige Gesetze Öffnungsklauseln aufgenommen.⁵⁰² Damit wurde dem Bedürfnis entsprochen, den erforderlichen Sicherheitsnachweis auch dann führen zu können, wenn der zu beurteilende Gegenstand von den technischen Normen abweicht.

Diese Öffnungsklauseln können je nach Fallgestaltung zwei unterschiedliche Bedeutungen haben. Sind im Anwendungsfeld neben den technischen Normen auch andere Regeln vorhanden, die eine allgemeine Anerkennung für sich beanspruchen können, so hat die Öffnungsklausel lediglich eine klarstellende Bedeutung, da der Sicherheitsnachweis ohnehin auf der Grundlage allgemein anerkannter Regeln erfolgt. Gibt es neben den technischen Normen jedoch keine weiteren anerkannten Regeln, auf die der Sicherheitsnachweis gestützt werden könnte, so hat die Öffnungsklausel tatsächlich eine materielle Bedeutung, da der Sicherheitsnachweis in diesen Fällen ohne Anbindung an eine weitere normative Grundlage geeignet sein muss, unmittelbar die Erreichung des rechtlichen Sicherheitsziels zu dokumentieren. Von daher wird durch Öffnungsklauseln insbesondere dem Gesetzesvollzug auferlegt, auch alternativ geführte Sicherheitsnachweise zumindest zuzulassen und sie am Maßstab des vorgegebenen Sicherheitsziels zu überprüfen.⁵⁰³

⁵⁰¹ S. z.B. § 3 Abs. 3 der Hessischen Bauordnung.

⁵⁰² Als Beispiel für solche gesetzlichen Öffnungsklauseln siehe zum Beispiel die bereits oben im Text zitierte Vorschrift des § 3 Abs. 1, Satz 3 GSG. In dem Bereich der untersuchten Fallstudien findet sich eine solche gesetzliche Öffnungsklausel in § 153 Absatz 1 Satz 3 des neugefassten Niedersächsischen Landeswassergesetzes zur Anlagengenehmigung, wonach von den allgemein anerkannten Regeln der Technik abgewichen werden kann, „wenn auf andere Weise dem Wohl der Allgemeinheit mindestens gleichwertig entsprochen wird.“

⁵⁰³ So antwortete ein Gesprächspartner in einer Genehmigungsbehörde auf die Frage, ob die Öffnungsklausel im Niedersächsischen Wassergesetz demjenigen tatsächlich hilft, der vom ATV-Regelwerk abweichen will: „Dem hilft es, dass er zumindest den Anspruch auf eine vernünftige Prüfung seiner Unterlagen hat. Und den Prüfer verpflichtet es, tatsächlich dahinter her zu gehen und zu sagen, ich mache mit oder ich mache nicht mit.“

Auch in vielen technischen Normen gibt es Öffnungsklauseln: Von einer technischen Norm kann abgewichen werden, wenn die alternative technische Lösung das Regelungsziel der technischen Norm mindestens genauso gut erreichen kann.⁵⁰⁴ Wenn eine rechtliche Norm auf eine technische Norm Bezug nimmt, die eine Öffnungsklausel hat, so übernimmt das Recht die normative Struktur der technischen Norm. Im Regelfall soll die Norm Anwendung finden; Lösungen, die das Ziel der Rechtsnorm und der technischen Norm gleichwertig umsetzen, sollen aber nicht ausgeschlossen sein.

Als Zwischenergebnis bleibt festzuhalten: Innerhalb der Verwendung der Generalklauselmethode wird die Anbindung an das entsprechende Regelwerk also durch zwei verschiedene Methoden entweder verstärkt oder gelockert. Die Verstärkung geschieht über die gesetzliche Aufnahme einer Vermutungsregelung, die Lockerung wird durch die Aufnahme von Öffnungsklauseln bewirkt.

Obwohl technische Normen nicht rechtsverbindlich sind, kann ein Jurist feststellen: „Wo es Regelwerke gibt, verhalten sich Ingenieure und Techniker ganz selbstverständlich nach ihnen, ohne nach ihrer Bindungswirkung zu fragen.“⁵⁰⁵ Die Trifigkeit dieser Tendenzaussage ist jedoch nach Anwendertypen zu differenzieren. Das Verhalten zu technischen Normen ist sogar in die Definition der Anwendertypen eingegangen.

Wenn die Vorgabe rechtlicher Sicherheitsziele also nicht unvermittelt als Begründung für die hohe Verbindlichkeit des technischen Regelwerks für die *Ingenieurpraxis* herangezogen werden kann, dann müssen für diese Bindungswirkung noch andere Gründe maßgeblich sein. Die „gleichzeitige Verpflichtung auf Befolgung und Distanz durch die raffinierte Struktur des Regelwerks ermöglicht es, Handeln im einen Grenzfall konkret anzuleiten und zu beschränken, im anderen Grenzfall aber auch einen Rahmen verantworteter Freiheit des Handelns zu bieten.“⁵⁰⁶ Die Steuerungsleistung, die eine technische Norm entfalten kann, hängt ganz stark davon ab, welcher Anwender sie in konkrete Technik umsetzt. „Die grundsätzlich und unausweichlich ambivalente Funktion technischer Regeln, nämlich zugleich belastende Restriktion und Sicherheit gebende, entlastende Orientierung zu sein, der Phantasie und Innovation auf die Sprünge zu helfen oder diese zu entmutigen, realisiert sich bei gleicher Regel je nach Anwendervoraussetzung sehr unterschiedlich. Ausbildung, Erfahrung, Arbeitsposition und schließlich auch die berufsverbandliche Organisation können hierfür von Belang sein.“⁵⁰⁷ Weiterhin ist auch die konkrete Aufgabe eine wichtige Bedingung für die Steuerungseffekte einer technischen Norm. Für die Anwendung gilt somit: Wie technische Normen auf ihren drei Stufen,

Aus den und den Gründen. Der eine muss begründen, warum er glaubt, abweichen zu können, und der andere muss sagen, ich kann diese Abweichung aus den und den Gründen nicht akzeptieren. Da reicht es einfach nicht zu sagen, in der ATV steht es anders.“ (Int. 27, Abs. 201-204).

⁵⁰⁴ In diesem Zusammenhang ist auch die Verpflichtung zum eigenverantwortlichen Umgang mit der technischen Norm zu sehen, die auf vielen Vorblättern zu finden ist. Wer entsprechend der technischen Norm plant und baut, ist trotzdem nicht seiner Verantwortung enthoben, falls es z.B. zu einem Störfall kommt. Daher bedeutet ein verantwortungsvoller Umgang mit technischen Normen auch, von diesen abzuweichen, sofern dies erforderlich ist.

⁵⁰⁵ Gusy 1995, 106.

⁵⁰⁶ Ekardt/ Löffler 1991a, 49.

⁵⁰⁷ Ekardt/ Löffler 1991a, 51.

Prinzipien, Maximen und operative Sätze, in Anspruch genommen werden, darüber entscheiden Person und Aufgabe.⁵⁰⁸

In der Praxis der Normanwendung ist zwischen dem Abweichungswissen und der Abweichungspraxis zu unterscheiden. Es ist durchaus möglich, dass man von der Möglichkeit des Abweichens von einer technischen Norm Kenntnis hat, aber davon keinen Gebrauch macht. In den Fallstudien gab es eine – überdurchschnittlich – große Anzahl von Ingenieuren, die von technischen Normen abgewichen sind.⁵⁰⁹ Im Regelfall wissen die Ingenieure zwar um die Möglichkeit, von der Norm abzuweichen, ohne jedoch davon Gebrauch zu machen. Welche Gründe könnten hierfür ausschlaggebend sein? Zur Beantwortung dieser Frage werden im Folgenden verschiedene Ansätze aufgezeigt, die teilweise ineinander greifen und daher auch nicht in der Reihenfolge ihrer Darstellung gewichtet sein sollen.

Orientierung der Genehmigungsbehörde an technischen Normen. Ein regelwerkskonformer Entwurf wird von der Behörde leichter akzeptiert. Es ist dagegen schwierig, einen abweichen den Entwurf gegenüber der Behörde durchzusetzen. So sagte ein Behördenvertreter im Expertengespräch, dass der Nachweis der Gleichwertigkeit der von der technischen Norm abweichenden Lösung durchaus schwierig sein kann: „Da muss man teilweise ein Sachverständigengutachten fordern, das dann die Gleichwertigkeit nachweist.“⁵¹⁰ Das Erfordernis des Gleichwertigkeitsnachweises kann u.U. sehr abschreckend wirken.

Fehlt eine einschlägige technische Norm, suchen die Behörden oft nach anderen Normen, die übertragbar sind. So hat eine Genehmigungsbehörde einen Gesprächspartner sogar dazu bringen wollen, für eine innovative Brücke, für die keine technische Norm vorlag, das technische Regelwerk für Industrikräne anzuwenden.⁵¹¹ Bei innovativen technischen Lösungen besteht in Ermangelung einer unmittelbar einschlägigen Norm zusätzlich das Problem, sich über die Anwendbarkeit vergleichbarer Normen zu verständigen. Die Bereitschaft auf Seiten der Genehmigungsbehörde, auch technische Normen aus verwandten Technikbereichen heranzuziehen, ist dabei tendenziell größer als auf Seiten des Antragstellers, da das Abarbeiten eines normativ vorgegebenen Entscheidungsprogramms der Verwaltungstätigkeit näher liegt.

Vermeidung vertragsrechtlicher Risiken. Technische Normen haben eine wichtige Funktion für die Konkretisierung der vertraglichen Leistungsbeziehungen der Baubeteiligten zueinander. Über die Einbindung in Verträge erhalten sie eine privatrechtliche Verbindlichkeit zwischen den Vertragspartnern, was auch für die Bestimmung des vertraglichen Haftungsmaßstabs

⁵⁰⁸ Ekardt/ Löffler 1991a, 50.

⁵⁰⁹ Dies muss mit der Auswahl des Samples erklärt werden: In den innovativen Fallstudien können technische Normen, die sich auf konventionelle Technik beziehen, höchstens im übertragenen Sinn angewendet werden. Solche Akte des Abweichens finden jedoch nicht durchgängig statt. Wer von einer konkreten technischen Norm abweicht, weil er an der Genese einer innovativen baulichen Anlage beteiligt ist, wendet trotzdem erheblich mehr technische Normen an, als dass er sie nicht anwendet, weil selbst bei sehr neuartigen Anlagen die konventionellen Anteile, auf die bestehende technische Normen angewendet werden können, überwiegen.

⁵¹⁰ Int. 51, Abs. 213.

⁵¹¹ Int. 59, Abs. 13.

wichtig ist.⁵¹² Dieses Einbinden in Privatverträge ist in seinen praktischen Konsequenzen bedeutsamer als die tatsächlichen oder antizipierten Schwierigkeiten mit den Genehmigungsbehörden, weil solche vertragsrechtlichen Bindungen an das technische Regelwerk häufig bereits zu einem Zeitpunkt erfolgen, der vor dem Eintritt in ein Genehmigungsverfahren liegt. Dies führt tendenziell dazu, die Vorgaben der technischen Normen genau zu befolgen und auf Innovationen und Optimierungen zu verzichten. In den Worten eines Vertreters einer obersten Landesbehörde: „Die größten Probleme bei Abweichungen von den Regeln der Technik bestehen aber ohnehin nicht im Zusammenhang mit dem Genehmigungsverfahren, sondern ergeben sich aus den vertragsrechtlichen Beziehungen zwischen Betreiber, Planer und Anlagenbauer. Wenn sich der Betreiber auf das Regelwerk als Maßstab für die vertraglich geschuldete Leistung beruft, können Gewährleistungs- und Haftungsansprüche erhebliche ökonomische Risiken für die beteiligten Unternehmen zur Folge haben.“⁵¹³

Fehlende Alternativen. Oft kommt es vor, dass ein Ingenieur zwar mit Detailregelungen in einer technischen Norm unzufrieden ist, aber selbst keine bessere Alternative zu konstituieren vermag. Wenn jedoch eine technische Norm gut ist, gibt es keinen Grund von ihr abzuweichen. Zu einer abweichenden Praxis kommt es nur in solchen Fällen, in denen sich eine Alternative wegen ihrer ökonomischen Vorteile aufdrängt oder wegen spezieller Anforderungen im Einzelfall notwendig wird. Das Generieren solcher Alternativen erfordert einen Planungsaufwand, der regelmäßig höher ist als die Planung auf der Grundlage der technischen Normen. Außerdem lassen technische Normen an vielen Stellen Alternativlösungen zu.

Technische Normen entfalten also aus verschiedenen Gründen eine faktische Verbindlichkeit, dennoch bezweifeln Stimmen in der juristischen Literatur, „dass die technischen Regeln, in der behördlichen und gerichtlichen Praxis *de facto* (...) für jedermann ‚verbindlich‘ seien.“⁵¹⁴ Doch würde es die Praxis verfehlten, wenn nicht von einer großen faktischen Wirkung ausgegangen würde. Hinter dem Leugnen der faktischen Bindungswirkung dürfte die Befürchtung stehen, damit die These vom Legitimationsdefizit technischer Normen zu befördern. „Gerade diese sog. *de-facto*-Verbindlichkeit bildet den Ausgangspunkt der (.) Kritik an der privaten Normgebung. Sie erhebt den zentralen Vorwurf eines Demokratie- und Legitimationsdefizits.“⁵¹⁵ Die faktischen Bindungswirkungen technischer Normen werfen demokratietheoretische und verfassungsrechtliche Bedenken auf⁵¹⁶ und rücken prozedurale Fragen der Normentstehung in den Blickpunkt: „Insoweit technische Normen die gleiche Bindungswirkung erreichen wie die rechtlichen Normen, müssen sie nach Auffassung vieler Rechtswissenschaftler (vgl. vor allem Denninger 1990) auch den gleichen prozeduralen Anforderungen der demokratie- und rechtsstaatlichen Normbildung entsprechen.“⁵¹⁷ Brennecke formuliert die Forderung, „dass ‚die Gesellschaft‘ auf die Entstehung jeder technischen Norm den Grad an Einfluss ausüben muss, den eine spezifische technische Norm auf die Gesellschaft innehalt. Da

⁵¹² Reihlen 1996, N3: „Für den Anwender von DIN-Normen spricht der Beweis des erstens Anscheins, dass er die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beachtet hat. Damit kann er dem Vorwurf der Fahrlässigkeit begegnen.“

⁵¹³ Int. 47, Abs. 32.

⁵¹⁴ Marburger/Gebhard 1993, 38.

⁵¹⁵ Schmidt-Preuß 1998, 90.

⁵¹⁶ vgl. Brennecke 1999, 279 mit Verweis auf Denninger; Jörissen/ Bechmann, Lamb, Lübbe-Wolff, Roßnagel, Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Voelzkow.

⁵¹⁷ Brennecke 1999, 280.

hier große Unterschiede vorliegen, sind auch sehr differenzierte Modelle der Einflussnahme daraus abzuleiten.“⁵¹⁸ Es ist jedoch fraglich, ob eine solche Differenzierung praktisch umsetzbar ist, insbesondere wenn schon die Grundlage hierfür, ein Normenorganisationsgesetz, offensichtlich bisher keine Chance in der Bundesrepublik⁵¹⁹ hat. Es stellt sich vor dem beschriebenen Gesamthintergrund die Frage, inwieweit die technische Normung in ihrer bestehenden Form immer als ein positives Beispiel für gesellschaftliche Selbststeuerung angesehen werden kann.⁵²⁰ Außerdem stellt sich in der Verbindlichkeitfrage der Verdacht ein, dass die faktische Verbindlichkeit technischer Normen - entgegen jeder Praxiserfahrung – so vehement bestritten wird, weil man den aus dem Legitimationsdefizit resultierenden Konsequenzen aus dem Weg gehen will.

1.3.2.3.5 Direktheit der Steuerungswirkung technischer Normen

Mit der Frage der Direktheit der Steuerungswirkung soll untersucht werden, ob technische Normen Vermittlungsinstanzen bedürfen und welcher Art diese sind. Generell ist damit die Annahme verbunden, dass eine direkte Wirkung besser ist als eine indirekte, da es über Vermittlungsinstanzen möglicherweise zu unerwünschten Veränderungen kommen kann.

Technischen Normen scheint der Ruf vorauszueilen, quasi selbstvollziehend zu sein und „von sich“ aus zu wirken.⁵²¹ Dieser Eindruck mag dadurch bestärkt werden, dass diese Normen überwiegend in der Sprache der Ingenieure verfasst sind und damit, im Gegensatz zu Rechtsnormen, keiner weiteren „Übersetzung“ in die Terminologie des jeweiligen Anwendungsfeldes bedürfen.⁵²² Die Notwendigkeit von Vermittlungsebenen und mögliche Vermittlungsinstanzen bei der Normenanwendung durch Praktiker werden demgegenüber kaum thematisiert.

Auch die empirische Untersuchung im Rahmen der Fallstudien ging von der These aus, dass technische Normen, im Gegensatz zu Rechtsnormen, unmittelbar wirken. Eine Voraussetzung für die unmittelbare Wirkung einer technischen Norm ist jedoch, dass sie bekannt ist. In den Expertengesprächen ergab sich jedoch ein differenzierteres Bild. In der Praxis ist zwischen der formellen und der materiellen Kenntnis des Regelwerks zu unterscheiden. Die materielle Kenntnis, also die Kenntnis des Norminhalts, war regelmäßig deutlich besser als die formelle Kenntnis, also die Kenntnis der Normbezeichnung und der konkreten Fundstelle innerhalb der Norm.⁵²³ Obwohl Defizite hinsichtlich des Norminhalts und erhebliche Defizite hinsichtlich

⁵¹⁸ Brennecke 1999, 280.

⁵¹⁹ Aufgrund der immer extrem zunehmenden Bedeutung der europäischen Normung (vgl. z.B. Röthel 2000, 35) stellt sich ohnehin die Frage, ob die Bundesrepublik der effizienteste Ansatzort ist.

⁵²⁰ vgl. Kapitel 3.2.3.1.2 Selbststeuerung durch technische Normung.

⁵²¹ Diesem Eindruck entspricht auch das unter Juristen geflügelte Wort von der „umgekehrten Wesentlichkeits-theorie im Umweltrecht“, demzufolge die entscheidenden Vorgaben für die Anlagengestaltung nicht in rechtlichen, sondern in technischen Normen enthalten sind.

⁵²² Eine weitere Bestätigung erfolgt durch den starken Normenbezug der Ingenieurausbildung. So hört man z.B. von Hochschullehrern, dass sie „Stahlbau nach DIN 18800“ lehren.

⁵²³ Einschränkend ist jedoch festzuhalten, dass den Forschern – Juristen und Sozialwissenschaftlern – zu Beginn der Fallstudien die einschlägigen technischen Normen für sehr konkrete technische Spezialmaterien der untersuchten Bauprojekte auch nicht vollständig bekannt waren. Dies hat dazu geführt, dass auf eine allgemeine Antwort, man wisse nicht, welche Normen einschlägig seien, nicht in der Weise reagiert werden konnte, dass

der Normbezeichnung und des Normtextes bestehen, äußerte keiner der Gesprächspartner Zweifel daran, in Übereinstimmung mit den technischen Normen zu arbeiten. Dabei wurde der Widerspruch, dass es schwer möglich ist, sich in bewusster Übereinstimmung mit einer Norm zu befinden, die man nicht kennt, von niemandem thematisiert. Es gibt aber auch Normen, wie beispielsweise die Massivbaunorm DIN 1045 oder die Bemessungsnorm ATV A 131, die *jedem* Bauingenieur im entsprechenden Metier bekannt sind.

Auch technische Normen bedürfen für ihre Wirksamkeit der Vermittlung durch spezifische Verfahren oder Instanzen. Eine wichtige Form der Vermittlung normativer Vorgaben technischer Normen ist ihre *Einlagerung in Arbeitsroutinen*. So haben viele Ingenieurbüros Musterlösungen. Auch in Computerprogrammen, etwa im Programm ARABER zur Bemessung von Belebungsbecken von Kläranlagen, sind technische Normen, in diesem Fall die Ansätze der ATV A 131, umgesetzt, soweit sie operativ umgesetzt werden können. Auf diese Weise können somit zwei Arten von Routinen weitergegeben werden: Entwurfslösungen, die als Folie für künftige Projekte dienen und Bemessungsregeln, die technische Normen umsetzen. „Wir zeichnen ja generell auf AutoCAD. Die Handzeichnung ist eine Geschichte von vorgestern. Und wenn man so lange im Geschäft ist und so viele Anlagen geplant und gebaut hat, gibt es natürlich einen Fundus von Vorlagen, die man immer wieder einmal aus der Schublade zieht.“⁵²⁴

Über Computerprogramme (z.B. Berechnungsprogramme) können Inhalte technischer Normen, auch bei hohen kognitiven Anforderungen an den Anwender, einem breiten Anwenderkreis vermittelt werden.

Eine überragend wichtige Bedeutung für die Vermittlung der Normforderung kommt der *Einbindung von Know-How-Trägern* zu. Als solche sollen diejenigen Spezialisten innerhalb eines Fachgebiets verstanden werden, die bei allen Baubeteiligten eine herausragende Anerkennung finden. Eine institutionalisierte Form des Know-How-Trägers ist der Prüfingenieur im Bauordnungsrecht. Gerade bei Entscheidungsprozessen, die nicht erfahrungsorientiert ablaufen können, wird häufig auf Know-How-Träger zurückgegriffen. Diese geben die Norminhalte indirekt über ihre Gutachten an die Baubeteiligten weiter. In den Fallstudien war regelmäßig festzustellen, dass sich auf der Grundlage des Gutachtens oder der Beurteilung des Know-How-Trägers eine weitere Auseinandersetzung über die Normkonformität der Planung erübrigte. In den nachfolgenden Planungsphasen entlastet das sachverständige Urteil von der Überprüfung im Einzelfall. Technische Normen wirken in solchen Fällen direkt auf den Know-How-Träger, auf die übrigen Planungsbeteiligten jedoch indirekt über die Vermittlungsinstanz des sachverständigen Urteils.

Eine weitere Vermittlungsform sind *Prüf- und Kontrollverfahren*. Sicherheitstechnische Normen sollen Anforderungen für die Prüfung der gestellten Anforderungen und den Sicherheitsnachweis enthalten. Teilweise sind diese Prüfvorgaben so weit operationalisiert, dass sich der Norminhalt in einem Prüfbericht „widerspiegelt“.⁵²⁵ Wird der nach der technischen Norm ge-

einzelne Normen aufgezählt wurden, um für jede konkrete Norm eine Antwort zu erhalten und somit bloße Erinnerungsschwächen auszuschließen.

⁵²⁴ Int. 54, Abs. 224.

⁵²⁵ S. den nach DIN 4226 zu erstellenden „Großen Rammbericht“ bei Pfahlgründungen im Brückenbau, in den die Ergebnisse der Belastungsversuche eingetragen werden. Wenn die Bedingungen und die Ergebnisse dem

forderte Prüfbericht erstellt, ist damit die Einhaltung der Norm nachgewiesen, ohne dass der konkrete Norminhalt weiterhin ausdrücklich bekannt sein muss. Diese Prüfberichte fließen dann auch in das rechtliche Kontrollverfahren ein. In diese Verfahren werden vielfach die bereits angesprochenen Know-How-Träger eingebunden. Darüber hinaus kommt diesen Verfahren eine eigenständige Funktion zu, da in ihnen zumindest diejenigen technischen Normen, die rechtlich relevant sein können, vom verfahrensrechtlichen Prüfungsprogramm erfasst sind. Die Genehmigungserteilung kann somit ebenfalls als Vermittlungsinstanz zur Überprüfung der Normkonformität angesehen werden.

Entgegen der gängigen Meinung kann festgehalten werden, dass eine Vielzahl von Vermittlungsformen und Vermittlungsinstanzen technischen Normen zur Wirkung verhilft. Know-How-Träger, Arbeitshilfen und -routinen sowie Prüf- und Kontrollverfahren können solche Vermittlungsinstanzen oder -mechanismen darstellen. Die damit charakterisierte indirekte Wirkungsweise von technischen Normen muss nicht zwangsläufig eine schwächere oder fehlgeleitete Steuerungswirkung bedeuten. Vielmehr kann über den Austausch mit konkreten Vermittlungsinstanzen die Sicherheitskommunikation unter Umständen sogar befördert werden.

1.3.2.3.6 Wirkung von technischen Normen nach der „Drei-Stufen-Lehre“?

Für die Wirkung technischer Normen ist deren Verstärkung durch die Inbezugnahme über Generalklauseln im Recht von großer Bedeutung. Das Recht verwendet für die Generalklausel unterschiedliche unbestimmte Rechtsbegriffe. Überwiegend wird zur Erklärung der Unterschiede die Kalkar-Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts herangezogen.⁵²⁶ Dort hat das Gericht an drei von ihm ausgewählten Beispielen in den Begriffen „Stand von Wissenschaft und Technik“, „Stand der Technik“ und „Allgemein anerkannte Regeln der Technik“ ein Stufenverhältnis unterschiedlicher Sicherheitsniveaus erkannt. Nachdem die Rechtswissenschaft diese Passage aus dem Kalkar-Urteil zu einer „Drei-Stufen-Lehre“ überhöht hat,⁵²⁷ bestimmt diese Dreiteilung des Sicherheitsniveaus die theoretische Diskussion zur rechtlichen Risikosteuerung.

In Wirklichkeit verbindet der Gesetzgeber mit der Verwendung unterschiedlicher Generalklauseln nicht in konsequenter Weise unterschiedliche Schutzniveaus.⁵²⁸ Zweifel an der Steuerungskraft solcher Generalklauseln entstehen, wenn berücksichtigt wird, dass es in Technikgesetzen etwa 40 unterschiedliche solcher Formulierungen⁵²⁹ gibt und der Gesetz- und Verordnungsgeber die gleichen Anforderungen für sehr unterschiedliche Risiken fordert.⁵³⁰ Für sie soll zum Beispiel der „Stand der Technik“ nicht nur als Maßstab für immissionsschutzrechtlich zu genehmigende Anlagen dienen, sondern ebenso für die Methoden zur Bestimmung

Rammbericht entsprechen, so ist die DIN 4226 erfüllt. Den Baubeteiligten ist diese technische Norm möglicherweise gar nicht bekannt. Sie arbeiten aber mit dem Rammbericht, der als Prüfverfahren eine Umsetzung der Norm ist.

⁵²⁶ vgl. BVerfGE 49, 89 (135 ff).

⁵²⁷ z.B. Marburger 1981, 257f.

⁵²⁸ Nicklisch 1983, 264.

⁵²⁹ Nicklisch 1983, 263 hat 188 Bezugnahmen ausgewertet und 35 unterschiedliche Bezeichnungen festgestellt, teilweise werden sogar über 40 solcher Bezeichnungen genannt – s. BMWi 1989, 7.

⁵³⁰ S. Nicklisch 1983, 263; BMWi 1989, 7.

des Alkoholgehalts im Branntwein⁵³¹ und für die Beurteilung von Käfigbatterien zum Halten von Hennen.⁵³² Die höchste Stufe des „Standes von Wissenschaft und Technik“ haben sie nicht nur für Atomanlagen, sondern auch für Lehrmittel für den Hufbeschlag gefordert.⁵³³ Die Gewerbeordnung verlangte dies bis 1992 auch für Getränkeschankgeräte.⁵³⁴ Seitdem gelten für sie nur noch die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“,⁵³⁵ ohne dass dadurch ihr Sicherheitsniveau gesunken wäre. Daraus wird geschlossen, dass der unterschiedlichen Verwendung dieser Standards „offensichtlich (...) keine allgemein gültige Systematik zugrunde“ liegt.⁵³⁶

Eine Reduzierung der verschiedenen Bezeichnungen der unbestimmten Rechtsbegriffe für Generalklauseln scheint angesichts der über 40 verschiedenen Bezeichnungen angebracht. Die EN 45020 unterscheidet nur zwei Generalklauseln: den „Stand der Technik“ als „entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt“ und die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ als „technische Festlegung, die von der Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Stands der Technik angesehen wird“. Der Professorenentwurf für das Umweltgesetzbuch war sogar noch radikaler: Hier wurde nur noch ein einziger Begriff diskutiert.⁵³⁷

Würde der Gesetz- und Verordnungsgeber die Drei-Stufen-Lehre tatsächlich zum Maßstab machen, hätte er seine Technikregeln spätestens seit der Kalkar-Entscheidung an dieser konsequent ausrichten müssen. Dies ist zum Beispiel für § 2 Abs. 3 der Störfallverordnung geschehen. Dagegen missachtete die Änderung des § 7a WHG die Dreistufung, wenn sie im Gesetzesentwurf die „anerkannten Regeln der Technik“ durch den „Stand der Technik“ ersetzte, in der Begründung jedoch darauf hinweist, dass durch die neue Wortwahl gerade keine materielle Änderung bewirkt werden soll.

Auf der Seite der technischen Normung besteht ebenfalls eine Begriffsverwirrung: Das DIN will gleich an zwei Begriffe anschließen: Sogar in der Normungsnorm DIN 820 werden die Begriffe „Stand der Technik“ und „allgemein anerkannte Regel der Technik“ wechselseitig verwendet und nicht unterschieden.⁵³⁸

⁵³¹ § 3 Abs. 2 Nr. 3 b Alkoholverordnung.

⁵³² § 2 Abs. 2 Hennenhaltungsverordnung.

⁵³³ § 17 Hufbeschlagverordnung.

⁵³⁴ § 24 Abs. 1 Nr. 3 und Abs. 4 Gewerbeordnung.

⁵³⁵ § 4 Abs. 1 GSG und Getränkeschankanlagenverordnung.

⁵³⁶ BMWi 1989, 7; s. hierzu auch Roßnagel 1998, 78; Roßnagel 2000, § 28.

⁵³⁷ Nicklisch, BB 1983, 269 hat schon 1983 eine radikale Reduzierung der „technischen Standards“ auf möglichst nur noch einen Begriff gefordert, was vom „Gemeinschaftsausschuss der Technik“ 1982 übernommen wurde. „Dieser Vorschlag zur Vereinheitlichung und die Ablehnung der Dreistufenthese bedeuten jedoch nicht jeden Verzicht auf Differenzierungen im Zusammenhang mit der Heranziehung technischer Standards. Notwendigerweise differenzierte Sicherheitsanforderungen können in Rechtsnormen anderweitig zum Ausdruck kommen.“ – Nicklisch 1983, 267.

⁵³⁸ Ebenso wenig differenzierend Reihlen, der Präsident des DIN: „DIN-Normen gelten aufgrund ihres Zustandekommens als anerkannte Regeln der Technik, als Festlegungen, deren Inhalt von der Mehrheit der Fachleute als zutreffende Beschreibung des Standes der Technik zum Zeitpunkt der Veröffentlichung anerkannt wird.“ (Reihlen 1998, 82) Auch die Normungsnorm des VDI benutzt die Begriffe unscharf: „Folgende Ziele

Vorausgesetzt, es gäbe eine in sich konsistente Dreistufung von rechtlichen Sicherheitsanforderungen, dann wäre dies handlungslogisch immer noch problematisch, weil angesichts der massenhaften, verteilten Akteure eine erzwungene Orientierung am technisch-wissenschaftlichen Neuen eher neue Risiken als erhöhte Sicherheit bedeuten kann.

In der *Praxis der Ingenieure* spielen die in der rechtswissenschaftlichen Literatur erörterten Differenzierungen keine Rolle.⁵³⁹ „Die Unterscheidung, ob eine technische Norm eine ‚allgemein anerkannte Regel der Technik‘ oder den ‚Stand von Wissenschaft und Technik‘ verkörpert, ist eine dem Normalanwender fremde Fragestellung.“⁵⁴⁰ Sogar auf Seiten einer Genehmigungsbehörde wurde von – berechtigten – erheblichen Schwierigkeiten im Umgang mit diesen Begriffen, hier im Zusammenhang mit der Neuregelung des § 7a WHG, gesprochen.

„Dann ist beim Bund die Quadratur des Kreises geschehen, indem gesagt wurde: Das was früher ‚allgemein anerkannte Regeln der Technik‘ war, ist heute ‚Stand der Technik‘. Das ist so. Das muss man hinnehmen. Man kann es nicht nachvollziehen. Ich kann es auch nicht erklären.“⁵⁴¹

Interessant ist, dass diese Veränderung der Generalklausel fast allen Befragten bekannt war,⁵⁴² aber niemand sagte, dass dadurch seine konkrete Arbeit beeinflusst werde. Dies entspricht im Übrigen auch der Sicht in der Literatur, die hier von einem Behördenvertreter, der über „Anforderungen an die Abwasserbehandlung aus aufsichtsbehördlicher Sicht“ schreibt, bestätigt wird: „Obwohl gemäß §7a WHG Abwasser zukünftig grundsätzlich nach dem Stand der Technik zu behandeln ist (früher allgemein anerkannte Regeln der Technik), haben sich die materiellen Anforderungen an die kommunale Abwasserbehandlung nicht erhöht.“⁵⁴³

Auch wenn die Abstufungen der Drei-Stufen-Lehre in der Praxis keine Rolle spielen, so sind sie doch manchen Ingenieuren bekannt. Sie haben eine vage Ahnung über die Abstufungen und deren unterschiedliche Bedeutungen. Ein Ingenieur ordnete „allgemein anerkannte Regeln der Technik“, „Stand der Technik“ und den „Stand von Wissenschaft und Technik“ gemäß der Drei-Stufen-Lehre⁵⁴⁴ richtig ein und glaubte sogar, dass diese aus dem Bereich des Bauingenieurwesens stamme.⁵⁴⁵ Auch eine Gutachterin erwies sich als gut informiert, was die, mit den einzelnen Stufen verbundenen, unterschiedlichen Sicherheitsniveaus betrifft.⁵⁴⁶ Fazit: Einige

der VDI-Richtlinien – als allgemein anerkannte Regeln der Technik – sind möglich: (...) Beschreiben des Standes der Technik laufender und zukünftiger Entwicklungen.“ – VDI 1000 1999, 2.

⁵³⁹ Z.B. Int. 71, Abs. 148-153.

⁵⁴⁰ Ekardt/ Löffler 1991a, 43.

⁵⁴¹ Int. 42, Abs. 114-116.

⁵⁴² Die Neuregelung wurde in den entsprechenden Fachzeitschriften, z.B. der von der ATV herausgegebenen (Mitglieder-)Zeitschrift „Korrespondenz Abwasser“, auf die die Gesprächspartner in vielen Zusammenhängen verwiesen, ausführlich erläutert. Insgesamt hat die Neuregelung zur Verunklarung der Sachlage beigetragen. Selbst Fachleute ist der dahinter stehende Sinn nicht einsichtig.

⁵⁴³ Mertsch 1997, A2-4.

⁵⁴⁴ zur Erläuterung der Drei-Stufen-Lehre siehe Kapitel 1.3.2.3.6 Wirkung von technischen Normen nach der „Drei-Stufen-Lehre“

⁵⁴⁵ Int. 32, Abs. 24.

⁵⁴⁶ Int. 29, Abs. 132-143.

der Befragten kennen die Abstufungen gemäß der Drei-Stufen-Lehre, aber es ist für sie abstraktes Wissen, das auf ihre konkrete Arbeit keinen Einfluss hat.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Wenn schon auf der rechtlichen Ebene eine Unklarheit über die unterschiedlichen Generalklauseln herrscht,⁵⁴⁷ so ist diese auf der Anwendungsebene um so verständlicher. Die Wirkungsvorstellungen, die zu der von der Literatur entwickelten Drei-Stufen-Lehre zu diesen Begriffen konstruiert worden sind, können als praxisfern bezeichnet werden. Die empirische Untersuchung hat insoweit die theoretische Kritik bestätigt. Es bleibt jedoch die Frage zu beantworten, ob eine rechtliche Risikosteuerung über Generalklauseln in dem heute vorfindbaren Ausmaß überhaupt wünschenswert ist, oder ob nicht vielmehr, zum Beispiel auf den Entwurf gerichtete, in der „Sprache der Technik“⁵⁴⁸ verfasste, Anforderungen besser geeignet sind, rechtliche Sicherheitsbedürfnisse durchzusetzen. „Rechtliche Technikgestaltung, die diese Bezeichnung verdient, wird es daher erst dann geben, wenn rechtliche Vorgaben an die Technik so konkretisiert werden, dass sie die Ziele der Technikgestaltung in der Sprache der Technik formulieren.“⁵⁴⁹ Für den Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken haben Roßnagel, Pordesch und Hammer hierzu die Methode KORA (Konkretisierung rechtlicher Anforderungen zu technischen Gestaltungsvorschlägen) entwickelt und an Beispielen getestet, mit deren Hilfe in einem vierstufigen Konkretisierungsprozess 1. ausgehend von rechtlichen Anforderungen, 2. rechtliche Kriterien herausgearbeitet, 3. technische Gestaltungsziele formuliert auf deren Grundlage 4. technische Gestaltungsvorschläge gewonnen werden können.⁵⁵⁰ Die Möglichkeiten einer Übertragbarkeit auf andere Technikbereiche müssen überprüft werden. Letztlich stellt sich auch die Frage, wer in der Lage ist, rechtliche Anforderungen in die Sprache der jeweils ganz spezifischen Technik zu übersetzen oder zu transformieren.⁵⁵¹ Es muss sich um professionell extrem herausragende Ingenieure oder Juristen handeln, die sich *idealerweise* in den beiden Sphären von Recht und Technik *gleichermaßen* souverän bewegen. Dieses Ideal, das wahrscheinlich oftmals nur über berufliche Doppelqualifikationen zu erreichen ist, wird in der Praxis selten angetroffen werden. Allerdings sollte dies nicht zur Kapitulation führen. Vielmehr muss im Entstehungsprozess rechtlicher Normen genau diesem Erfordernis, dem Anspruch nach, genüge getan werden. In jedem Technikbereich gibt es einige wenige professionell herausragende Ingenieure, die sowohl fachlich äußerst versiert als auch übergeordneten gesellschaftlichen Fragen gegenüber aufgeschlossen sind. Solche herausragenden Professionelle können zu einer Formulierung rechtlicher Anforderungen in der Sprache der Technik wichtige Beiträge leisten. Auch heute schon werden im Entstehungsprozess von rechtlichen Normen eine Reihe von Sachverständigen gehört, unter denen mit Sicherheit auch herausragende Professionelle zu finden sind. Es wäre zu überlegen, wie herausragende Professionellen noch stärker in den Gesetzgebungsprozess in Sinne einer Ausweitung der Arbeit an konkreten Formulierungen, einbezogen werden können. Die Mehrzahl der Ingenieure, die das Recht in ihrer Praxis umsetzen, könnte mit einem solchen Recht mehr anfangen. Außerdem muss sich das Recht immer wieder die Mündigkeit der Normadressaten vergegenwärtigen, indem den Normadressaten die Grundgedanken, die hinter rechtlichen Normen stehen (und damit auch die Sicherheitsphilosophien und Steu-

⁵⁴⁷ Müller-Foell 1987, 33.

⁵⁴⁸ vgl. Roßnagel 1993a, 268; Roßnagel 1993b, 172.

⁵⁴⁹ Roßnagel 1993a, 268.

⁵⁵⁰ vgl. Roßnagel 1999, 866.

⁵⁵¹ Roßnagel 1993a, 254 spricht in diesem Zusammenhang von Transformationsarbeit.

erungskonzepte), zusammen mit den Normen offengelegt werden. Letztlich kann das Recht durch die Würdigung der subjektiven Leistungen der Ingenieurpraktiker Ingenieure darin verstärken, Probleme umfassender zu konstituieren und vermehrt Lösungsalternativen zu generieren.

1.3.2.3.7 Zusammenfassend zu den Wirkungen technischer Normen

Wenn technische Normen bekannt sind, also die Grundvoraussetzung für direkte Steuerungswirkungen erfüllt ist, haben sie eine sehr hohe Durchsetzungschance. Von dem grundsätzlichen Wissen um die Möglichkeit zum Abweichen von Normen, das bei den Anwendertypen A-C vorhanden ist, wird bei allen Typen weniger Gebrauch gemacht. Hierfür sind Genehmigungspraxis, Vertragsrecht, Alternativenmangel oder Zufriedenheit mit der Norm verantwortlich.

Wenn technische Normen den Anwendern nicht direkt bekannt sind, so können Know-How-Träger (auf die sie direkt wirken) oder aber Routinen durch Vermittlungsinstanzen wie Musterlösungen oder Computerprogramme den technischen Normen zur Wirkung verhelfen. Allerdings können Probleme durch Fehlanwendungen entstehen, wenn die übergeordneten Prinzipien oder Maximen, die die „richtige Interpretation“ befördern, nicht erfasst werden. Werden technische Normen über bestimmte Baubeteiligte in den Technikgeneseprozess eingebracht, ist davon auszugehen, dass die Kommunikation über sicherheitsrelevante Inhalte zwischen den Baubeteiligten gesteigert wird.

Letztlich sind die sicherheitstechnischen Festlegungen von den Anwendern der Norm abhängig. Diese beziehen in die Konstituierungsakte ihres Handelns auch die technischen Normen mit ein. Beziehungsweise noch radikaler: Das jeweils spezifische Konstituieren von Problemen, das Generieren von Lösungen und das Implementieren der Problemlösungen sind dafür wichtig, welche Normen und welche Normaspekte überhaupt relevant werden. Die Wirkung ist im strengen Sinne somit nicht der technischen Norm, sondern dem Anwender zuzuschreiben. Anwender können verschiedenen Anwendertypen zugeordnet werden. Der Professionelle stellt ein Idealbild von einem Anwender dar, der souverän mit dem technischen Regelwerk umgeht – und es am wenigsten nötig hätte. Es sollte sich jedes Normungsgremium die Frage stellen, auf welchen Anwendertyp sich eine zu erarbeitende/ bearbeitende technische Norm konkret bezieht.

Sowohl hinsichtlich der tatsächlichen Bindungswirkung technischer Normen als auch der Wirkung von Generalklauseln, klafft eine Lücke zwischen den in der Rechtswissenschaft vielfach vorzufindenden Wirkungsvorstellungen und der Ingenieurpraxis. Technische Normen entfalten eine hohe faktische Bindungswirkung; Die Abstufungen der Generalklauseln sind für die Praktiker ohne Bedeutung. Auch wenn innerhalb der juristischen Dogmatik die dargestellten Vorstellungen ihre Berechtigung haben mögen, so sind sie jedoch auf dem Praxisauge blind.

Die Vorstellungen des Rechts über die Wirkungsweise technischer Normen – sofern sie überhaupt explizit vorhanden sind – bedürfen einer Revision. In einer wirkungsorientierten Gesetzgebung können die in den einzelnen Unterkapiteln aufgezeigten Wirkungsmechanismen technischer Normen aufgegriffen werden. Somit könnte man versuchen, die Schwachpunkte abzubauen und das Zusammenspiel zwischen Recht und technischen Normen bei der konkreten Gestaltung von Sicherheit zu verbessern.

1.3.3 Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen

Professionelle Normen sind positiv konnotierte intersubjektive Sollenssätze, die sich auf das berufliche Handeln beziehen. Sie haben sich speziell in einem Beruf/ einer Profession/ einer Scientific Community herausgebildet. Forscher (und Ingenieure) unterliegen „innerhalb ihrer ‚Scientific Community‘ den Imperativen als Wissenschaftler und Ingenieure: Sie sind gehalten, die Gebote und Regeln (‘Tugenden‘) professionellen wissenschaftlichen Forschens und Arbeitens zu beachten.“⁵⁵² Aus übergeordneter gesellschaftswissenschaftlicher Perspektive kann man professionelle Normen auch als Ausdruck eines Selbststeuerungsanspruchs und einer Selbststeuerungsanstrengung der Profession auffassen.

Unter diesem Gliederungspunkt sollen verschiedene professionelle Normen, die sich aus dem empirischen Material destillieren und durch theoretische Überlegungen auch auf der Grundlage des empirischen Materials identifizieren lassen, vorgestellt werden. Die empirische Identifizierung ist jedoch nicht immer einfach. Professionelle Normen sind schwer zu erfassen. Sie haben objektivierte Ausdrucksformen, sind jedoch im Feld nicht direkt abfragbar.⁵⁵³ Für die rechtlichen und technischen Normen müssen die Sicherheitsphilosophien und Steuerungskonzepte rekonstruiert werden. Hinsichtlich der professionellen Normen ist die Rekonstruktionsarbeit noch basaler, da sie selbst zunächst einmal rekonstruktionsbedürftig sind.

Da der Gedanke der professionellen Normen in der wissenschaftlichen Diskussion noch nicht weit verbreitet ist, soll hier vorauslaufend auf professionelle Normen an sich eingegangen werden.

Unterscheidung rollenbezogener und objektbezogener professioneller Normen

Es lassen sich zwei Hauptbezüge professioneller Normen unterscheiden: rollenbezogene und objektbezogene professionelle Normen.

a) Rollenbezogene Normen sind solche Normen, die sich auf die eigene Rolle in der Profession, im Betrieb, in der Gesellschaft, im Projektalltag, im Klientenverhältnis beziehen (z.B. Lieferunabhängigkeit des Beraters).

So berichtete ein Gesprächspartner von der Möglichkeit des den Bauherren beratenden Ingenieurbüros zusammen mit einer Herstellerfirma (dem Anlagenbauer) ein Bündnis zum beiderseitigen ökonomischen Vorteil und zum ökonomischen Nachteil des Bauherren einzugehen: „Und da kann man sich immer noch verschiedene Sachen denken, dass (Name des den Bauherren beratenden Ingenieurbüros) und dann alle anderen Büros zusammen mit (Name des Anlagenbauers) jetzt den (Name des Bauherren) abzocken {Lachen}. Ja, ist ja alles denkbar. Und deshalb braucht man dann natürlich auch irgendwo Richtlinien.“⁵⁵⁴

b) Objektbezogene Normen sind solche Normen, die sich auf Arbeitsvollzüge, Qualitätsstandards, Professionalität von Verfahren beziehen (z.B. Normendistanz, Entwurfsregeln).

⁵⁵² Deiseroth 1997, 2f.

⁵⁵³ vgl. Ekatdt 1998b.

⁵⁵⁴ Int. 40, 112.

Eine objektbezogene Norm könnte es sein, Anlagen erweiterungsfähig zu gestalten, ohne aber konkrete Erweiterungsmöglichkeiten vorzuplanen. „Auf Zuwachs zu planen, hat sich nicht als sinnvoll herausgestellt. Alle Planungen, die wir gemacht haben, sahen Reserveflächen für weitere Bauwerke vor. (...) Da hat man teilweise schon Anschlüsse gemacht, Rohrleitungen gelegt usw. Wenn Sie aber nach 5 oder 10 Jahren erweitern, dann hat sich aber todsicher schon wieder etwas anderes ergeben, andere Verfahren, andere Bauweisen usw., so dass wir es nie erlebt haben, dass die Erweiterung so gekommen ist, wie man sich das ursprünglich vorgestellt hat.“⁵⁵⁵ Eine entsprechende weitergehende Planung wäre also ökonomisch nicht sinnvoll.

Beide Bezugsbereiche von Normen sind nicht nur in ökonomischer, sondern auch in sicherheitsbezogener Sicht von Bedeutung. Bevor auf diesen Sicherheitsbezug professioneller Normen eingegangen wird, soll noch eine weitere wichtige Differenzierung professioneller Normen vorgestellt werden.

Unterscheidung impliziter und expliziter professionelle Normen

Der Geneseprozess, der bisher nicht näher differenzierten professionellen Normen, soll, wie bei den rechtlichen und technischen Normen, nur am Rande beleuchtet werden. Man kann implizite und explizite professionelle Normen unterscheiden. Die expliziten professionellen Normen können kodifiziert sein (das heißt von einer professionsbezogenen Organisation verabschiedet worden sein); man spricht dann von Ethikkodizes/ Berufsregeln.

Professionelle Normen

- Bezugspunkt
 - rollenbezogen
 - objektbezogen
- Ausdrücklichkeit
 - implizit
 - explizit
 - ❖ nicht kodifiziert
 - ❖ kodifiziert

Abbildung 2: Unterscheidungen professioneller Normen.

Implizite und explizite professionelle Normen beeinflussen sich wechselseitig. Die Wirkungsweise von expliziten professionellen Normen wird durch die individuelle Ausgestaltung der impliziten professionellen Normen bestimmt. Gleichzeitig können explizite professionelle Normen an der Entstehung der impliziten professionellen Normen mitwirken, sofern es genügend Übersetzungsmechanismen gibt.

⁵⁵⁵ Int. 54, 48.

Sowohl rollenbezogene als auch objektbezogene professionelle Normen können implizit und explizit vorliegen, wobei objektbezogene professionelle Normen schwerer zu explizieren und damit auch zu kodifizieren sind.

Implizite professionelle Normen

Wenn ganz allgemein von professionellen Normen die Rede ist, so sind vorwiegend implizite professionelle Normen gemeint. Grundsätzlich kann man zwei Sozialisationsbereiche professioneller Normen unterscheiden, deren Basis die Primärsozialisation, die jeder Mensch erfährt, bildet: 1) berufliche Sozialisation in der Ausbildung und 2) berufliche Sozialisation in der Praxis. Viele Forderungen zur Veränderung beziehen sich auf die berufliche Sozialisation in der Ausbildung, vermutlich weil an diesem Punkt die Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten als am größten angesehen werden.

In der empirischen Untersuchung wurden folgende implizite professionelle Normen identifiziert: Entwurfsnormen, Bemessungsnormen sowie interaktions- und berufsrollenbezogene Normen. Als beispielhafte⁵⁵⁶ Entwurfsnormen wurden beschrieben: *Ausschaltung technikbedingter Störfaktoren*: „Stromkabel im Müllbunker müssen grundsätzlich feuerfest verlegt werden.“ *Prüfbarkeit*: „Achte darauf, dass die Schweißnähte so angeordnet sind, dass Schweißfehler mit einer gängigen Methode aufgefunden werden.“ *Herstellbarkeit der Technik*: „Achte auf die spätere fehlerunempfindliche Ausführbarkeit.“ *Bedienbarkeit*: „Achte auf die Zugänglichkeit und Übersichtlichkeit sicherheitsrelevanter Anlagenteile.“ *Langlebigkeit*: „Ermögliche eine Austauschbarkeit von Verschleißteilen und eine mögliche Nachrüstung.“ *Rücksicht auf umgebungsbedingte Gefahrenquellen*: „Reflektiere grundsätzlich, ob die vorhandenen Regeln für die Modellierung von Einwirkungen ausreichen. Liegt ein Spezialfall vor, dann behandle diesen im Sinn der vorhandenen Regeln.“ Dieser erste Versuch einer Benennung und Klassifizierung von professionellen Normen⁵⁵⁷ ist nicht abschließend und sicherlich ist auch eine andere Systematisierung denkbar. Zunächst stellt sie einen Ansatzpunkt für weitere Forschungen dar und weist generell die Existenz professioneller Normen nach. Im Verlauf dieser Arbeit wurden schon einige professionelle Normen, wie beispielsweise zur Alternativenproduktion oder zum Umgang mit dem Auftraggeber, angesprochen.

Explizite professionelle Normen

Zweifelsohne haben die meisten professionellen Normen nicht denselben Ausdrücklichungsgrad wie rechtliche und technische Normen, die sich durch ihre fixierte Schriftlichkeit auszeichnen. Sie sind jedoch grundsätzlich kommunikativ verfügbar. Implizite professionelle Normen können per definitionem nicht kodifiziert sein. Nicht kodifizierte *explizite* professionelle Normen finden sich vor allem in der Fachliteratur.

Beispiele⁵⁵⁸ für explizite professionelle Normen in der Fachliteratur

- „Übernimmst du den Entwurf und die Konstruktion eines größeren Tragwerkes, die, oberflächlich betrachtet, nicht mehr als eine Extrapolation, z.B. der Spannweite einer Brücke,

⁵⁵⁶ Die Beispiele wurden entnommen aus Ekardt u.a. 2000, 235ff.

⁵⁵⁷ siehe ausführlich Ekardt u.a. 2000, 235ff.

⁵⁵⁸ Die aufgeführten drei Beispiele sind Scheer 2000, 258, 259 und 262 entnommen.

aus erfolgreicher ehemaliger Praxis ist, sei vorsichtig, das Problem in einer routinemäßigen Weise zu behandeln. Bemühe Dich eher, dem Entwurfsbüro eine Atmosphäre einzuflößen, die zu einer Nichtroutine bei der Arbeit und zur Einführung frischen Geistes führt.“

- „Eine Kettenreaktion kann aus einer kleinen Ursache ein großes Versagen machen, es sei denn, du hast gegen Versagen so sicher entworfen, dass eine Resttragfähigkeit auch bei Teilversagen vorhanden ist.“⁵⁵⁹
- „Falls Du im Nachherein ein Sicherheitsdefizit in deinem Entwurf feststellst, verzichte nie darauf, es zu beseitigen. Nimm dir dabei den (.) Mut, den Fehler öffentlich einzugehen.“

Professionelle Normen können verschriftlicht werden, sie sind es jedoch zum ganz überwiegenden Teil nicht. „Zahlreiche professionelle Normen existieren nur in Gestalt gemeinsam geteilter Überzeugungen und Standards guter Ingenieurarbeit, ohne expliziten Niederschlag in Texten. Oder sie existieren nur als Ko-Text oder als Sub-Text in Lehrbüchern, fachlichen Handbüchern oder Vorlesungsskripten.“⁵⁶⁰ Zudem existieren sie nicht unbedingt, wie in den anschaulichen Beispielen, in Form eines konkreten Sollensatzes. Andere Formulierungen und die Notwendigkeit zur Erschließung von Sollensätzen aus dem Gesamtzusammenhang bilden die Regel.

Als eine einzigartige Norm, die eine Zwischenstellung zwischen technischen und professionellen Normen einnimmt, ist die VDI-Richtlinie 3780 („Technikbewertung. Begriffe und Grundlagen“)⁵⁶¹ anzusehen. Sie entzieht sich einer eindeutigen Einordnung: Einerseits sind einige der in ihr enthaltenen Sollensätze eindeutig als professionelle Normen aufzufassen, andererseits ist sie in einem formalen Verfahren einer Ingenieurorganisation verabschiedet und daher auch einem Ethikkodex ähnlich. Außerdem enthält sie für einen solchen zu viele untypische, z.B. definitorische, Passagen. Sie ist aber auch keine „normale“ technische Norm, selbst wenn sie formal eine technische Norm ist, die das reguläre Normierungsverfahren erfolgreich durchlaufen hat. Innerhalb des technischen Regelwerkes stellt sie „wegen ihres allgemeingehaltenen, übergeordneten Charakters ein Novum“⁵⁶² dar. „Sie will über die unmittelbaren technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte hinaus die weiterreichenden Wertgesichtspunkte darlegen, die für das technische Handeln bestimmt sind.“⁵⁶³ Über die Integration der genannten Wertgesichtspunkte, die auch als Rationalitätsaspekte aufgefasst werden können, kann man die Definition einer Ingenieuraufgabe bzw., im größeren Rahmen, der Ingenieurpraxis aufbauen.⁵⁶⁴ Ziel der Richtlinie ist es, „zu informieren, Orientierungen zu geben und Einsicht in Zusammenhänge zu vermitteln. Dies sind die unerlässlichen Voraussetzungen für die Wahr-

⁵⁵⁹ Diese Norm ist inhaltlich übereinstimmend mit den in Kapitel 1.2.4.2.4 Entwurfsrelevante Konzepte: Leitbilder, Gestaltungsprinzipien und Entwurfsregeln dargestellten Normen zu lokalem Versagen.

⁵⁶⁰ Ekardt u.a. 2000, 235.

⁵⁶¹ VDI 3780 Fassung September 2000; Vorläufer März 1999, Entwurf April 1989. Erste Vorarbeiten zu Abschnitten der künftigen Richtlinie wurden seit 1979 diskutiert. vgl. Detzer/ Rapp 1991, 2.

⁵⁶² Detzer/ Rapp 1991, 1.

⁵⁶³ Detzer/ Rapp 1991, 1.

⁵⁶⁴ siehe Kapitel 1.4.2 Ingenieurpraxis als Integration von Rationalitäten und deren Koordination durch Werturteile.

nehmung der Ingenieurverantwortung im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten.“⁵⁶⁵ Der Kern der VDI-Richtlinie 3780 besteht in der Benennung und Definition von acht Wertaspekten, die für Ingenieure als relevant erklärt werden: Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Wohlstand, Gesundheit, Sicherheit, Umweltqualität, Persönlichkeitsentfaltung und Gesellschaftsqualität.

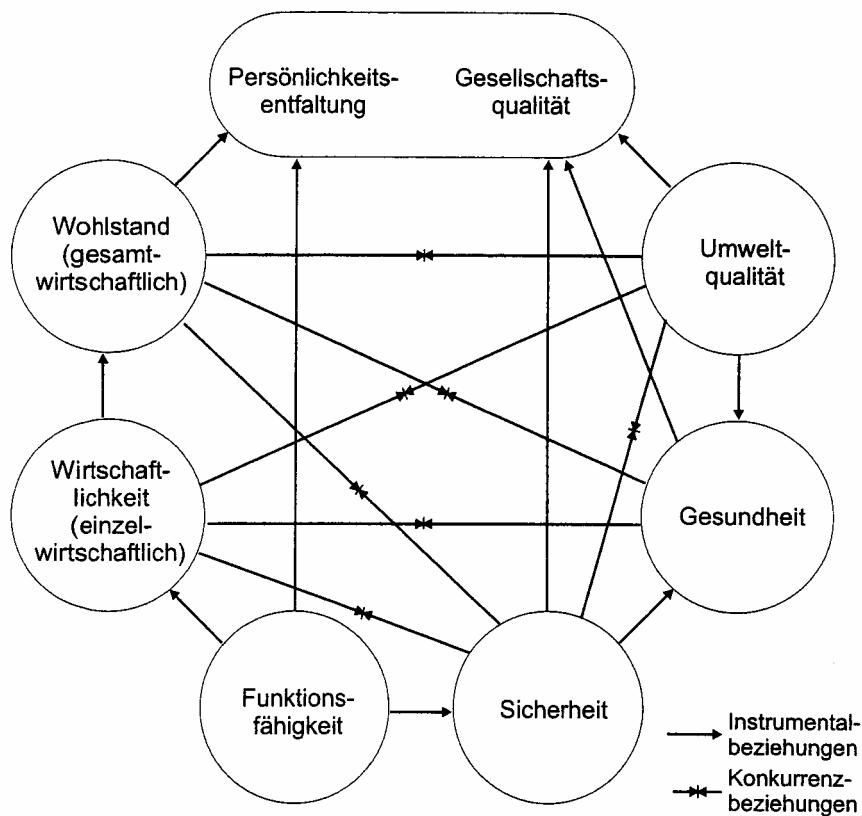


Abbildung 3: Überblick über die Wertaspekte der VDI 3780.

Zwischen vielen der acht Wertaspekte bestehen Beziehungen, wobei Instrumental- und Konkurrenzbeziehungen zu unterscheiden sind (sie sind in der Abbildung durch Pfeile gekennzeichnet). Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit werden dabei als Grundlage der Technikbewertung besonders herausgehoben. An der VDI-Richtlinie wurde vielfach kritisiert, dass sie zu sehr im Allgemeinen verbleibe und insbesondere die in der Ingenieurpraxis auftretenden Wertekonflikte zu wenig behandeln würde.⁵⁶⁶

Eine Formulierung der VDI-Richtlinie 3780 kann als eine übergeordnete professionelle Norm angesehen werden: „Das Ziel allen technischen Handelns soll es sein, die menschlichen Lebensmöglichkeiten durch Entwicklung und sinnvolle Anwendung technischer Mittel zu sichern und zu verbessern.“⁵⁶⁷

⁵⁶⁵ Detzer/ Rapp 1991, 1.

⁵⁶⁶ zur Kritik an der VDI-Richtlinie siehe umfassend Kapitel 3.1.1.4.2 Ingenieurwissenschaftliche Ingenieurforschung.

⁵⁶⁷ VDI 3780 1991, Punkt 3.

Kodifizierte professionelle Normen (v.a. Kodizes)

Ein Kodex muss natürlich nicht das Label „Kodex“ tragen. Außerdem schwanken selbst die Benennungen mit dem Suffix „Kodex“: Es finden sich die Bezeichnungen „Normenkodex“, „Verhaltenskodex“, „Berufskodex“, „Ingenieurkodex“ und „Ethikkodex“. Diese Bezeichnungen meinen das Gleiche. Einschränken muss man diese Aussage lediglich insofern, als dass manche Autoren auch Unternehmensleitlinien als Kodizes auffassen.⁵⁶⁸ Im Folgenden werden nur die Ethikkodizes angesprochen, die von Ingenieurorganisationen verabschiedet worden sind.

1.3.3.1 Sicherheitsphilosophien professioneller Normen

Die Sicherheitsphilosophien expliziter professioneller Normen lassen sich leichter beschreiben als die impliziter, was schon allein dadurch zu erklären ist, dass bei letzteren kein Urheber eindeutig identifizierbar ist und dass die Normen an sich rekonstruiert werden müssen (siehe oben).

Es ist prinzipiell möglich, auch die allgemeiner gehaltenen impliziten professionellen Normen in explizite professionelle Normen zu transferieren. Die Sicherheitsphilosophien expliziter professioneller Normen beschreiben daher zumindest einen Teil der Sicherheitsphilosophien, die man impliziten professionellen Normen zuordnen kann. Implizite professionelle Normen beziehen sich auf die gesamte Praxis der Ingenieure. Dabei richten sie sich insbesondere auf Entwurfsfragen. „Verallgemeinerbare inhaltliche Entwurfsregeln und Metaregeln für ihre Umsetzung zu geben, ist eine zentrale Aufgabe und ein wichtiges Wirkungsfeld *professioneller Normen*. Inhaltliche Entwurfsregeln (...) finden sich daher vorwiegend in professionellen Normen, die diejenigen Handlungsweisen konservieren, die sich in der Ingenieurpraxis als sinnvoll und passend erwiesen haben. Metaregeln für die kontextbezogene Umsetzung der inhaltlichen Entwurfsregeln beziehen sich vor allem auf die Berücksichtigung und Abwägungen konkurrierender Gesichtspunkte. So zielt beispielsweise eine professionelle Norm darauf ab, dass Planer die spätere Ausführbarkeit des von ihnen entworfenen Objekts mitbedenken sollen. Ob beispielsweise asymmetrische und damit im Ausführungsstadium vertauschungsgefährdete oder symmetrische und somit unproblematische Teilkomponenten gewählt werden, kann mit solchen professionellen Soll-Vorstellungen zusammenhängen.“⁵⁶⁹ Aber auch für nicht entwurfsbezogene Bereiche lassen sich eine Reihe von impliziten professionellen Normen, die sich ja auf die Ingenieurpraxis als Ganzes beziehen, rekonstruieren. Hinsichtlich der Sicherheitsphilosophien ist ein doppelter Rekonstruktionsaufwand notwendig, da zunächst einmal die Norm selbst rekonstruiert werden muss, bevor man sich der Rekonstruktion der damit verbundenen Sicherheitsphilosophie zuwenden kann.

Für explizite kodifizierte professionelle Normen lassen sich die Sicherheitsphilosophien besser beschreiben, da zumindest die Norm in objektiver Form vorliegt. Historisch gesehen hat sich das Sicherheitsverständnis der kodifizierten expliziten professionellen Normen gewandelt. Die frühen Ethik-Kodizes im Ingenieurbereich – der erste Entwurf für einen Ethikkodex im Ingenieurbereich wurde 1893 von der Amerikanischen Gesellschaft für Bauingenieure (ASCE)

⁵⁶⁸ vgl. Vogelsang 1998, 187. Er fasst unter „Normenkodizes“ zusätzlich Unternehmensleitlinien und technische Regelwerke.

⁵⁶⁹ Ekardt u.a. 2000, 119, am Ende mit Verweis auf Pötzl.

vorgelegt und 1914 verabschiedet,⁵⁷⁰ der erste verabschiedete Kodex stammt von der Vereinigung der Englischen Bauingenieure aus dem Jahr 1910, die Bauingenieure waren damit Vorreiter im Erstellen von Ethikkodizes – bezogen sich auf das Standeswohl und nicht das Allgemeinwohl. Der Ethikkodex der ASCE „beschränkte sich in 6 Regeln auf Ausführungen zur ‚Berufsehre‘, weitergehende Folgeerscheinungen des Berufshandelns, ja selbst Sicherheitsaspekte wurden noch nicht berücksichtigt.“⁵⁷¹ Die negative Nebenfolge solcher Ethikkodizes war es, dass die Kritik an Professionskollegen – auch wenn sie berechtigt war – zur Entlassung/ Bestrafung des kritisierenden (nicht des kritisierten!) Ingenieurs führen konnte⁵⁷² und Kritik damit insgesamt nicht zur Abschaffung der kritisierten Zustände beitrug. Erst 1947 entstand ein Ethikkodex, der *Canons of Ethics for Engineers* des *Council for Professional Development*, der das Allgemeinwohl mit einbezog.⁵⁷³ Die Wandlungsprozesse zur Einbeziehung des Allgemeinwohls verliefen keineswegs reibungslos.⁵⁷⁴ Zu einem Boom der Überarbeitung von Ethikkodizes kam es in den 1960er Jahren: „Nach Anklagen gegen die Technik und die Ingenieure während der sechziger Jahre revidierten die Ingenieurvereinigungen ihre Ethikkodizes, um sie zu präzisieren und zu betonen, dass die Ingenieure zu ‚Sicherheit, Gesundheit und Wohlfahrt der Allgemeinheit‘ beitragen müssen.“⁵⁷⁵ Sicherheit wurde als eigenständiger Wert in immer mehr Ethikkodizes explizit aufgenommen.⁵⁷⁶

Der Stellenwert von Sicherheit zeigt sich auch, wenn man die Bestandteile von Kodizes betrachtet. Es wurde der Versuch unternommen, die Normen bzw. Normenbezüge von Ethikkodizes zu klassifizieren⁵⁷⁷ in

- 1) ethisch-moralische Normen (allgemein und individuell),
- 2) standesbezogene Normen zum Verhalten gegenüber anderen Professionsvertretern,
- 3) Rollenpflichten gegenüber Arbeitgebern und Vertragspartnern,
- 4) Prioritätsregeln bei Pflichtenkollisionen, (von denen es allerdings zu wenig gebe) und
- 5) Normen zur Verantwortung des Berufsstandes insgesamt.

Es gibt keine Kodizes, die sich ausschließlich dem Thema Sicherheit widmen. Sicherheit ist nur *ein* Aspekt unter anderen Aspekten, jedoch ein sehr wichtiger. Außerdem wirken einige andere Aspekte, z.B. zum Verhältnis zwischen Auftraggeberrolle und Auftragnehmerrolle, indirekt auf die Sicherheit zurück. Somit kann den Ethikkodizes insgesamt der Anspruch auf Si-

⁵⁷⁰ vgl. Lenk 1991, 328.

⁵⁷¹ Vogelsang 1998, 188.

⁵⁷² siehe das Beispiel des ASCE weiter unten in diesem Kapitel.

⁵⁷³ vgl. Lenk 1991, 330.

⁵⁷⁴ vgl. Lenk 1993, 195.

⁵⁷⁵ MacCormac 1993, 228.

⁵⁷⁶ Lenk 1991, 333 spricht davon, dass schon 1947 der ECPD-Kodex Sicherheit, Gesundheit und Wohlergehen der Allgemeinheit über alles stellte und bezeichnet diese Formulierung als einen Zentralsatz. Spätere Ethikkodizes orientierten sich daran.

⁵⁷⁷ vgl. Lenk 1991, 330f.

cherheit zugesprochen werden. Es stellt sich allerdings die Frage, ob sie auf Sicherheit im ganzheitlichen Sinn abzielen.

1.3.3.2 Steuerungskonzepte professioneller Normen

Ebenso wie bei den Sicherheitsphilosophien lassen sich keine einheitlichen Steuerungskonzepte professioneller Normen identifizieren, weil kein einheitliches Steuerungssubjekt (wie der Gesetzgeber für rechtliche Normen oder die Normungsorganisationen für technische Normen (beide sind natürlich auch nicht einheitlich und monolithisch, aber zumindest klar identifizierbar)) vorhanden ist, das Steuerungsziele formuliert, Steuerungsinstrumente bestimmt oder Vorstellungen zur Steuerungswirkung formuliert. Wie bei den Sicherheitsphilosophien handelt es sich im Folgenden bezüglich der impliziten professionellen Normen um theoretische Überlegungen.

Für explizite professionelle Normen lassen sich – ähnlich wie für rechtliche und technische Normen – Steuerungskonzepte rekonstruieren. Hierzu sollen wiederum die kodifizierten expliziten professionellen Normen herangezogen werden. Formal lassen sich in Ethikkodizes häufig folgende Teile unterscheiden:⁵⁷⁸ fundamentale Prinzipien, grundlegende Statuten und Ausführungsbestimmungen mit Leitlinien („Guidelines“). An dieser formalen Aufteilung werden die verschiedenen Konkretisierungsebenen erkennbar: Es gibt Regeln in Kodizes, die sich leicht umsetzen lassen, wie beispielsweise der Grundsatz der informierten Zustimmung (informed consent) im Nürnberger Kodex für Ärzte, nach dem Forschungen an Menschen nur vorgenommen werden dürfen, wenn diese über alle Hintergründe und möglichen negativen Folgen eines medizinischen Versuchs aufgeklärt wurden und ohne Zwänge jeglicher Art diesem zugestimmt haben. Die meisten Regeln in Ethikkodizes müssen jedoch erst übersetzt werden.

Formal können in Ethikkodizes weiterhin Verbote und Gebote und reine Hinweise identifiziert und unterscheiden werden. Mit diesen ist eine unterschiedliche Verbindlichkeit der Befolgung verbunden. Letztlich sind die Durchsetzungsmöglichkeiten jedoch begrenzt, da es nur wenige Sanktionsmechanismen gibt, die zudem praktisch kaum angewandt werden.

1.3.3.3 Wirkungsweisen professioneller Normen

Die Wirkungsweisen professioneller Normen werden im Folgenden getrennt nach impliziten und expliziten professionellen Normen behandelt.

Wirkungsweisen impliziter professioneller Normen

Ein Beispiel aus der empirischen Untersuchung veranschaulicht die Wirkung professioneller Normen. Der Inhaber eines den Bauherrn beratenden Ingenieurbüros berichtete von seinen Problemen mit dem Kläranlagenbau nach der Wiedervereinigung: Viele Kläranlagen der ehemaligen DDR waren marode. Es bestand ein enormer Sanierungsbedarf. Das Ingenieurbüro des Interviewpartners konnte in dieser Zeit vier Niederlassungen/ Büros in vier der fünf neuen Bundesländer ansiedeln. Die Kommunen wollten jedoch nicht nur – rechtlich veranlasst – ihre Anlagen auf den neuesten Stand bringen, sondern auch für die Zukunft planen. Viele Bürger-

⁵⁷⁸ vgl. Lenk 1991, 333.

meister gingen in der Anfangszeit davon aus, dass es ihren Gemeinden gelänge, eine Vielzahl von Industriebetrieben anzusiedeln. Sie hatten oftmals auch tatsächlich einen ganzen Aktenordner voller Voranfragen von Unternehmen, nur hatte der Bürgermeister im Nachbarort einen Aktenordner mit genau den gleichen Voranfragen. Dies versuchten die Ingenieure des beratenden Ingenieurbüros den Bürgermeistern klar zu machen. Da zur Ansiedelung von Industriebetrieben eine entsprechende Abwasserentsorgungsmöglichkeit gegeben sein muss, waren viele Bürgermeister jedoch nicht davon abzubringen, Kläranlagen teilweise 50 Prozent über den tatsächlichen Bedarf hinaus auszulegen. Die Folge waren überdimensionierte Anlagen, die zum einen teilweise technisch schlecht arbeiten und zum anderen hohe Schulden und hohe Abwassergebühren bedingen, die letztlich von den Bürgern getragen werden müssen. Das beratende Ingenieurbüro hat sich vielfach dafür eingesetzt, Anlagen nicht derart überdimensioniert zu planen und zu bauen, obwohl dies den eigenen ökonomischen Interessen des Ingenieurbüros widerspricht.⁵⁷⁹ Die professionelle Norm, die ein solches Handeln unterstützt hat, könnte lauten: „Die Unkenntnis eines Bauherrn darf nicht ausgenutzt werden.“ Erkennbar ist hier auch, dass rechtliche Normen zur Vermeidung der Überdimensionierung (an das private Ingenieurbüro) nicht zum tragen kommen konnten, da rechtlich ein Handeln gemäß der ausdrücklichen Wünschen des Auftraggebers, der sich absolut nicht von diesen abbringen lassen will, in keiner Weise zu beanstanden ist. Es mag typisch sein, dass in diesem Beispiel Ingenieure aus einem freien beratenden Ingenieurbüro derart professionell gehandelt haben.

Es gibt natürlich auch Beispiele für das Versagen professioneller Normen bzw. für fehlgeleitete professionelle Normen: So ist es beispielsweise fraglich, ob die Prämierung einer Diplomarbeit über Deckensysteme, weil das entworfene Deckenmodell von – im Ergebnis minderwertigen – Decken den Einsatz unqualifizierter Billigarbeitskräfte zulässt, ein richtiges Zeichen darstellt.

Explizite rechtliche, technische oder professionelle Normen werden nicht einfach „vollzogen.“ Vielmehr müssen sich die in der Technikentwicklungspraxis tätigen Ingenieure zu ihnen verhalten. Normen, die den Umgang mit Normen (gleich welcher Art) steuern, sind professionell definiert. Dies ist sowohl bei Normenkonflikten, als auch in vermeintlich einfachen Problemlagen notwendig, denn es geht dabei darum, ob der Sinn der expliziten Norm mit der dadurch veranlassten Anwendung verwirklicht werden kann und generell ob diese überhaupt Geltung hat. „Die eigentliche berufsmoralische Dimension der Praxis besteht darin, sich zu objektiv normativen Anforderungen und zu institutionalisierten Normen zu verhalten, denn eine umstandslos nichtreflexive Normenbefolgung verbietet sich aus sachlichen Gründen (..) von selbst.“⁵⁸⁰ Es lässt sich ein konventioneller und ein postkonventioneller Umgang mit Normen unterscheiden. Konventionelle Normenbefolgung kann als die Umsetzung expliziter Normen verstanden werden, und der postkonventionelle Normenumgang beschreibt die Distanz zu Normen zum Zweck des Prüfens ihrer Gültigkeit. Die Distanz ist geboten, weil Normenkonformität allein nicht als ein Garant für ein gutes und sicheres technisches Objekt anzusehen ist, wie man an Schadensfällen nachvollziehen kann. Moralpsychologisch mit Kohlberg gesprochen „kommt es auf postkonventionelle kognitiv-moralische Urteilsfähigkeit an, also darauf, über die grundsätzliche Verpflichtetheit den geltenden Normen gegenüber ständig ein prinzipienorientiertes Prüfprogramm mitlaufen zu lassen, um im gegebenen Fall das Ziel der Norm (z.B. Sicherheit) auf anderem als dem von der Norm empfohlenen Weg zu erreichen.

⁵⁷⁹ Int. 54, 119-121.

⁵⁸⁰ Ekardt 2001, 5.

Die Bereitschaft und Fähigkeit zu dieser Haltung nennen wir Verantwortung zweiter Ordnung in Abgrenzung zur konventionellen Verpflichtetheit auf den positiven Normenwortlaut, der im Alltag selbstverständlichen Verantwortung erster Ordnung.⁵⁸¹ Verantwortung erster und zweiter Ordnung stehen damit in einem Spannungsverhältnis und sind – im Sinne einer „reifen“ Ingenieurverantwortung – gleichsam aufeinander angewiesen.

Als eine weitere zentrale Norm des Ingenieurhandelns ist das Streben anzusehen, nicht bloß die technisch beste Lösung zu finden, sondern diese Lösung mit anderen ökonomischen, rechtlichen, ästhetischen, gesellschaftlichen und sozialen Rationalitätsaspekten ausgleichend zu verbinden. Die Integration dieser unterschiedlichen Rationalitätsaspekte ist das konstituierende Moment der Ingenieurpraxis.⁵⁸² Die Integration unterschiedlicher Rationalitäten und normativer Anforderungen ist in der Ingenieurpraxis unterschiedlich ausgeprägt.

Wirkungsweisen expliziter professioneller Normen

Die Wirkungsweisen expliziter Normen werden im Folgenden anhand der kodifizierten expliziten Normen beschrieben. Die Potenziale von Ethikkodizes zur Unterstützung der Ingenieure in ihrem sicherheitsrelevanten Handeln sind begrenzt und es zeigt sich darüber hinaus, dass sie jedoch noch nicht einmal im Rahmen dieser Grenzen ausgeschöpft werden: Die Wirkungsdefizite werden relativ ausführlich beschrieben, weil viele abgeschwächt oder beseitigt werden können und man, insbesondere mit Ethikkodizes, die Hoffnung verbinden kann, den Gedanken professioneller Normen zu verbreiten.

Im Folgenden werden generelle Kritikpunkte, die natürlich nicht auf jeden Kodex der stark unterschiedlichen Kodizes zutreffen, vorgestellt. Alle Kritikpunkte sind im Prinzip, und sogar in verstärkter Weise, auch gegen implizite nichtkodifizierte professionelle Normen anzuführen. Die verschiedenen Kritikpunkte wiegen unterschiedlich stark. Manche beschreiben ein vergleichsweise kleines Problem und sind leicht behebbar, andere sind grundsätzlicherer Art.

1. Zu geringe Handlungsorientierung. Ethikkodizes sind größtenteils wenig handlungsleitend und können somit zur Orientierung bei sicherheitsrelevanten Werturteilen, die in der Ingenieurpraxis zu fällen sind, nicht unmittelbar herangezogen werden. Zuweilen wird sogar kritisiert, die zehn Gebote des Alten Testaments seien konkreter als viele Ethikkodizes,⁵⁸³ ihnen fehle die Situationsbezogenheit⁵⁸⁴ und sie würden über der Ingenieurpraxis schweben. Zudem wird bemängelt, dass sie fast ausschließlich Rollennormen (die das Verhältnis der Ingenieure untereinander und zur Gesellschaft beschreiben) und kaum Objektnormen (die sich auf die Arbeitsabläufe und die technischen Artefakte beziehen) aufgreifen. Die Sicherheit von technischen Anlagen wird aber von beiden Normenarten beeinflusst.

Ekardt und Löffler sind der Frage nachgegangen, wie handlungsleitende Ethikkodizes aussehen müssten⁵⁸⁵ und dabei auf die Möglichkeit der Übertragung von Konzepten technischer Nor-

⁵⁸¹ Ekardt 2001, 10f.

⁵⁸² vgl. Kapitel 1.4.2 Ingenieurpraxis als Integration von Rationalitäten und deren Koordination durch Werturteile.

⁵⁸³ Detzer 1991, 315f.

⁵⁸⁴ vgl. Lenk 1991, 334.

⁵⁸⁵ Ekardt/ Löffler 1991b, 286.

men gestoßen. Demnach müssen sich Ethikkodizes insbesondere auf den Arbeitsprozess der Ingenieure beziehen und nicht nur allgemein die Rolle des Ingenieurs in der Gesellschaft beschreiben. Die objektbezogenen Normen/ Prozessnormen sind also gegenüber rollenbezogenen Normen in den Ethikkodizes unterentwickelt. Der dreistufige Aufbau des technischen Regelwerks mit Prinzipien, Maximen und operativen Sätzen ließe sich auf Ethikkodizes übertragen. Dabei sollten Prinzipien und Maximen deutlich auseinandergehalten werden und Maximen durch operative Sätze illustriert werden. Es wäre also wichtig, die Gruppe der Guidelines auszubauen. In den frühen Kodizes (Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts) wurden praxisnahe Anwendungsregelungen „nahezu gänzlich vermieden.“⁵⁸⁶ Praxisnahe Anwendungsregeln können durch Anwendungsbeispiele unterstützt werden. Obwohl die Ausbildung an praxisnahen Anwendungsbeispielen zur Ingenieurverantwortung allgemein als wichtig angesehen wird, finden sich nur wenige dementsprechende Angebote.⁵⁸⁷ Solche Ausbildungsangebote sind in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen rar, auch weil sie im Grunde eine Doppelqualifikation der Lehrenden erfordern, die jedoch nur selten vorkommt. Beispiel für eine solche Lehre ist die Vorgehensweise von Ekatdt,⁵⁸⁸ der in seiner Lehre Verantwortungsfragen mit Hilfe von realen Fallbeispielen – teilweise anhand von Projektunterlagen zum Beispiel über Schadensfällen von Brücken – erörtert hat. Generell scheint eine Verankerung von fächerübergreifenden und nichttechnischen Inhalten in der Ingenierausbildung, die immer wieder gefordert wird, so beispielsweise in dem VDI-Memorandum „Zum Wandel des Ingenieurbildes“ 1997, schwierig zu sein. Jischas Bilanz über das Memorandum: „Dennoch ist mir keine Hochschule bekannt, die die VDI-Empfehlungen auch nur annähernd umgesetzt hat.“⁵⁸⁹

Aus der Analyse der technischen Normen kann man eine scheinbar gegenläufige Verbindung aus Verpflichtung und Distanz herleiten. Genau in diesem Spannungsverhältnis müssen auch die professionellen Normen (kodifizierter oder nichtkodifizierter Art) gesehen werden, denn nicht immer ergibt sich durch das Befolgen rechtlicher oder technischer Normen ein Zugewinn an Sicherheit und professionelle Normen koordinieren den Umgang mit rechtlichen und technischen Normen. (Einschränkend ist allerdings zu sagen, dass rechtliche Normen verbindlich sind wohingegen die Verbindlichkeit technischer Normen von Fall zu Fall zu überprüfen ist und man generell von ihrer Unverbindlichkeit ausgehen kann.) Professionelle Normen gewinnen – vor allem in ihrer Form als Normen zum Umgang mit Normen – eine zentrale Bedeutung für die individuelle Verantwortungspraxis.

2. Zu starke Ausrichtung auf bestimmte Gruppen. Der sozialen Heterogenität der Ingenieure⁵⁹⁰ und der damit verbundenen Implikationen werden die meisten Ethikkodizes jedoch nicht gerecht. „Häufig findet man in (.) Kodizes auch Formulierungen, die eigentlich mehr für beratende Freie Ingenieure geeignet sind, aber nicht für die große Mehrheit der Ingenieure, die ja heute überwiegend als Angestellte tätig sind. Die Frage ist auch, ob die Ingenieure überhaupt so einheitlich zu sehen sind.“⁵⁹¹ Ebenso MacCormac, der kritisiert, dass der Freiberufler in den Ethikkodizes als Prototyp-Ingenieur angenommen wird, obwohl freiberuflich tätige Ingenieure

⁵⁸⁶ Lenk 1991, 332.

⁵⁸⁷ vgl. Lenk 1991, 339.

⁵⁸⁸ z.B. Ekatdt 1997a.

⁵⁸⁹ Jischa 1999, 334f.

⁵⁹⁰ siehe Kapitel 1.1.1.2 Individuen als Baubeteiligte – Individuelle Akteure.

⁵⁹¹ Lenk 1991, 334f.

die prozentual kleinste Gruppe unter den Ingenieuren darstellen.⁵⁹² Dementsprechend gehen die Forderungen dahin, Verantwortung rollenabhängig zu behandeln: „Es wäre notwendig, genauer zu differenzieren hinsichtlich der Tätigkeiten, Tätigkeitsarten, Tätigkeitstypen und entsprechend natürlich auch hinsichtlich der Verantwortungstypen. Das könnte durch bereichs-, funktions- und tätigkeitsspezifische Sonder- oder Ausführungsbestimmungen geschehen.“⁵⁹³

3. Zu starke Ausrichtung auf das Individuum. Ethikkodizes umfassen „Standesregeln und Verhaltensregeln, mit denen sie das jeweilige Berufsethos für den einzelnen Ingenieur als eine Art Individualethik ausdrücken. Die Erfordernisse kollektiver Verantwortung von Entscheidungsgremien bis hin zur Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung, wie sie sich heute für Technologie und Großprojekte stellen, werden durch diese Kodizes nicht hinreichend abgedeckt.“⁵⁹⁴ Lenk kritisiert beispielsweise den VDI, dass in dessen konzeptionellem Werk „Zukünftige Aufgaben“ (1980 als Broschüre erschienen) ausschließlich die individuelle Verantwortung behandelt werde.⁵⁹⁵

4. Fehlende Prioritätsregeln bei Normkonflikten. Die Anforderungen, die sich aus den Ethikkodizes ergeben, können widersprüchlich sein. Konflikte werden in Ethikkodizes jedoch „äußerst selten, wenn überhaupt berücksichtigt.“⁵⁹⁶ Wie soll sich der einzelne Ingenieur verhalten, wenn sich ein Konflikt, z.B. zwischen professionell begründeten Anforderungen an die technische Sicherheit und aus sich durch Arbeitsbeziehungen ergebenden Loyalitätsforderungen, aufwirft? In Normkonflikten müssen Metanormen oder Prioritätsregeln angewandt werden. Lenk führt zehn gestufte Prioritätsregeln aus, von denen die ersten vier an Werhane angelehnt sind.⁵⁹⁷ Eine wichtige Prioritätsregel lautet: „Universalmoralische Verantwortung geht i.d.R. vor Aufgaben- bzw. Rollenverantwortung.“⁵⁹⁸ Diese normative Forderung ist kurz in der Formulierung, aber weitreichend in den Folgen. Der Konflikt zwischen universalmoralischer und Aufgaben-/ Rollenverantwortung oder anders ausgedrückt, externer und interner Verantwortung, findet im Kernbereich der Ingenieurpraxis statt. Wenn Sicherheit als ein universalmoralisches Ziel angesehen wird, so steht diese im Konflikt zu anderen Forderungen.

Prioritätsregeln oder Metanormen bergen jedoch Schwierigkeiten, auf die schon vielfach hingewiesen wurde. Letztlich ist es im Sinne der Logik nicht zu vermeiden, in einen infiniten Begründungsregress hineinzuggeraten. Es gibt Normen, die unhinterfragt, axiomatisch angenommen werden müssen. Als Hilfskonstruktion sind Prioritätsregeln bzw. Metaregeln aber allemal brauchbar.

5. Fehlende Bekanntheit von Ethikkodizes und Durchsetzungs- und Verpflichtungsinstrumente. Wenn es keine klaren Instrumente zur Durchsetzung von Ethikkodizes gibt, so laufen sie Gefahr, nicht mehr als ein frommer Wunsch zu bleiben. Detzer vertritt die Auffassung, dass Ethikkodizes Ingenieuren nur in den seltensten Fällen Rückendeckung bei Konflikten geben

⁵⁹² vgl. MacCormac 1993, 228; mit Bezug auf alle Ingenieure, nicht nur auf die Bauingenieure.

⁵⁹³ Lenk 1991, 335.

⁵⁹⁴ Meihorst 1998, 153.

⁵⁹⁵ vgl. Lenk 1991, 340f.

⁵⁹⁶ Lenk 1991, 331.

⁵⁹⁷ Lenk 1991, 335 mit Verweis auf Werhane.

⁵⁹⁸ Lenk 1991, 336 .

könnten.⁵⁹⁹ Diese pessimistische Sichtweise ist jedoch auch vor der derzeitigen Situation mit kaum vorhandenen Durchsetzungsinstrumenten zu verstehen. Zu den zufordernden (teilweise schon eingeführten) Durchsetzungsinstrumenten zählen Science Courts, Ethikkommissionen, Eide, Preise, Listen von unehrenhaften Personen und Unternehmen und anonyme Veröffentlichungen unehrenhafter Fälle. Alle sechs Instrumentbereiche werden im Folgenden erläutert.

- *Science Courts.* Eine weitere Möglichkeit zur Durchsetzung von Ethikkodizes ist der Weg über professionsinterne Gerichte: „Technologie- oder Wissenschaftsgerichte“, „Science courts“, „Technology Courts“, „Berufsgerichte“, „Wissenschaft- und Technikgerichtshöfe“ werden sie in der Literatur genannt. Diese Gerichte sind von Professionsmitgliedern besetzt und stehen außerhalb der normalen rechtlichen Gerichtsbarkeit. Normale Richter ohne Ingenieurkenntnisse können den Streit um technische Fragen, z.B. wenn gegenteilige Gutachten vorliegen, oftmals nur schwer bewältigen. Technological courts könnten hingegen direkt verhandeln.⁶⁰⁰ MacCormac trägt ein starkes Plädoyer für diese Gerichtshöfe vor und verbindet dies auch mit Selbststeuerungsansprüchen: „Die Existenz von Wissenschafts- und Technikgerichtshöfen, verbunden mit einem erweiterten Verständnis technischer Probleme, wird dazu beitragen, dass das Ingenieurwesen zu einem Berufsstand mit größerer Autonomie wird, als er sie jetzt besitzt.“⁶⁰¹
- *Ethikkommissionen.* Ethikkommissionen bzw. Ethikkomitees können als die „abgemilderte“ Variante von Science Courts angesehen werden. Ethikkommissionen sind im Medizinbereich weit verbreitet. „Allgemeine Leitsätze wurden vom Weltärztekongress in Form der Deklarationen von Helsinki (1964), Tokio (1975) und Venedig (1983) erarbeitet.“⁶⁰² Auch in Unternehmen, z.B. bei der Volkswagen AG, sind Ethikkommissionen zu finden, welche Forschungsvorhaben, beispielsweise zur Erforschung der gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition der Arbeitnehmer mit Kühlschmierstoffen, genehmigen müssen. Insgesamt haben Ethikkommissionen immer noch einen medizinischen Schwerpunkt, der jedoch zunehmend durch andere berufsgruppenbezogene Spezialisierungen ergänzt wird. Ethikkommissionen können allgemein beschrieben werden als „unabhängige Gutachtergremien aus Ärzten und meist auch Vertretern anderer Berufe (Naturwissenschaftler, Juristen, Theologen), deren Aufgabe es ist, die berufsethische und rechtliche Vertretbarkeit medizinisch-wissenschaftlicher Forschungsvorhaben zu beurteilen.“⁶⁰³ Wenn Reuter behauptet, dass Ethikkommissionen „den Verdacht der endgültigen Trennung von Praxis und Reflexion“⁶⁰⁴ vertiefen würden, so vernachlässigt er hierbei, dass sie ja keineswegs Reflexionsleistungen in der Praxis ersetzen, sondern nur ergänzen und unterstützen wollen.
- *Ingenieureide.* Der Eid ist wohl die naheliegendste Idee, zur Verbreitung von Ethikkodizes beizutragen. Er stellt ein öffentliches und bewusstes Bekenntnis zu einem Kodex dar, welches idealerweise von allen Berufstätigen geleistet wird. Es gibt eine Vielzahl von Bestre-

⁵⁹⁹ Detzer 1991, 317.

⁶⁰⁰ vgl. MacCormac 1993, 238.

⁶⁰¹ MacCormac 1993, 239.

⁶⁰² Brockhaus Stichwort Ethikkommissionen, 625.

⁶⁰³ Brockhaus Stichwort Ethikkommissionen, 625.

⁶⁰⁴ Reuter 1992, 189.

bungen in der Bundesrepublik, Ingenieureide (auf allgemeine Eidtexte oder spezielle Ethikkodizes) zu etablieren.⁶⁰⁵

- *Ingenieurpreise.* Die Ausschreibung und Verleihung von Ingenieurpreisen kann auch zur Institutionalisierung professioneller Normen beitragen. Das amerikanische Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) hat „nicht nur *Ethikkomitees* eingeführt, sondern auch *Preise* für besonders ‚ethische‘ Ingenieure.“⁶⁰⁶ Auch bei „normalen“ Ingenieurpreisen könnten professionelle Normen zur Beurteilung herangezogen werden.
- *Listen von unehrenhaften Personen und Unternehmen.* Ein radikales Mittel zur Sanktionsierung unprofessionellen Verhaltens sind Listen von „unethischen Unternehme(r)n zur abschreckenden Kontrollrückwirkung („Prangerwirkung“),“⁶⁰⁷ wie sie das IEEE als der weltweit größte Verband im Bereich Elektrotechnik und Informationstechnik aufgestellt hat.
- *Anonyme Veröffentlichungen zu Ausbildungszwecken.* Nicht nur die konkrete Benennung von nicht ehrenhaften Personen, sondern auch die Anonymisierung von ethischen Konflikten bei Ingenieuren kann wichtig sein. Beispielsweise mithilfe des IEEE wurden „Fälle aufbereitet und mit Gutachten zur anonymen Veröffentlichung gebracht, die u.a. zur Bewusstseinsbildung der Praktiker, aber insbesondere auch zur Schulung in den Universitäten, also zur Nachwuchsinformation und -ausbildung, dienen sollten und sich z.T. durchaus bewährten.“⁶⁰⁸ Allerdings wurden in konkreten „Verfahren“ weniger ethische Probleme, sondern eher Standesfragen diskutiert.⁶⁰⁹

Diese insgesamt äußerst begrüßenswerten Initiativen zur Durchsetzung des Ethikkodex seitens des IEEE stießen in Deutschland auf wenig Gegenliebe: Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat den Vorschlag abgelehnt, den Ethikkodex des amerikanischen IEEE in Übersetzung einfach zu übernehmen.⁶¹⁰

Auf jeden Fall dürften zusätzliche Durchsetzungsinstrumente auch zu einer Steigerung des Bekanntheitsgrades von Ethikkodizes führen. In der empirischen Untersuchung wurde offen – in sehr verschiedener Weise – gefragt, von welchen Überlegungen sich Ingenieure in ihrem Handeln tatsächlich leiten lassen und leiten lassen könnten. In keinem der Expertengespräche wurden Ethikkodizes von den Gesprächspartnern selbst zur Sprache gebracht. Dies muss allerdings nicht unbedingt heißen, dass sie nicht präsent wären, denn bei den rechtlichen und technischen Normen wurden in der empirischen Untersuchung Formen der indirekten Wirkung festgestellt. Allgemein wird in der Literatur beklagt, dass Ethikkodizes viel zu wenig bekannt seien. Durch die aufgezeigten Durchsetzungsinstrumente kann ihr Bekanntheitsgrad erhöht werden.

⁶⁰⁵ siehe hierzu ausführlich Kapitel 3.2.3.1.3 Selbststeuerung durch Einfluss auf Organisationsmitglieder (logic of membership).

⁶⁰⁶ Lenk 1991, 337.

⁶⁰⁷ Lenk 1991, 337.

⁶⁰⁸ Lenk 1991, 337.

⁶⁰⁹ vgl. Lenk 1991, 337.

⁶¹⁰ vgl. Lenk 1991, 339.

6. *Überbetonung des Standesgedanken und der Rollenpflichten.* Die frühen Kodizes waren auf die Umsetzung von Standesinteressen ausgerichtet.⁶¹¹ So forderte der erste ASCE- Kodex „im Wesentlichen ein Wohlverhalten der Ingenieure innerhalb des Standes. Unethisches Verhalten sollte dadurch ausgeschlossen werden, dass es den Ingenieuren verboten wurde, andere Ingenieure zu verdrängen oder mit ihnen, in nicht standesgemäßer Weise, zu konkurrieren oder sie gar öffentlich zu kritisieren oder Werbung mit besonderen Tendenzen des Eigenlobs und gar der Herabsetzung anderer zu betreiben. Insbesondere sollte der Ingenieur sich immer „als loyaler Vertreter oder Sachwalter“ des Auftraggebers – das heißt entweder des Arbeitgebers oder des Kunden – aufführen; übrigens sollte er dabei auch auf faire Bezahlung achten. In diesen Formulierungen ist von ethischen Verpflichtungen i.e.S. gegenüber der Sicherheit, Wohlfahrt usw. der Öffentlichkeit überhaupt nicht die Rede. Er ist im Grunde ein *Standeskodex* zur Regulierung der *internen* Standesgepflogenheiten und Standeserfordernisse und hat eigentlich wenig mit Ethik, mit Universalmoral, zu tun.“⁶¹² Genauso ist auch der IEEE standespolitisch geprägt: Der Kontakt mit Kunden und Arbeitgebern wird teilweise detailliert geregelt, ansonsten bleibt er sehr pauschal.⁶¹³ Die Forderung, als „loyale Vertreter und Sachverwalter“ gegenüber Kunden oder Arbeitgebern zu agieren, ist keine ethische Forderung, „obwohl die Loyalität mit manchen ethischen Normen und Werten zusammenhängt, nämlich mit Ehrlichkeit und Vertrauen.“⁶¹⁴

Es lassen sich auch Beispiele für die „negative“ Nutzung von Ethikkodizes für Standesinteressen finden. Ein solches Beispiel stammt aus den Anfangstagen der Kodizes und bezieht sich auf den ASCE: Ingenieure, die auf Pfuscherei beim Dammbau öffentlich hinwiesen, wurden unter Rückgriff auf diesen Kodex entlassen. Lenk schildert den Fall so: „1932 wurden die beiden Bauingenieure Jakobsen und Payne aus der Amerikanischen Gesellschaft für Bauingenieure (ASCE) aus ethischen Gründen ausgestoßen: Sie hatten den ethischen Kodex dieser Gesellschaft verletzt. Was hatten sie getan? 1930 hatten sie auf Irregularitäten und Pfuscherei beim Bau eines Dammes im Umkreis von Los Angeles hingewiesen, ihre Kritik in der Lokalpresse veröffentlicht und den leitenden Ingenieur kritisiert. Eine Untersuchung führte zur Aufdeckung eines Bestechungsfalls, zur Entlassung des Leiters des Bezirkskontrollkomitees und zu einer Rückzahlung der Baufirma in Höhe von einer dreiviertel Million Dollar an das Country. Der leitende Ingenieur der Firma wurde nie belangt. Wegen der berechtigten Kritik an ihm, wurden die beiden Bauingenieure jedoch aus dem Ingenieurverband ausgestoßen. Sie wurden bestraft dafür, dass sie im Interesse des Allgemeinwohls handelten.“⁶¹⁵ Hier „wurde ein Ethikkodex der Ingenieure benutzt, um das öffentliche Interesse zu untergraben.“⁶¹⁶ Lenk zieht folgendes Fazit aus seiner Untersuchung der Ethikkodizes: „Insgesamt lässt sich sagen, dass aufgrund der gemischten Zusammenstellung vieler Ethikkodizes dies – auch heute noch –

⁶¹¹ vgl. Lenk 1991, 329.

⁶¹² Lenk 1991, 329 – Hervorhebungen im Original.

⁶¹³ vgl. Lenk 1991, 334.

⁶¹⁴ Lenk 1991, 332.

⁶¹⁵ Lenk 1993, 194.

⁶¹⁶ Layton, zitiert nach Lenk 1993, 194.

erher die Funktion einer Normensammlung für das Standesethos haben.“⁶¹⁷ Hier spiegelt sich das wichtige Thema von externer und interner Verantwortung wieder.⁶¹⁸

Kurzer Exkurs zur Selbstbehauptungsfrage: Es gibt bezüglich der „Standesorientierung“ erstaunliche Parallelen zur Selbstbehauptungsfrage als zentrales Thema der traditionellen Professionssoziologie: Professionen werden als Versuch einer Gruppe beschrieben, sich Privilegien (v.a. Prestige, hohes Gehalt, generell materielle Vorteile) durch Einsatz von Machtressourcen (z.B. Koalitionen mit staatlichen oder politischen Institutionen) zu sichern. Die Merkmale, die zur Charakterisierung von Professionen herangezogen werden, werden entweder als Resultat oder als Ressource von Machtbestrebungen gedeutet (ein Teil der Autoren hingegen rückt die Art der Problembehandlung und die Selbstreflexion der Professionellen in den Mittelpunkt professionssoziologischer Studien.⁶¹⁹). Diese Machtbestrebungen gehen einher mit der Abwehr externer, staatlicher Kontrolle. Durch die Bildung von Berufsorganisationen werden eigene Kontrollmechanismen geschaffen, die beispielsweise den Standard der Ausbildung nach eigenem Maßstab setzen und kontrollieren. Ein solcher Selbstorganisationsmechanismus wird durch das Spezialwissen der Profession verstärkt, da durch dessen Exklusivität die Kontrolle von außen erschwert wird. Bisher wurde die Standesorientierung im Sinne der Machtverteidigung und der Kritikverhinderung nur negativ betrachtet. Doch der Standesgedanke kann auch durchaus positiv wirken, wenn es um die Verantwortung der Profession, des Standes bzw. stellvertretend, der Berufsvereinigung geht: „Die Verantwortung der Profession ist im Übrigen *mehr* als die Verantwortung der einzelnen Mitglieder; letztere kann an Schwellenwerte gekoppelt sein. Beispielsweise ist die Sicherstellung des Niveaus des gesamten Ausbildungsganges oder die technische oder medizinische Versorgung der Allgemeinheit kaum eine einklagbare Pflicht gegen das einzelne Vereinigungsmitglied.“⁶²⁰ Daher kann die Forderung nach einer Überarbeitung der Ethikkodizes nicht dahin gehen, die Standesorientierung abzuschaffen.

7. Zu geringe Berücksichtigung des Allgemeinwohls und damit von Sicherheit. Sicherheit ist insbesondere ein auf das Allgemeinwohl bezogener Wert. In der Darstellung der historischen Entwicklung wurde schon gezeigt, dass sich die frühen Ethikkodizes stark auf Rollen- und Standespflichten und, kaum oder überhaupt nicht, auf das Allgemeinwohl bezogen. Es gab und gibt kontinuierlich Bestrebungen, um die Allgemeinwohlorientierung zu stärken. Dazu wird auch die Überarbeitung von Ethikkodizes dahingehend gefordert, dass die allgemeinwohlorientierten Passagen und die standesorientierten Passagen klar und deutlich voneinander getrennt werden müssen.⁶²¹

Zur Notwendigkeit von Ethikkodizes. Ethikkodizes werden gebraucht, da die in Rechtsnormen eingebundenen normativen Anregungen für die Ingenieurpraxis bei weitem nicht hinreichend konkret sind.

⁶¹⁷ Lenk 1991, 331 – Hervorhebung im Original.

⁶¹⁸ siehe oben.

⁶¹⁹ vgl. Oevermann 1996.

⁶²⁰ Lenk 1991, 331 – Hervorhebung im Original.

⁶²¹ vgl. Lenk 1993, 217.

Teilweise könnten Ethikkodizes auch als eine Abwehrstrategie gegen staatliche Regelungen mithilfe von Recht aufgefasst werden. Es gibt einen Bereich, den das Recht einfach nicht erfassen kann, da die subjektiven kreativen Leistungen, insbesondere beim Konstituieren von Problemen und dem Implementieren von Problemlösungen, nicht formal (und schon gar nicht durch Nichtfachleute) zu reglementieren sind. Vor allem in diesem Bereich sollten Ethikkodizes (im Sinne der Universal moral) wirken. Allerdings ist auch zu fragen, ob nicht alle Inhalte von Ethikkodizes prinzipiell auch in Form von rechtlichen Normen ausgedrückt werden können. Demnach könnten diejenigen professionellen Normen, die ausdrücklich schriftlich niedergelegt werden können, auch Bestandteil rechtlicher Regelungen werden.

„Kodizes repräsentieren eines von mehreren Mitteln, menschliches Verhalten zu verändern und allgemein Respekt für menschliche Werte und Menschenrechte zu schaffen.“⁶²² Dieses Zitat bezieht sich auf medizinische Kodizes, ist aber sicherlich übertragbar auf andere Bereiche. Außerdem regen Ethikkodizes die Reflexion an: „Nur wo Ethikkodizes vorhanden sind, können diese diskutiert und deren Anwendung in der Praxis näher untersucht und beurteilt werden; sie fordern Nachdenklichkeit und Sensibilität für ethische Fragen.“⁶²³ Letztlich unterstützen sie auch den Einzelnen: „Professionelle Orientierung kann man nicht als Einzelkämpfer durchhalten. Es bedarf der *professionellen Organisation* als Korrektiv anderer Organisationszwänge. Loyalität zum eigenen Betrieb, Büro, Amt ist selbstverständliche Pflicht jedes Ingenieurs. Dies gilt aber nicht bedingungslos. Ingenieurverantwortung bewegt sich in der Balance zwischen lokaler Loyalität und universeller, ‚kosmopolitischer‘, professioneller Loyalität.“⁶²⁴ Professionsorganisationen können auch über Ethikkodizes, oder über allgemeine Veröffentlichungen, Fortbildungsveranstaltungen, Ehrungen u.s.w., den Gedanken professioneller Normen festigen und weiter verbreiten.

Generell ist von einer indirekten Wirkungsweise von Ethikkodizes auszugehen. Implizite professionelle Normen sind in der Ingenieurpraxis beim Konstruieren (Schritte beim Konstituieren, Generieren und Kontextualisieren) von größter Bedeutung. Ethikkodizes können die impliziten professionellen Normen beeinflussen und somit auch indirekt wirksam werden. Ihre Wirksamkeit ist aber insofern eingeschränkt, als dass sie bestimmte (besonders handlungsorientierte und durchsetzungsorientierte) Defizite aufweisen. Diese Defizite sind durch die genannten Ansatzpunkte zwar nicht ganz zu beseitigen, aber zumindest abzuschwächen.

Die Bekanntheit von Ethikkodizes in der Ingenieurpraxis kann erheblich gesteigert werden. Es ist generell wichtig, die Idee professioneller Normen und konkrete einzelne Norminhalte in der Ingenieurpraxis stärker bekannt zu machen. Zusammen mit der Verbesserung der Norminhalte selbst können dadurch auch die sicherheitsbezogenen Wirkpotenziale erheblich erweitert werden.

⁶²² Riis 1997, 497.

⁶²³ Lenk 1993, 197f.

⁶²⁴ Ekatdt 1998a, 748 – Hervorhebung im Original.

1.3.4 Zusammenfassend zu Ingenieuren als Normanwender und den Orientierungshilfen von Normen

Es kann irreführend sein, allgemein von *den* Wirkungen rechtlicher, technischer oder professioneller Normen zu sprechen.⁶²⁵ Streng genommen wirkt keine Norm. Normen entfalten ihre Wirksamkeit nur, indem ein Mensch handelt und sich dabei in seinem Handeln an der Norm – mehr oder weniger – orientiert. Die handlungsregulierende Funktion technischer Normen wird durch subjektive (formativ-generative und interpretative) Leistungen des Anwenders vermittelt. Obwohl das Handeln des Anwenders natürlich nicht determiniert ist, lassen sich bestimmte Muster des Umgangs von Anwendern mit technischen Normen nachzeichnen. Hieraus kann eine Typologie von Ingenieuren als Anwender von Normen entwickelt werden.

1.3.4.1 Normanwendertypen in der Praxis

In der Literatur werden in Bezug auf die Wirkungsweisen technischer Normen zumeist nur zwei Anwendertypen unterschieden:⁶²⁶ Der „sklavische Regelanwender“ und der „hochinnovative Ingenieur“. Im Rahmen der empirischen Untersuchung hat sich gezeigt, dass diese Unterscheidung in erster Näherung zwar hilfreich sein kann, der Praxis jedoch eine stärkere Differenzierung von Anwendertypen angemessener ist. Es konnten vier Typen identifiziert werden.⁶²⁷

Der *Professionelle* (Normenanwendertyp A) zeichnet sich aus durch ein sehr hohes berufsmoralisches Bewusstsein,⁶²⁸ durch eine starke Reflexion⁶²⁹ des eigenen Handelns und der Zusammenhänge des Technikprojektes. Er sieht technische Normen als Ausdruck der Selbststeuerungskraft der Profession an. Recht wertet er positiv als notwendigen Rahmen. Er hat einen ganzheitlichen Sicherheitsbegriff und fühlt sich auch in diesem Sinn umfassend verantwortlich und dem Gemeinwohl verpflichtet.

Der *Semi-Professionelle* (Normenanwendertyp B) belegt die gleichen Dimensionen, nur sind diese nicht in Reinform vorzufinden. Das berufsmoralische Bewusstsein ist hoch ausgeprägt, das eigene Handeln und die Zusammenhänge des Technikprojekts werden teilweise reflektiert. Entscheidender Unterschied ist jedoch, dass technische Normen überwiegend als fremdgesetzte

⁶²⁵ Bei den folgenden Ausführungen handelt es sich um eine Überarbeitung eines von mir für den Endbericht des Projektes verfassten Textteiles.

⁶²⁶ hierzu kritisch Ekardt/ Löffler 1991a, 45 ff.

⁶²⁷ Die Typenbildung erfolgt anhand von Kriterien. „Grundsätzlich handelt es sich bei jeder Typologie um das Ergebnis eines Gruppierungsprozesses, bei dem ein Objektbereich anhand eines oder mehrerer Merkmale in Gruppen bzw. Typen eingeteilt wird (...), so dass sich die Elemente innerhalb eines Typus möglichst ähnlich sind (interne Homogenität auf der ‚Ebene des Typus‘) und sich die Typen voneinander möglichst stark unterscheiden (externe Heterogenität auf der ‚Ebene der Typologie‘).“ (Kluge 2000, 1).

⁶²⁸ Hiermit soll eine Wertorientierung bezeichnet sein, die die eigene berufliche Praxis nicht vorwiegend als Mittel zum Zweck des „Broterwerbs“, sondern vielmehr als einen Beitrag zum gesellschaftlichen Allgemeinwohl ansieht.

⁶²⁹ Ein Indiz für stark ausgeprägte Reflexion des eigenen Handelns ist das allgemeine Abstraktionsvermögen. Im Gespräch konnten Personen mit einer ausgeprägten Reflexion des eigenen Handelns die „Metafragen“ umgehend beantworten, wohingegen anderen Gesprächspartnern zunächst erst der Gegenstand der Fragen Schritt für Schritt erschlossen werden musste.

Regeln – wie rechtliche Regelungen auch – empfunden werden und somit nicht als Ausdruck eines Selbststeuerungsanspruchs der Profession. Trotz eines ebenso ausgeprägten ganzheitlichen Sicherheitsbegriffs wird nicht im vollen Umfang die Verantwortung für die Strukturen gesehen.

Dem *Pragmatiker* (Normenanwendertyp C) ist der Gedanke der Selbststeuerung fremd, aber auch er reflektiert das eigene Handeln und die Zusammenhänge des Technikprojekts, hat jedoch ein schwächer ausgeprägtes berufsmoralisches Bewusstsein. Ihm geht es dabei mehr um die Qualität des eigenen Arbeitsprodukts, denn um eine Gemeinwohlorientierung. „Ich will stolz auf meine Arbeit sein“ wäre demgemäß eine typische Aussage.⁶³⁰ Sicherheit bezieht sich für ihn in erster Linie auf die Sicherheitsdimensionen Integrität der Anlagen und Arbeitsschutz. Er nimmt hauptsächlich seine Ausführungsverantwortung wahr.

Der *Regelorientierte* (Normenanwendertyp D) hingegen erledigt seine Arbeit ohne einen besonderen Anspruch weder in moralischer noch in fachlicher Hinsicht, was nicht bedeutet, dass er keine gute Arbeit leisten will. Er ist regelorientiert, sieht sich gleichzeitig aber auch als stark reglementiert an. Sicherheit ist für ihn auf die Sicherheitsdimensionen Integrität der Anlagen und Arbeitsschutz bezogen und zeigt sich vor allem darin, dass alle Normen erfüllt sind. Aufgrund seiner Regelorientierung hinterfragt er die Strukturen nicht und beschränkt sich ganz auf seine Ausführungsverantwortung. („Sicher“ heißt für den Ingenieur die Erfüllung aller Auflagen nach Gesetz und Norm, und darauf konzentriert er sich.“⁶³¹)

Die folgenden Merkmale wurden zur Untersuchung der Idealtypen herangezogen: „Regelwerksgenese“ (Beteiligung an der Genese von technischen Normen), „Mitgliedschaft“ (Mitgliedschaft in professionellen Verbänden), „Wissenschaft“ (wissenschaftliches Engagement, insbesondere in Form von eigenen Vorträgen und Aufsätzen), „Ausbildungsgrad“ (höchster beruflicher Abschlussgrad), „Abweichungspraxis“ (Personen, die von technischen Normen abweichen) und „Abweichungswissen“ (Vorhandensein des Wissens, dass von technischen Normen abgewichen werden kann). Exemplarisch für einen Technikbereich wurden für Gesprächspartner, die einem Idealtypus zugeordnet wurden, Merkmalsausprägungen in Tabellen zusammengefasst.

Idealtypen zeichnen sich durch gleichartige Kombinationen von Merkmalsausprägungen aus. Professionelle und Semi-Professionelle haben ein Interesse an der Regelwerksgenese und sind oftmals tatsächlich daran beteiligt,⁶³² die Pragmatiker und Regelorientierten hingegen nicht. Die Mitgliedschaft in berufsständischen Vereinigungen ist eine Voraussetzung für die Beteiligung an der Regelwerksgenese. Es gibt jedoch keine auffällige Verteilung der Mitgliedschaften. Sie sind bei allen Typen gleichermaßen zu finden. Hinsichtlich der Ausrichtung an neuesten Entwicklungen in der Wissenschaft gibt es jedoch wieder erhebliche Unterschiede: Professionelle wollen vor allem zur Weiterentwicklung des Wissens beitragen, auch indem sie selbst Forschungen anregen, darüber veröffentlichen und Vorträge halten, lässt die anderen dies gleichgültig, ihr wissenschaftliches Interesse ist bestenfalls rezipierender Art. Dies korrespondiert auch mit den Ausbildungsgraden. Während bei den Regelorientierten oftmals ein

⁶³⁰ Int. 61, Abs. 142; Int. 40, Abs. 162.

⁶³¹ Kuhlmann 2000, 17.

⁶³² Die Mitwirkung an der Regelwerksgenese ist keine Voraussetzung für Professionalität. Doch ist bei Professionellen häufiger eine Mitwirkung festzustellen als bei Nicht-Professionellen.

FH-Studium oder eine Ausbildung die Qualifikationsbasis bilden, sind unter den Semi-Professionellen und Professionellen viele promovierte Ingenieure zu finden. Auch hinsichtlich der Abweichungspraxis und des Abweichungswissens konnten entscheidende Unterschiede festgestellt werden: Derweil der Regelorientierte von technischen Normen nicht abweicht und auch keine Kenntnisse von den normimmanenten Möglichkeiten der Abweichung hat, tun dies die Vertreter aller anderen Typen.

1.3.4.2 Normanwenderbilder der Normen

Die Differenzierung hinsichtlich der Normenanwendertypen müsste auch in die Normungsge- nese eingehen. Aber für technische Normen beispielsweise gibt es ein offizielles Anwender- bild, wie es der ehemalige Vorsitzende des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton beschreibt: Er „geht davon aus, dass der Anwender das für das richtige Anwenden der Norm erforderliche *fachliche Verständnis* besitzt; weiß, dass die Norm *nicht die einzige*, sondern nur eine Erkennt- nisquelle für technisch-ordnungsmäßiges Verhalten im Regelfall ist; weiß, dass Regeln für das Aufstellen von DIN-Normen zwar die Berücksichtigung des Standes der Technik verlangen, diese Forderung aber allein wegen der fortwährenden *Weiterentwicklung der Technik* äußerst schwer zu realisieren ist; weiß, dass sich das Anwenden einer Norm *wider besseres Wissen* verbietet.“⁶³³ Empirische Untersuchungen zeigen aber, dass es auch ein „privates“ Anwender- bild in den Normungsgremien gibt: „Dieses Anwenderbild läuft darauf hinaus, dass in der Praxis Normen die Gültigkeit von Gesetzen haben, dass Normen wie Lehrbücher behandelt werden, dass sich die Anwender auf die Richtigkeit der Normen verlassen, dass Normen von den Anwendern anerkannt werden wie eine Bibel, dass der ausführende Ingenieur im Büro die Norm als Abbild der Wirklichkeit versteht und daran auch keinen Zweifel hat.“⁶³⁴

Der Umgang mit Normen, die Reflexion der Ingenieurpraxis, der Strukturen, des Handelns, der Normen und der Sicherheit bilden das entscheidende Kriterium zur Differenzierung der unter- schiedlichen Anwendertypen. Es zeigt sich, dass eine Differenzierung von Ingenieuren sinnvoll ist, die nicht nur – wie die sozialwissenschaftliche Literatur zur Heterogenität der Ingenieure⁶³⁵ – das soziale Umfeld in den Mittelpunkt stellt, sondern das Verhältnis zu und den Umgang mit sozialen Normen. (Dies schließt jedoch nicht aus, dass bestimmte Übereinstimmungen zwischen sozialer Heterogenität und Normanwendertypen bestehen. Diese können letztlich nur im Rahmen einer auch quantitativ ausgerichteten Forschung ermittelt werden.)

Die Akteure beispielsweise der Genese technischer Normen müssen sich bewusst machen, welches Anwenderbild⁶³⁶ ihren Überlegungen zu Grunde liegt. In der Normungsnorm E-DIN 820-120 wird eine solche Verständigung über das Anwenderbild angeregt. Bei der Erarbeitung einer technischen Norm sollen der Zweck und der Anwenderkreis reflektiert werden. Drei Fra- gen zum Anwenderkreis der Norm sind formuliert: „Wer wird sie anwenden und in welcher Weise? Was erwarten die Anwender von der Norm? Welches Hintergrundwissen oder welche

⁶³³ Goffin, zitiert nach Ekardt/ Löffler 1991a, 51 – Hervorhebungen im Original.

⁶³⁴ Ekardt/ Löffler 1991a, 52.

⁶³⁵ vgl. Kapitel 1.1.1.2.2 Individuen als Baubeteiligte – Individuelle Akteure.

⁶³⁶ Ebenso müssen sich die Normungsgremien auch eine Normalvorstellung von einer Anwendungssituation machen. Ein Bauleiter handelt in der Bauleitungssituation nicht nur unter der Begrenzung seiner Ingenieur- verantwortung, sondern auch unter dem objektiven Handlungsdruck.

Kenntnisse der Normanwender können vorausgesetzt werden?“⁶³⁷ Die Anregung solcher Überlegungen ist sehr zu begrüßen. Sie können dazu beitragen, die Steuerungsleistungen technischer Normen durch den Anwenderbezug zu vergrößern. Nun gilt es, diese Überlegungen auch in der Normungspraxis tatsächlich anzuwenden. Die Typologie ermöglicht eine Differenzierung, aber an welchen Normanwendertyp eine technische Norm adressiert ist, kann nur auf der Ebene der Normungsarbeit festgelegt werden. Gleiches gilt für rechtliche Normen. Sie müssten in gleicher Weise auf die Differenzierung der Ingenieure Rücksicht nehmen.

1.4 Analytische Gesamtbeschreibung der Ingenieurpraxis

Zusammenfassend wird in diesem Kapitel die Ingenieurpraxis⁶³⁸ in ihrer Gesamtheit beschrieben, um daran grundlegende Überlegungen zum Umgang mit Sicherheit in der Ingenieurpraxis anzuschließen. Praktisch tätige Ingenieure müssen in ihrer täglichen Konstruktionsarbeit mehrfache Integrationsleistungen erbringen. Sie (re-)produzieren Strukturen dieser Praxis und werden gleichermaßen durch Strukturen geprägt. Sie bringen Neues in experimenteller Weise hervor, wobei sich in einer ganzheitlichen Reflexion der Ingenieurpraxis weitergespannte Sinnfragen stellen.

Praxisansätze beschreiben die Strukturen, die durch ein verantwortlich handelndes Subjekt reproduziert werden, das sich der vorhandenen Strukturen bewusst ist. In diesem Sinne leistet diese Arbeit auch am Rande einen Beitrag zur empirischen Beschreibung sozialwissenschaftlicher Praxisansätze anhand eines Beispielbereichs (des Infrastrukturanlagenbaus).

Im Folgenden wird zunächst der allgemeine handlungstheoretische Hintergrund skizziert, um dann auf Rationalität und Werturteile als besonders wichtige Aspekte der Ingenieurpraxis einzugehen. Die ganzheitliche, rationalitäts- und wertbasierte Reflexion der Ingenieurpraxis wird daraufhin am Beispiel des technischen Umweltschutzes beschrieben, um schließlich grundsätzlich auf die Möglichkeiten und Grenzen von Strukturen einzugehen.

1.4.1 Handeln und Praxis

Ausgangspunkt der Gesamtbeschreibung der Ingenieurpraxis ist das handelnde Subjekt, der einzelne Ingenieur, der eine konkrete Handlung – mit der unausweichlich ein Risiko verbunden ist – realisiert. Handeln als Schlüsselbegriff soziologischer Theoriebildung⁶³⁹ bezeichnet eine Form des Tätigseins, mit dem der Akteur einen bestimmten Sinn verbindet. Sinnvoll bedeutet in diesem Zusammenhang, dass mit dem eigenen Tun ein gesetzter Zweck erreicht werden soll, dass der Akteur in seinem eigenen Tun eine sinnvolle Beziehung zu einem späteren Zustand herstellt.⁶⁴⁰ Handeln ist demnach ein bewusster Vorgang und unterscheidet sich damit vom bloßem Reagieren oder reinen Affekthandlungen, die als Verhalten bezeichnet werden. Allge-

⁶³⁷ E-DIN 820-120, 9.

⁶³⁸ Es soll um diejenigen Ingenieure gehen, die aktiv an der Konstruktion technischer Anlagen beteiligt sind.

Natürlich gibt es auch die Praxis eines Ingenieurwissenschaftlers. Ein solcher – die Ausführungen unnötig komplizierender – Gedankengang soll hier ausgeklammert bleiben.

⁶³⁹ vgl. Barth 1987; 30 ff.

⁶⁴⁰ vgl. Miebach 1991, 17ff.

mein zielen Handlungen auf die bewusste Veränderung⁶⁴¹ oder Herstellung eines Zustandes, einer Situation, eines Sachverhaltes oder einer Sache.

Soziales Handeln stellt eine Form des Tätigseins dar, das sich, von seinem Sinn her, auf das Handeln anderer Menschen bezieht und sich daher an ihm bzw. seiner Antizipation ausrichtet.⁶⁴² Das Konstruktions-Handeln von Ingenieuren kann als eine Form des sozialen Handelns begriffen werden, da der Ingenieur mit seinem Tun einen bestimmten Sinn verbindet und in seiner Tätigkeit im Miteinander, Nebeneinander, Füreinander und Gegeneinander von Menschen, Gruppen und Institutionen auch auf das Handeln anderer bezogen ist. Bei der Konstruktion technischer Anlagen müssen die Positionen Dritter antizipiert werden, die den Orientierungsrahmen für das eigene Handeln bilden. Seit den Anfängen der Soziologie wurden vielfältige Ansätze entwickelt, die den Anspruch erheben, das soziale Handeln in unterschiedlichen Kontexten zu erklären.

Die Soziologie hat dabei lange Zeit die Erklärung sozialer Ordnung zum zentralen Gegenstand ihres Faches gemacht. Soziologische Klassiker wie Weber, Simmel, Durkheim beschäftigten sich mit der Frage, wie die Gesellschaft Ordnung herstellt und verändert.⁶⁴³ Grundsätzlich können die soziologischen Erklärungsmodelle in das normative und das interpretative Paradigma unterschieden werden.

Nach dem normativen Paradigma der Soziologie wird soziale Ordnung als Anpassungsprozess des Handelns von Individuen an institutionalisierte Rollenmuster und als Ausdruck internalisierter Werthaltungen aufgefasst. Überspitzt formuliert wäre das individuelle Handeln Resultat einer Konditionierung durch die sozialen Strukturen: Die Menschen internalisieren demnach in ihrer Sozialisation Normen, Werte, Handlungsregeln etc., die weitgehend das Handeln in konkreten Situationen bestimmen. Innerhalb dieser Betrachtungsweise werden konkrete Handlungen aufgrund ihrer Einbindung in gesellschaftliche Strukturen erklärt.

Im Gegensatz hierzu fokussiert das interpretative Paradigma hinsichtlich des sozialen Handelns das Bewusstsein der Individuen und versucht, die Absichten und Motive der Akteure zu erkennen, die es leiten. Als Beispiel hierfür sei Alfred Schütz genannt, der mit seiner phänomenologischen Handlungstheorie strukturalistische Positionen ablehnt. Beide Paradigmen weisen in ihrer Zuspitzung Einseitigkeiten auf:

- Das Handeln bleibt innerhalb des strukturell-normativen Paradigmas oft in der Systemfunktionalität und Regelabfrage bzw. der gesellschaftlich normenkonstituierenden Leistung des Handelns stecken. Subjektive Aspekte und Orientierungen oder kreative Leistungen kommen nicht vor oder besitzen nur eine untergeordnete Bedeutung. Der gestaltende und schöpferische Anteil der Ingenieurarbeit kann innerhalb dieser theoretischen Perspektive nicht in das Blickfeld der Betrachtung gelangen weshalb sie unbedingt einer theoretischen Erweiterung bedarf.
- Rein individualistisch-subjektorientierte Handlungstheorien, die von vornherein unabhängig von sozialen Strukturen konzipiert werden, indem z.B. individuelle Wünsche, Ein-

⁶⁴¹ vgl. Seiffert 1985, 15.

⁶⁴² vgl. Weber 1984, 19; Weber 1995, 95.

⁶⁴³ <http://www.uni-bielefeld.de/soz/lehre/kvv/vlws97/301069.htm> (11.08.2003).

stellungen, Überzeugungen als entscheidende Kriterien für das Handeln von Menschen gesehen werden, greifen ebenfalls zu kurz, da sie den Einfluss gesellschaftlicher Rahmenbedingungen der Handlungsweisen von Ingenieuren nicht ausreichend berücksichtigen. Insbesondere die sachlogisch-normativen Strukturen der Ingenieurpraxis können so nur unzureichend betrachtet werden.

Die Einseitigkeit⁶⁴⁴ der beschriebenen Paradigmen versuchen die sogenannten integrativen Ansätze (Syntheseansätze) zu überwinden. Sie können als Integration von strukturellen und subjektiven Einflussgrößen und durch die Verknüpfung von Mikro- und Makrotheorien bei der Suche nach Bestimmungsgründen für Handlungen als praxistheoretisch bezeichnet werden. Hierzu können die Ansätze beispielsweise von Anthony Giddens, Jeffrey C. Alexander, Hans Joas und Stefan Beck gezählt werden, die die Dichotomie zwischen Struktur und Handlung im Rahmen einer Synthese und damit in einer neuen Perspektive aufgehoben sehen wollen.⁶⁴⁵ In Auseinandersetzung mit den Defiziten handlungstheoretischer und system-/ strukturtheoretischer Ansätze wird versucht, Modelle zu entwickeln, die die Stärken beider Ansätze zu verbinden und die Schwächen beider Ansätze zu vermeiden versuchen. In Anlehnung an Giddens kann das Entstehen und Fortbestehen von Gesellschaft dabei als ein rekursiver Prozess sozialer Realität verstanden werden, indem sich individuelles Handeln vor und mit dem sozialen Hintergrund ständig neu produziert und reproduziert. Innerhalb dieser Betrachtung geht es nicht nur darum, wie Strukturen das Handeln bestimmen und wie Handlungen Strukturen erzeugen, sondern auch darum, dass, wie bei jedem Handeln, erst in der konkreten Umsetzung die Strukturen aktualisiert und somit konstituiert werden.

Praxis kann verstanden werden als ein „(inter-)aktives und gegenständliches Tätigsein gegenüber der sozialen und materiellen Umwelt einerseits, und andererseits als subjektivitätsformender Selbstbildungs- und kulturformender Gesellschaftsprozess.“⁶⁴⁶ In dieser Betrachtungsweise werden die Einflüsse von Strukturen, Rollen und Normen als handlungsleitende Kategorien ebenso wie die des Akteurs mit seinem Bewusstsein, seiner Aktivität, seiner kreativen und innovativen Fähigkeit gewürdigt. Diese Sichtweise gründet darauf, dass Strukturen, Normen, Rollen nicht einfach von den Akteuren „automatenhaft“ ausgeführt werden, sondern erst durch den Akt des Handelns aktualisiert werden müssen, wobei die Akteure die Strukturen erst subjektiv für sich rekonstruieren müssen.⁶⁴⁷ Handeln ist damit kein mechanisches Reagieren auf „gegebene“ oder in Sozialisationsprozessen erworbene Strukturen, sondern ein aktiver Prozess in Auseinandersetzung mit der Umwelt.

Praxistheoretische Ansätze sind somit zur Beschreibung und Analyse des Handelns von Ingenieuren besonders geeignet, da gleichzeitig die strukturell sachlich-normativen wie die kreativen Anteile – und auch solche, die in berufliche Routinen eingelassen sind – beim Umgang mit Risiken thematisiert werden können. Alltägliche Handlungsmuster, die zwischen den Polen von Routine und „reiner“ Kreativität liegen, können ebenfalls so erfasst werden wie konkrete Arbeitssituationen. Da sich die Strukturen erst in jedem konkreten alltäglichen Handeln aktua-

⁶⁴⁴ Zum Teil handelt es sich nur um eine vermeintliche Einseitigkeit, denn nicht selten werden radikale Zusätzungen von Theorien des jeweils anderen Paradigmas vorgenommen, um klarere Abgrenzungen zu erreichen.

⁶⁴⁵ vgl. Beck 1997, 300.

⁶⁴⁶ Beck 1997; 399.

⁶⁴⁷ vgl. Beck 1997; 341.

lisieren, gewinnen die Situationen, in denen sich dies vollzieht, an Bedeutung. Arbeitssituationen als kleinteilige Betrachtung von Praxis setzen kreative und normative subjektive Leistungen voraus. Sowohl die „Kreativität“ als auch die „Normativität“ muss dabei dem Handelnden nicht selbst bewusst sein. So neigen Ingenieure dazu, ihre Arbeit anhand des (ökonomisch zentrierten) Zweck-Mittel-Schemas zu interpretieren. Kreativität und Normativität – selbst konventionell-normenkonformes Handeln⁶⁴⁸ – bedürfen jedoch subjektiver Leistungen, die sich keineswegs automatisch, beispielsweise aus rechtlichen und ökonomischen Prinzipien, deduzieren lassen. Die Ingenieurpraxis vollzieht sich in Strukturen systemischer, organisatorischer und arbeitsstofflicher Art, zu denen sich Ingenieure über subjektive Leistungen verhalten, dabei Strukturen (re-)produzieren und Technik, z.B. technische Infrastrukturanlagen, hervorbringen.⁶⁴⁹

1.4.2 Ingenieurpraxis als Integration von Rationalitäten und deren Koordination durch Werturteile

Technische Rationalität als „die Anforderung oder die Erfüllung des Kriteriums technischer Effektivität an ein Verfahren oder ein Produkt“⁶⁵⁰ bildet den Kern der Ingenieur rationalität, die durch andere Rationalitätsbereiche ergänzt wird. Daher sind Ansätze zu kritisieren, die „Ingenieure oft kurzschlüssig als ‚Techniker‘, als Träger und ‚Anwender‘ technisch-wissenschaftlichen Wissens“⁶⁵¹ verstehen. Als entgegengesetztes Extrem sind solche Arbeiten zu kritisieren, die technische Rationalität nur äußerst beiläufig behandeln. Viele sozialwissenschaftliche Arbeiten stellen nichttechnische Rationalitätsaspekte in den Mittelpunkt ihrer Betrachtung. Die Schwierigkeit von technischen Problemen bzw. das Arbeiten mit technischer Rationalität, das große kognitive Leistungen erfordert, könnte hierbei leicht unterschätzt werden. Es muss also darum gehen, die Zentralität technischer Rationalität anzuerkennen, ohne jedoch weitere Rationalitätsaspekte zu vernachlässigen. Ingenieuraufgaben definieren sich darüber, dass in allen Schritten des Konstruierens technische Rationalitätsaspekte zumindest mit ökonomischen Rationalitätsaspekten kombiniert werden. Rationalitätsaspekte aus anderen Bereichen kommen hinzu: Gesellschaftliche Anforderungen, teilweise umgesetzt in rechtlichen, technischen und professionellen Normen, die sich in ökologische, soziale und ästhetische u.s.w. Ansprüche unterteilen lassen. Die Ingenieuraufgabe zeichnet sich also dadurch aus, dass originär nichttechnische Anforderungen, die mit dem Bau einer Infrastrukturanlage verbunden sind, untereinander und mit technischen Anforderungen integriert werden.

Die Integration der Rationalitätsaspekte kann nur als subjektive Leistung in Form von Werturteilen erbracht werden. Die kognitive Verfügbarkeit unterschiedlicher Rationalitätsaspekte eines technischen Artefaktes bildet die Grundlage für diese Werturteile, die sicherheitsrelevant sein können. Die konkrete Inbezugnahme der Rationalitätsaspekte und deren Ausgleich wird vom Individuum über Werte – in mehr oder weniger reflektierter Weise – koordiniert. Rationalität ohne normativ orientierte Koordination ist nicht möglich, gleich ob die normativen Anteile als strukturell vorgegeben oder individuell ausgestaltet angesehen und ob sie bewusst oder unbewusst wirksam werden. Auch die individuellen Wertsysteme sind nichts Feststehendes:

⁶⁴⁸ vgl. Joas 1992, 342.

⁶⁴⁹ vgl. Ekardt 2000, 71.

⁶⁵⁰ Ekardt 2000, 28.

⁶⁵¹ Ekardt 2000, 28.

„Nicht nur die praktische Konkretisierung von Normen und Werten bedarf der Kreativität; Werte setzen auch kreative Prozesse der Wertkonstitution voraus. An diesen lässt sich die Erzeugung des Wertgehalts von der Erzeugung der Bindungskraft der Werte analytisch unterscheiden.“⁶⁵² Bewusst individuelle Wertsysteme bilden die Grundlage für eine ganzheitliche Reflexion der Ingenieurpraxis.

1.4.3 Ganzheitliche Reflexion (in) der Ingenieurpraxis

Ganzheitliche Reflexionsbemühungen können schnell auf Struktur-Grenzen stoßen, denn wenn Reflexion der eigenen Praxis auch übergeordnete Fragen zum Sinn und Zweck des jeweiligen Infrastrukturanlagenprojektes aufwerfen, so müssen diese nicht unbedingt individuell veränderbar sein. Es zeigten sich in der empirischen Untersuchung einige erstaunliche Mechanismen hinsichtlich von Sinnfragen, die im Folgenden am Beispiel des technischen Umweltschutzes (als Gegenstand von Sicherheitsbemühungen für die Umwelt) beschrieben werden.

Strukturvorgaben (in diesem Fall umweltbezogener rechtlicher Art) werden deutlicher erkennbar, wenn sie dilemmatische Probleme erzeugen. Daher werden im Folgenden solche problem erzeugenden „negativen“ Strukturvorgaben exemplarisch für die Herausforderungen der Praxis von Ingenieuren gewählt. Diese werden zunächst dargestellt (Unterkapitel 1), anschließend werden rechtliche Strukturvorgaben mit umweltmedienbezogenen partikularen Sichtweisen untersucht (Unterkapitel 2), um dann auf umweltmedienübergreifende ökologische Betrachtungen einzugehen (Unterkapitel 3). Letztlich zeigt dieses Beispiel wie schwer die Übernahme von externer univeralmoralischer Verantwortung ist, wenn allgemeine Strukturvorgaben ungeklärt sind. Hieran werden Grenzen und Möglichkeiten des verantwortlichen Ingenieurhandelns deutlich (Unterkapitel 4).

1.4.3.1 Beispielbereich technischer Umweltschutz

In der empirischen Untersuchung äußerten sich einige Ingenieure, die mit der Konstruktion von Infrastruktur in den Bereichen Müllverbrennungs- und Abwasserbehandlungstechnik betraut und damit zu großen Teilen im Bereich des technischen Umweltschutzes tätig waren, skeptisch in Bezug auf den grundsätzlichen Sinn und Zweck der von ihnen konstruierten Anlage.

Beispielsweise wurde berichtet, dass bei der Anlage zur Trocknung von Klärschlamm mit einem hohen Einsatz von Energie, Hilfsstoffen (z.B. Flockungshilfsmittel, Stickstoff) und Bau sstoffen der produzierte getrocknete Klärschlamm am Ende der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werde, die jedoch auch in ungetrockneter, sprich unbehandelter (bzw. durch Kalkzu gabe nur gering vorbehandelter) Weise möglich wäre. Die Stoff- und Energiebilanz der Anlage sei unter Umweltgesichtspunkten haarsträubend.

Ähnlich skeptische Äußerungen waren teilweise zur Erweiterung von Kläranlagen festzu stellen. Die für die zusätzliche weitergehende Abwasserreinigung zur Stickstoffelimination eingesetzte Energie (z.B. die Einblasung von Sauerstoff ist äußerst energieintensiv) stehe in keinem vernünftigen Verhältnis zu der Verbesserung des Reinigungsergebnisses. Schlimmer wiege jedoch der Vergleich der Stickstoffmengen, die den Gewässern durch die Landwirtschaft direkt über Düngemittel zugeführt werden. Man könne sich fragen, warum Stickstoff aus dem

⁶⁵² Joas 1992, 342.

kommunalen Abwasser kosten- und energieträchtig entfernt werde, wo Stickstoff an anderer Stelle geradezu in die Gewässer „hineinkippt“ werde: „Wenn man sich vorstellt, welche Stickstoffmengen aus der Landwirtschaft hereingetragen werden. *Das darf man sich überhaupt nicht überlegen, da müsste man eigentlich heute die Arbeit einstellen.* Wir reden da [bei der Erweiterung der Kläranlage, Ergänzung durch d.V.] von 2 oder 3 Milligramm und aus der Landwirtschaft kommen 20 oder 30 Milligramm rein. Das ist absoluter Unsinn.“⁶⁵³ Die Abwägungen für eine weitergehende Elimination von ungewünschten Stoffen sind nicht nur ökologischer, sondern auch ökonomischer Art.⁶⁵⁴ In dem beschriebenen Fall zeigt schon allein die umfassende ökologische Abwägung die aufgrund eines (auf ein Umweltmedium bezogenen) begrenzten Bezugsrahmens entstehende Irrationalität.

Übergeordnete Fragen nach dem ökologischen Sinn müssen unter den beschriebenen Umständen ausgeklammert werden. Teilweise ist dies jedoch noch nicht einmal nötig, weil das Problembewusstsein schlicht nicht vorhanden ist. Brater u.a. vertreten die These, dass die Form, wie Berufsarbeit organisiert ist, für die Umweltzerstörung maßgeblich relevant sei: „Strukturell wird in Berufen kein Wissen um ganzheitliche Zusammenhänge oder übergreifende Vernetzungen ausgebildet, sondern immer nur ein Wissen um begrenzte, meist lineare Kausalbeziehungen. Es interessieren im Beruf nicht Phänomene, sie gelten nur als Symptome von Ursachen. Schließlich gehört die Reflexion über das eigene Tun und seine möglicherweise verborgenen Auswirkungen und Zusammenhänge bislang kaum zu den Berufsqualifikationen, so dass auch die Chance ungenutzt bleibt, im Rückblick solche weitergespannten Zusammenhänge zu erkennen und zu erfassen.“⁶⁵⁵ Umfassende Problem- und Lösungskonstitutionen (auch nichttechnischer Art⁶⁵⁶), die alle relevanten Bereiche integrieren, sind anzustreben.

Die Frage nach dem Sinn des eigenen, generellen oder auf ein konkretes Projekt bezogenen, speziellen, beruflichen Handelns, stellt sich in jeder Berufsgruppe. Die Sinnhaftigkeit der Ziele steht dabei zumeist nicht zur Disposition, aber die Einschätzungen über die Annäherung an diese Ziele werden durch das eigene Handeln zum Ausdruck gebracht. Runtergebrochen auf die Thematik: Es ist somit zu beurteilen, ob die Technik, die zum technischen Umweltschutz eingesetzt wird, aus einer übergeordneten Perspektive, also in einer umweltmedienübergreifenden⁶⁵⁷ Betrachtung, tatsächlich zu einer Verbesserung der Umweltsituation beiträgt. Wenn sie solche Beiträge liefert, so bleibt weiterhin zu beurteilen, in welchem Verhältnis Aufwand und Ertrag zueinander stehen.

1.4.3.2 Rechtliche Begründung umweltmedienbezogener partikularer Sichtweisen

Bei den Grundsatzentscheidungen für den Bau bzw. Ausbau von Infrastrukturanlagen kommen die schon beschriebenen, starken Einflüsse rechtlicher Normen zum Tragen. Begründet und ausgelöst werden Infrastrukturprojekte häufig durch rechtliche Normen, die wiederum politische Vorgaben umsetzen.

⁶⁵³ Int. 54, 44.

⁶⁵⁴ vgl. Mertsch 1997, A2-11.

⁶⁵⁵ Brater u.a. 1996, 35.

⁶⁵⁶ ähnlich Volmerg/ Senghaas-Knobloch 1992, 20f.

⁶⁵⁷ Die drei „klassischen“ Umweltmedien sind Luft, Wasser, Boden (vgl. Braun 1997, 248).

So wurde von den Bauherrenvertretern für den Bau der Klärschlammtröcknung die TA Siedlungsabfall als Begründung angegeben. Wenn ab dem Jahr 2005 die Deponierung von unbehandelten Abfall mit einem Biomasseanteil (Glühverlust) über 5% verboten sei (und unter der Voraussetzung, dass die Landwirtschaft z.B. aufgrund seiner hohen Schwermetallbelastung den Klärschlamm nicht mehr abnehme bzw. dieses sogar per Gesetz verboten würde), so müsse man mit Klärschlamm-Behandlungsanlagen vorsorgen, da andernfalls die Entsorgungssicherheit nicht gegeben sei oder Klärschlamm auf teueren Sondermülldeponien eingelagert werden müsse.

Beim zweiten Beispiel wird als Auslöser für die Erweiterung der Biologie, insbesondere zur vermehrten Stickstoffelimination, die Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes angegeben. Wenn die vorgeschriebenen Werte nicht einhalten würden, so müssten nach dem Abwasserabgabengesetz Strafgelder gezahlt werden. Außerdem drohe das Strafrecht, weil rechtswidrige „Abschläge“ (damit ist die Einleitung von ungereinigtem oder nur mechanisch vorgereinigtem Abwasser in den Vorfluter in Ausnahmesituationen, z.B. bei Starkregenereignissen, gemeint) nicht länger hingenommen werden sollen.

Interessant ist, dass die Vorgaben, auf die sich die empirisch vorgefundenen negativen Einschätzungen des Sinns von Infrastrukturauprojekten bezogen,⁶⁵⁸ aus dem politisch-rechtlichen Bereich stammen. Einige, in rein theoretischer Betrachtung scheinbar gute, rechtliche Ansätze zeigen in der Praxis offenbar negative Folgen, weil ganzheitliche *umweltmedienübergreifende* Betrachtungen fehlen.

1.4.3.3 Umweltmedienübergreifende ökologische Betrachtungen

Müllverbrennungsanlagen und Kläranlagen sind end-of-the-pipe Technologien, die im additiven Umweltschutz⁶⁵⁹ eingesetzt werden. Sie beziehen sich charakteristischerweise nur auf *ein* Umweltmedium. Der Hauptgrund für die in den empirischen Beispielbereichen wie auch allgemein bemängelte ökologische Ineffizienz „dürfte darin bestehen, dass die herkömmliche Umweltpolitik am Ende des Produktionsprozesses ansetzt, nicht aber am Anfang, d.h. bei der Wahl der Technologien, der Standorte, der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, der zu erzeugenden Produkte. Es handelt sich damit um ex-post-Sanierung von Umweltbelastungen unter Einsatz von end-of-the-pipe-Technologien.“⁶⁶⁰ Beck nennt als Beispiele Filteranlagen, Abfallbeseitigungs- und Kläranlagen und Abgaskatalysatortechnologien.⁶⁶¹ „Nun gilt in (nahezu) allen Bereichen des Umweltschutzes, dass die Reinigungskosten (im Sinne der Kosten des Zurückhal tens und Sammelns von Schadstoffen) mit zunehmendem Reinigungsgrad überproportional ansteigen“⁶⁶² Durch end-of-the-pipe-Technologien kommt es zudem nur zu einer Problemverlagerung, denn mit den gefilterten Schadstoffen muss weiterhin umgegangen werden,⁶⁶³ letztlich handelt es sich oftmals nur um einen Transport von einem Umweltmedium in

⁶⁵⁸ siehe die ausführlichen Beispiele in Kapitel 1.4.3 Ganzheitliche Reflexion (in) der Ingenieurpraxis.

⁶⁵⁹ Üblich sind auch die Bezeichnungen sekundärer, nachsorgender oder nachgeschalteter Umweltschutz (vgl. Griem 2000, 22).

⁶⁶⁰ Beck 1993a, 319.

⁶⁶¹ vgl. Beck 1993a, 319.

⁶⁶² Beck 1993a, 319.

⁶⁶³ vgl. Zeilhofer 1995, 131f.

das andere (von der Luft in das Wasser, vom Wasser in den Boden usw.).⁶⁶⁴ Mit Hilfe „medienübergreifender Ansätze“ wird versucht, Umweltbelastungen nicht mehr isoliert in Bezug auf ein Umweltmedium zu betrachten. Rechtlich sind medienübergreifende Überlegungen im UVP Gesetz⁶⁶⁵ bzw. der IVU Richtlinie enthalten.⁶⁶⁶ Integrierter Umweltschutz als ein mit medienübergreifenden Ansätzen korrespondierendes Konzept ist mit einer Reihe praktischer Umsetzungsprobleme behaftet,⁶⁶⁷ die sich zum Beispiel auf die umfassende Berücksichtigung aller Auswirkungen, aller geographischen Räume, aller Zeiträume, Gruppen, Quellen etc. und darauf aufbauende ökologische Verteilungsfragen beziehen.

Die Notwendigkeit umweltmedienübergreifender Betrachtungen zeigt sich an einem Beispiel: Man kann fordern, dass gereinigtes Abwasser *überhaupt keine* Belastungen mehr aufweisen sollte (Null-Emissions-Prinzip). Rein technisch ist es heute möglich, aus Abwasser Trinkwasser zu gewinnen⁶⁶⁸ – übrigens unter Einsatz von Membrantechnik, wie bei der innovativen Kläranlage der empirischen Untersuchung. Sinnvoll ist ein solches Ziel wegen des hohen Ressourceneinsatzes, insbesondere Energieeinsatzes, nur in Gebieten mit großer Wasserknappheit.⁶⁶⁹ Die Erzeugung von Energie ist in den meisten Energieerzeugungsformen mit der Verschmutzung der Luft verbunden. Trotzdem mag die Forderung nach „Null-Emission“ verlockend sein. Es zeigt sich an diesem Beispiel, dass Null-Emission immer nur für ein Umweltmedium (hier Wasser) umgesetzt werden kann. Die zunächst einmal sehr einleuchtende Forderung nach Null-Emission ist in umweltmedienübergreifender Betrachtungsweise in diesem Beispiel auf keinen Fall sinnvoll.

Integrierter Umweltschutz wird auf betrieblicher Ebene schon seit einiger Zeit durchgeführt. Betrieblicher integrierter Umweltschutz, der teilweise unterteilt wird in produkt-, prozess- und produktionsintegrierten Umweltschutz,⁶⁷⁰ kann eingebunden sein in andere betriebliche Umweltschutzmaßnahmen wie Umweltbeauftragte, Umweltmanagementprogramm, Öko-Audits oder Öko-Bilanzen.⁶⁷¹ Ziel des produkt-, prozess- und produktionsintegrierten Umweltschutzes ist die Verringerung von Emissionen nicht erst am Ende des Produktionsprozesses, sondern schon im Produktionsprozess bzw. beim Entwurf des Produktes.⁶⁷² Insofern ist derartiger Umweltschutz enger als die medienübergreifenden Ansätze, die auch additive Umweltschutztechniken in ihre Optimierungen mit einbeziehen.⁶⁷³

In Verbindung mit umweltmedienübergreifenden Ansätzen, wird die Abkehr vom Emissions- zum Immissionsprinzip diskutiert.⁶⁷⁴ Das Emissionsprinzip beschreibt die klassische Heran-

⁶⁶⁴ vgl. Kreibich 1999, 817; vgl. Sendler, zitiert nach Rowe 2000, 221.

⁶⁶⁵ vgl. Ruff 1999, 635.

⁶⁶⁶ vgl. Rowe 2000, 217 und 233.

⁶⁶⁷ vgl. Rowe 2000, 206 f.; vgl. Röthel 2000, 46.

⁶⁶⁸ vgl. Rautenbach/ Voßenkaul 1997; Mertsch 1997, A2-17.

⁶⁶⁹ vgl. Mertsch 1997, A2-17.

⁶⁷⁰ vgl. Griem 2000, 24.

⁶⁷¹ vgl. Rowe 2000, 234.

⁶⁷² vgl. Griem 2000, 23; Müller-Plantenberg 1999.

⁶⁷³ vgl. Griem 2000, 25.

⁶⁷⁴ vgl. Meinken 2001.

gehensweise, die in der Regel auf ein Umweltmedium bezogen ist und mit allgemeinen Grenzwerten für die emittierten Stoffe arbeitet. Gemäß dem Immissionsprinzip wird die ökologische Aufnahmekapazität eines bestimmten Umweltmediums (sprich der konkret als akzeptabel bestimmte „Verschmutzungsgrad“) als entscheidend für Genehmigungen herangezogen. Der Grundgedanke des Immissionsprinzips ist es, die Mittel im Umweltschutz so einzusetzen, dass daraus der größtmögliche ökologische bzw. gesellschaftliche Nutzen gezogen wird.⁶⁷⁵ Jedoch ist auch das Immissionsprinzip mit einer Reihe von Schwierigkeiten behaftet, z.B. dem Gerechtigkeitsproblem, dass zeitlich oder räumlich nachgeordnete Emittenten die Lasten ihrer Konkurrenten tragen.⁶⁷⁶ Meinken trägt eine Reihe von Problemen der immissionsorientierten Herangehensweise vor und kommt zu dem Schluss, dass *rein* immissionsorientierte Regulierungsstrategien nicht als der Königsweg anzusehen seien, sondern vielmehr der intelligente *kumulative* Einsatz emissions- und immissionsorientierter Anforderungen ökologisch und ökonomisch sinnvoll sei.⁶⁷⁷

Aber auch umweltmedienübergreifende Herangehensweisen an ökologische Probleme, die, gesamtökologisch betrachtet, suboptimale Lösungen vermeiden wollen, sind insbesondere deshalb einer kritischen Prüfung zu unterziehen, da unter dem „Mantel“ des übergreifenden medienbezogenen Ausgleichs auch eine effektive Absenkung von Umweltschutzmaßnahmen in einem Sektor stattfinden kann, deren Kompensation (oder erstrebenswerter Weise Überkompensation) durch eine entsprechende Steigerung in anderen Sektoren nicht kontrolliert werden kann. So könnte der Verzicht auf eine weitergehende Stickstoffentfernung aus dem Abwasser durch einen radikalen Abbau der Stickstoffdüngung in der Landwirtschaft kompensiert werden. Die praktische Umsetzung ist jedoch schwierig, weil beide Bereiche (Abwasserreinigung und Landwirtschaft) schwerpunktmäßig anderen Rechts- und Zuständigkeitsbereichen angehören.

Festzuhalten bleibt, dass integrierter Umweltschutz bzw. umweltmedienübergreifende Ansätze schon auf der *Konzeptebene* zum Teil erhebliche Schwierigkeiten aufwerfen, die sich dann auch in rechtlichen Schwierigkeiten ausdrücken. Daher ist es keineswegs verwunderlich oder erstaunlich, wenn Ingenieure in der konkreten Infrastrukturplanung bei entsprechenden Umwelt-Sinnfragen über Projekte des additiven Umweltschutzes Probleme sehen, aber über diese hinweggehen. Die Problembearbeitung im politisch-rechtlichen Bereich, der zunächst einmal hauptsächlich für die obere Konkretisierungsebene verantwortlich zeichnet, ist offensichtlich unausgereift. Es wäre daher vermessen, von Ingenieuren, die diese Probleme aufwerfen, zu verlangen, sie in ihrem Handlungsrahmen zu lösen. Aber *innerhalb* des jeweiligen Anlagenprojektes ist ein umweltmedienübergreifendes Denken, wie es heute im Bereich des betrieblichen integrierten Umweltschutzes diskutiert wird, durchaus möglich. Dieses kann jedoch einem Optimierungsstreben auf insgesamt suboptimalem Niveau gleichkommen. Nichtsdestotrotz können (und sollen!) Ingenieurpraktiker insofern Verantwortung für die oberste Konkretisierungsebene von Technik übernehmen, indem sie entsprechende Rückmeldungen an ihre Professionsorganisationen, an die politisch-rechtliche Ebene und an die Ingenieurwissenschaftler, die sich mit dem Themenbereich befassen, geben. Nur so kann dort – über vermehrt aufgeworfene Sinnfragen – das Problembewusstsein geschaffen bzw. verstärkt werden. Die Forderung an praktische Ingenieure zu stellen, dass sie übergeordnete Integrationsleistungen

⁶⁷⁵ vgl. Meinken 2000, 41.

⁶⁷⁶ vgl. Meinken 2000, 55.

⁶⁷⁷ vgl. Meinken 2000, 59.

auf der obersten technischen Konkretisierungsebene zu erbringen hätten, die noch nicht einmal auf allgemein-theoretischer Ebene erbracht wurden, wäre ein Hohn. Letztlich könnten sie bei einer negativen Bewertung des Sinns eines konkreten Anlagenprojektes nur mit Verweigerung ihrer Beteiligung reagieren und somit die eigene ökonomische Basis gefährden. Als aktive Strategie im Umgang mit derartigen Sinnfragen bleibt der Weg über Professionsorganisationen oder direkt, als Einzelperson, derartige Erkenntnisse in den gesellschaftlich-politischen und ingenieurwissenschaftlichen Diskurs einzubringen. So können und sollen Impulse zur Veränderung „negativer“ Strukturvorgaben gegeben werden.

1.4.4 Möglichkeiten und Grenzen der individuell verantworteten Ingenieurpraxis

Praxistheoretische Ansätze, denen sich die hier verwendete Betrachtung der Ingenieurpraxis verpflichtet fühlt, zeichnen sich durch die Grundannahme aus, dass sowohl die Strukturen das Handeln prägen, als auch die Handlungen die Strukturen prägen. Die vorhandenen Strukturen ermöglichen dem Ingenieur erst seine Tätigkeit, die er durch seine subjektiven Leistungen und dem Hervorbringen von technischen Anlagen wiederum verändert, indem die Resultate seiner Tätigkeit Einfluss auf die gesellschaftliche Entwicklung haben, da durch sie soziale Strukturen gefestigt, eingeschränkt oder neu strukturiert werden.⁶⁷⁸ Es stellt sich jedoch die Frage, wie weit die Gestaltungsmacht und die Verantwortung der Ingenieure geht.

Zunächst soll hier noch einmal die ingenieurmäßige Selbstbeschreibung zusammengefasst werden: Ingenieure sind nach den Untersuchungsergebnissen für Handlungsspielräume und Werturteile in Ingenieurpraxis und Ingenieurwissenschaft wenig sensibilisiert und vertreten offensichtlich die Meinung, dass ein Handeln auf der Grundlage von Werten nicht rational sei. Sie betonen vermutlich deshalb⁶⁷⁹ ihr – je nach Ausdrucksweise – „wertfreies“, „rationales“ oder „objektives“ Vorgehen. Aber auch wenn der Wertbezug ihrer Praxis vielen Ingenieuren nicht bewusst ist, so müssen sie doch fortlaufend (sicherheitsrelevante) Wertentscheidungen treffen.

Dies betrifft auch die Handlungsspielräume. Es gilt, die Formbarkeit der Strukturen zu verdeutlichen, das Bewusstsein dafür zu schaffen, dass erst Ingenieure durch ihre subjektiven, kreativen und normativen Leistungen eine Vorarbeit erbringen, aufgrund welcher rechtliche und politische Entscheidungen getroffen werden. Das Bewusstsein für diese wichtige Voraussetzung, der dann als begrenzend empfundenen Strukturen, muss ausgebaut werden.

Ein neues Anforderungsprofil an Ingenieure zeichnet sich ab. Sie wären demnach „nicht mehr nur gehalten, darzulegen, was technisch machbar ist, sondern auch darzulegen, welche Probleme, Risiken und möglichen Langzeitwirkungen für die Gesellschaft mit einer Lösung verbunden sein könnten. Sie müssten sich (...) z.B. von vornherein mit ‚Entsorgungsfragen‘ befassen. Diese neue Kompetenz müsste schon in der Ausbildung erworben und, durch die Institutionalisierung veränderter Anforderungen an Ingenieure, auch im beruflichen Praxisfeld

⁶⁷⁸ Ekardt u. a. 2000, 69.

⁶⁷⁹ Eine andere Erklärung: Möglicherweise betonen viele Ingenieure auch die vermeintliche Wertfreiheit ihrer Technikentwicklungspraxis, weil andernfalls der Einfluss anderer, gesellschaftlicher Akteure gestärkt würde. Die Klage über die vermeintlich eigene Ohnmacht entspräche in dieser Interpretation einer „Strategie“ zum Machterhalt. Diese Erklärung ist jedoch wenig plausibel, da die Unterstellung einer solchen übergreifenden Praxisbetrachtung für das Gros der Ingenieurpraktiker kaum zutreffen dürfte.

und innerbetrieblich gestützt werden.“⁶⁸⁰ Das neue Anforderungsprofil könnte auch umschrieben werden mit dem Konstituieren und Lösen von Problemen in einer sehr weitgefassten Perspektive. Damit würde die Sinnfrage, generell Fragen nach den Strukturen des Handelns, thematisiert. Es würden übergeordnete Fragen auf allen Konkretisierungsebenen von Technik beantwortet.

Die dargelegten „negativen“ Strukturvorgaben rechtlicher und politischer Art leiten zu der Frage über, wie weit die Verantwortung von Ingenieuren geht. Wenn zu beachtendes Recht aus professioneller Perspektive eine übergreifend, auf die Umweltsicherheit bezogen, irrationale Praxis erzwingt, so muss die Verantwortung in erster Näherung überindividuell verortet werden. Die Zuschreibung von Verantwortung kann unter Rückgriff auf soziologische Herangehensweisen hinsichtlich Mikro- versus Makrofragen bzw. Subjekt- versus Strukturfragen differenziert werden: Wer das Individuum als (Re-)Produzenten der Strukturen sieht, wird an den einzelnen Ingenieur die Forderung stellen, in einem sehr umfassenden Sinn, grundlegende Sinnfragen zu stellen. Wer die Strukturen als quasi handlungsdeterminierend ansieht, wird in Grundsatzfragen die Verantwortung in erster Linie Gesellschaft und Staat (oder zwischengeschalteten Institutionen, die – je nach Sichtweise eher dem Individuum oder der Gesellschaft zugeordnet werden) zuweisen. Wer jedoch praxistheoretisch die wechselseitigen Reproduktionen von Strukturen und individuellem Handeln betrachtet, der stellt Forderungen an eine *beidseitige* Verantwortung. Es stellt sich die schwierige Frage, wem mehr Gewicht zukommt. Auf jeden Fall kann auch eine *gezielte* Veränderung des individuellen Handelns nur durch strukturell wirkende Aktivitäten erzeugt werden.⁶⁸¹ Letztlich müssen gesellschaftliche Strukturen (insbesondere mithilfe des Rechts als entscheidendes Mittel der demokratischen Gesellschaftssteuerung) das individuelle professionelle Handeln, z.B. über eine Bestärkung professioneller Normen, unterstützen. Auf Sicherheit bezogene externe Effekte der Ingenieurarbeit müssen internalisiert werden – strukturell wie individuell.

⁶⁸⁰ Volmerg/ Senghaas-Knobloch 1992, 19f.

⁶⁸¹ siehe Kapitel 3.2.2 Gesellschaftliche Steuerungs- und Selbststeuerungsansätze.

2 Ingenieurwissenschaftliche Konzepte zur Gewährleistung von Sicherheit

Die Sichtweisen von Ingenieuren, die sich in theoretischer Weise mit Sicherheit und Risiken technischer Anlagen auseinandersetzen, stehen im Mittelpunkt des zweiten Kapitels. Während im ersten Kapitel die sicherheitsrelevanten Werturteile in der Genese technischer Anlagen/ Systeme fokussiert wurden, so werden in diesem Kapitel sicherheitsrelevante Werturteile zur Analyse technischer Anlagen/ Systeme untersucht. Analyseleistungen werden, wie ausführlich beschrieben, fortlaufend in der Ingenieurpraxis erbracht, sie sind somit natürlich nicht ausschließlich der Ingenieurwissenschaft zuzuordnen. *Methodisches Analysewerkzeug* wird jedoch hier entwickelt, weshalb sie an diesem Ort behandelt werden. Das Kapitel dient damit auch dem detaillierten Nachweis, dass und wie sicherheitsrelevante Werturteile in ingenieurwissenschaftlich-analytischer Perspektive gefällt werden müssen. Die Unumgehbarkeit von Werturteilen in der ingenieurwissenschaftlichen Perspektive ist insofern natürlich nicht verwunderlich, da sie für die ingenieurpraktische Perspektive beschrieben wurde und Ingenieurpraxis und Ingenieurwissenschaft in einem engen Wechselverhältnis stehen.

Die Ausdrücke „Ingenieurwissenschaftler“ bzw. „Ingenieurwissenschaften“ sind genau genommen eine Hilfskonstruktion, denn es existiert keine eigenständige Disziplin „Ingenieurwissenschaft“, vielmehr ist sie ein Aggregat verschiedener Disziplinen. Die Ingenieurwissenschaften bezeichnen die „Gesamtheit der Disziplinen, die aus der systematischen theoretischen Bearbeitung technischer Probleme entstanden“⁶⁸² sind und heute in Studiengängen gelehrt werden, die mit dem Erwerb des Titels „Ingenieur“ verbunden sind. Man wird jedoch kaum Personen finden, die sich selbst als Ingenieurwissenschaftler bezeichnen, sondern Ingenieure benennen sich vielmehr nach den von ihnen studierten Fachrichtungen. Ingenieurwissenschaftler, im Verständnis dieser Arbeit, sind Ingenieure unterschiedlicher Fachrichtungen, die sich in fachbezogener Weise theoretisch-systematisch mit technischen Objekten und Verfahren und mit der Praxis von Ingenieuren reflexiv auseinandersetzen.

In diesem Kapitel werden übergeordnete ingenieurwissenschaftliche Umgangsweisen mit Risiken dargestellt. Um diesen hohen Grad an Allgemeingültigkeit zu erreichen, beziehen sich diese Ausführungen *nicht* schwerpunktmäßig auf die empirisch untersuchten Technikbereiche. Das Lernen aus Schadensfällen (Kapitel 2.1) durch deren qualitative und quantitative Analyse wird als traditioneller Umgang mit Risiken beschrieben. Quantitative Auswertungen von Schadensereignissen können auch als statistisches Grundlagenmaterial zur Berechnung von Risiken, insbesondere mithilfe der Risikoformel (Kapitel 2.2) herangezogen werden. Die Berechnungsverfahren wiederum sind in unterschiedliche institutionalisierte Analyseverfahren (Kapitel 2.3) eingebettet.

⁶⁸² Brockhaus Stichwort Ingenieurwissenschaften 1997, 535.

2.1 Lernen aus Schadensfällen oder: Wieso wird man aus Schäden nicht automatisch klug?

Im ersten Kapitel wurde das „Lernen aus Schadensfällen“ unter dem Aspekt der individuellen Erfahrung in der Ingenieurpraxis mitlaufend thematisiert. Im Folgenden wird die *systematische* Auswertung von Schadensfällen betrachtet. In den Ingenieurwissenschaften ist es üblich, sich mit Schadensfällen auseinander zu setzen. In allen Fachdisziplinen gibt es mehr oder weniger umfang- und detailreiche Sammlungen von Schäden.

2.1.1 Schadens-Fallbeschreibungen und Schadenssammlungen

Das überindividuelle Lernen aus Schadensfällen vollzieht sich über die Analyse einzelner Fälle zur Identifikation von Versagensmechanismen oder über die analysierende Sammlung von Schadensfällen zur Identifikation von übergeordneten Schadensmustern. Sowohl die Ingenieur- als auch die Sozialwissenschaften bedienen sich dieser Wege, die im Folgenden – einen Exkurs über die Rolle von Versicherungen im Lernen aus Schadensfällen einrahmend – beschrieben werden.

2.1.1.1 Schadensfälle in ingenieurwissenschaftlicher Betrachtung

„Den Lesern wünsche ich, dass sie aus den dargestellten Schadensfällen und Regelverstößen viel lernen und dadurch einen Schaden vermeiden können.“⁶⁸³ Ähnliche Sätze die vor der Wiederholung warnen und zur Vermeidung aufrufen, kann man in fast allen Vorworten bzw. Einleitungsteilen von Veröffentlichungen zu Schäden finden.⁶⁸⁴ Auch im Lebensalltag wird mit Sinnsprüchen wie „Aus Schaden wird man klug.“ oder „Aus Fehlern muss man lernen.“ auf die im Versagen liegenden Lernpotenziale hingewiesen. Diese Alltagsweisheiten sind unmittelbar einsichtig, doch das Lernen aus Schadensfällen, allgemeiner Schadensereignisse, ist gerade im Ingenieurbereich nichts Triviales.

Schadensereignisse führen zur Suche nach neuen, diese Schadensereignisse vermeidenden, technischen Lösungen. Schadensfälle werden auch als „Marksteine der technischen Entwicklung“⁶⁸⁵ bezeichnet, was jedoch nicht bedeutet, dass jeder Schadensfall ein „Markstein“ wäre. So schreibt der ehemalige Professor für Statik und Stahlbau TH Darmstadt Kurt Klöppel, unter Bezugnahme auf einen von ihm untersuchten Schadensfall (Lauterbachtalbrücke bei Kaiserslautern, 1954), dieser gehöre in die „Kategorie der Unfälle, die auf versehentliche Unterlassung eines gravierenden rechnerischen Nachweises, im weiteren Sinne also auf Rechenfehler, zurückzuführen sind. Es handelt sich hier also um keinen Unfall, der neue wissenschaftliche Anregungen oder gar Erkenntnisse vermittelt hätte und daher als Markstein in der Entwicklung der Stahlbauweise in deren Geschichte eingehen könnte, sondern um einen völlig unproblematischen und leicht vermeidbaren Schadensfall.“⁶⁸⁶ Die ingenieurwissenschaftliche Auseinandersetzung mit Schäden bezieht sich demnach einerseits auf zwangsläufig *erstmals* erkannte

⁶⁸³ Zimmermann im Vorwort zu Brand/ Glatz 1996.

⁶⁸⁴ vgl. z.B. Seeliger 1993, 2; so zieht Scheer explizit „Lehren für die Praxis“ (sein 11. Kapitel) und „Lehren für die Lehre“ (sein 12. Kapitel) (vgl. Scheer 2000).

⁶⁸⁵ Klöppel, zitiert nach Ekardt 1998a, 742.

⁶⁸⁶ Klöppel, zitiert nach Scheer 2000, 46.

Schadensursachen („Marksteine“), die neue Herausforderungen für die Wissenschaft darstellen, und andererseits im wissenschaftlichen Bereich altbekannte Schadensursachen („Wiederholungsfehler“).

Es geht sicherlich zu weit, die Ingenieurwissenschaft als „Schadenskunde“ zu bezeichnen, allerdings trug und trägt die Beschäftigung mit – großen wie kleinen – Schadensereignissen zur Grundlegung und Entwicklung der Ingenieurwissenschaft erheblich bei. So schrieb George Frost, der damalige Herausgeber von Engineering News schon vor über 100 Jahren: „Falls wir die Möglichkeit dazu hätten, könnten wir leicht die interessanteste, lehrreichste und höchstgeschätzte Ingenieurzeitschrift der Welt herausgeben, wenn wir sie nur einer bestimmten Klasse von Tatsachen widmen würden, nämlich dem Verzeichnis der Fehlschläge. Denn das, was zu recht Ingenieurwissenschaft genannt wird, baut auf solchen Aufzeichnungen auf.“⁶⁸⁷ Hinsichtlich der Beschäftigung mit Schadensereignissen lässt sich eine Parallele zu den medizinischen und psychologischen Forschungen ziehen, die das Normale am Pathologischen erkennen.

Fachzeitschriften sind ein wichtiges Forum für Berichte und Analysen von Schadensfällen, da sie aktuell sind und oftmals einen großen Verbreitungsgrad haben. Auch Kongresse, Tagungen, Erfahrungsaustausche, Internet-Foren etc. spielen eine wichtige Rolle. Hier berichten Praktiker in großer Zahl von ihrer experimentellen Suche nach technischen Lösungen, die oftmals von Rückschlägen geprägt ist. Sofern es sich dabei nicht um schwerwiegende Schadensfälle – etwa mit dem Verlust von Menschenleben – handelt, ist sogar ein Kokettieren mit den Erkenntnissen festzustellen, die durch diese trial-and-error-Verfahren gewonnen wurden. Dieser offene Umgang mit Fehlern ist ein Stück Ingenieurkultur.

Tendenziell weniger aktuell als Fachzeitschriften und vermutlich, in den meisten Fällen, mit einem geringeren Verbreitungsgrad als Fachzeitschriften verbunden, sind die Beschreibungen von Schadensereignissen in Monographien. Hierbei ist zwischen Veröffentlichungen zu unterscheiden, die sich ausschließlich mit Schäden beschäftigen und solche, die ein bestimmtes fachliches Thema behandeln und zur Illustration – teilweise auch in anonymisierter Form – Schadensfälle heranziehen.

Allgemein sind Fallbeschreibungen von den Intentionen und Informationen der jeweiligen Autoren abhängig. Eine Methode zur Rekonstruktion eines Schadensfalls ist die Ereignisanalyse,⁶⁸⁸ wie sie von Fahlbruch beschrieben wird. Die Ereignisanalyse ermöglicht eine „systematische Analyse von Ereignissen, Störfällen und Beinaheereignissen.“⁶⁸⁹ Die Faktoren, die zu den Ereignissen geführt haben, werden systematisch und unter Vermeidung monokausaler Ursachenzuschreibungen modelliert. Mithilfe von derartigen Ereignisanalysen kann die hochgradige Vernetzung von technischen, individuellen und organisatorischen Faktoren aufgezeigt werden.⁶⁹⁰

⁶⁸⁷ George Frost, zitiert nach Scheer 2000, IV.

⁶⁸⁸ Die Ereignisanalyse ist nicht zu verwechseln mit der Ereignisbaumanalyse (nach DIN 25419), die auch als Ereignisablaufanalyse bezeichnet wird; siehe Kapitel 2.3.2.1 Baummodelle als wichtige Hilfsmittel für Analyseverfahren.

⁶⁸⁹ Fahlbruch 2001, 122.

⁶⁹⁰ vgl. Fahlbruch 2001, 123f.

Ein Schadensfall wird nicht nur ereignisgeschichtlich, sondern auch begrifflich (z.B. über Versagensmechanismen, Versagensarten) rekonstruiert. Einzeldarstellungen haben den Vorteil, einen Schadensfall sehr detailliert beschreiben zu können, insbesondere die personellen und organisatorischen Zusammenhänge. Auch in Schadenssammlungen können beispielhafte Einzeldarstellungen enthalten sein. Schadenssammlungen ermöglichen es, übergeordnete Schlüsse auf der Grundlage einer größeren Grundgesamtheit und Bandbreite von Themen zu ziehen.

Es sind drei verschiedene Formen von Schadenssammlungen zu unterscheiden: 1. Sammlungen von typischen Sachverhalten, 2. Sammlungen von außergewöhnlichen Sachverhalten oder 3. Sammlungen mit dem Anspruch auf Vollständigkeit. Gerade die letzteren Zusammenstellungen von Schadensfällen sind hilfreich, um Aussagen über statistische Häufigkeiten zu treffen, die dann als Wahrscheinlichkeitswerte in zukünftige Risikoberechnungen eingehen können. Allerdings ist die Erfassung der Schadensfälle mitunter schwierig, weil zentrale Schadensregister oftmals fehlen und die einzelnen Schadensfälle in langwieriger Recherchearbeit aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen werden müssen, wobei große Unterschiede in der Darstellung der Schadensfälle in den Quellen bestehen. In der Beschreibung der „Informationsgrundlagen“ dieser Sammelwerke zu Schäden zeigt sich, wie mühsam die Daten zusammengetragen werden und wie unterschiedlich ihre Qualität ist.⁶⁹¹

Da Vollständigkeit in vielen Technikbereichen ohne Vorliegen einer „Meldepflicht“ nicht erreicht wird, sind auch statistische Angaben mit Vorsicht zu behandeln. Des Weiteren werden in den Schadenssammlungen Kategorien von Ursachen gebildet, die schon als solche diskussionswürdig sind. Zudem ist die Zuordnung eines Schadensfalls zu nur *einer* Kategorie oftmals problematisch. Wenn jedoch zu viele Ursachen angegeben werden, kann eine solche Tabelle ihre Aussagekraft verlieren, zumal für jeden Schadensfall die gleiche Anzahl an Ursachen angegeben werden müsste, um sie untereinander vergleichbar zu machen.⁶⁹²

Auch die Ausrichtung der Sammlungen ist unterschiedlich. Beispielsweise werden hier einige Publikationen mit ihren Vorgehensweisen vorgestellt:

- Scheer⁶⁹³ beschreibt 446 Fälle des „Versagens von Bauwerken“. Die Fälle sind zum einen tabellarisch geordnet und zum anderen werden einzelne Schadensfälle im Text detaillierter beschrieben. Eine Zeile der zusammenfassenden Tabellen sieht beispielsweise so aus: „1993: Fachwerkbehelfsbrücke in Concord, New Hampshire, USA Brücke über Straße für Straße: Vorzeitiger Ausbau von Bolzen zum Abbau ohne Anweisung durch Fachleute führt zum Absturz der ganzen Brücke, 2 Tote 7 Verletzte, Totaleinsturz, Länge/ Spannweite: 52 m.“⁶⁹⁴
- In der Dokumentation „Schäden an Brücken und anderen Ingenieurbauwerken“⁶⁹⁵ werden 61 Bauwerksschäden, 14 Bauunfälle und 9 Beschädigungen von Bauwerken anhand eines einheitlichen Schemas dargestellt. Diese Dokumentation wurde, genau wie der Nachfolge-

⁶⁹¹ vgl. zum Beispiel Bockholts/ Koehorst 1992, 1ff.

⁶⁹² siehe Kapitel 2.1.2 Betrachtung der Ursachen von Schadensfällen.

⁶⁹³ Scheer 2000.

⁶⁹⁴ Scheer 2000, 34. Auf eine Wiedergabe der Spaltenbezeichnungen wurde verzichtet, da sie sich aus dem Zusammenhang erschließen lassen.

⁶⁹⁵ Bundesministerium für Verkehr 1982.

band,⁶⁹⁶ vom Bundesministerium für Verkehr der Bundesrepublik Deutschland herausgegeben.

- Während Scheer 2000 die ganzheitliche Betrachtung von Schadensfällen anstrebt, werden in Brand/ Glatz 1996 „Schäden an Tragwerken aus Stahlbeton“, beispielsweise Bruchmechanismen/ Brucharten oder die Problematik von Fugen bei Verwendung von Stahlbeton anschaulich erläutert. Dieses Buch ist als 14. Band in der Fachbuchreihe „Schadensfreies Bauen“ erschienen, welche nach eigenem Anspruch in vielen Einzelbänden das gesamte Gebiet der Bauschäden darstellt: „Erfahrene Bausachverständige beschreiben die häufigsten Bauschäden und den Stand der Technik bestimmter Konstruktionsteile oder Problemstellungen. Ziel und Programm dieser Fachbuchreihe ist das schadensfreie Bauen.“⁶⁹⁷
- Schließlich gibt es eine Reihe von Büchern, die Schadensfälle nur hinsichtlich eines Sicherheitsaspektes thematisieren, wie Röbenack 1995. Dieses Buch bezieht sich ausschließlich auf die Arbeitssicherheit im Bauprozess. Es wurde auf der Basis von 21.270 ausgewerteten Bauarbeiterunfällen geschrieben.⁶⁹⁸ Im Buch enthaltene Skizzen erläutern typische Gefahrensituationen. Solche „Sicherheitsfibeln“ sind im Bereich des Arbeitsschutzes weit verbreitet.
- Mit allgemein möglichen Betriebsstörungen in kommunalen Kläranlagen und deren Ursachen, Auswirkungen, Vermeidungsstrategien beschäftigte sich Schmieder vom Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover.⁶⁹⁹
- Für den Bereich des Immissionsschutzes wurden von Bockholts/ Koehorst 800 Schadensereignisse aus der Datenbank FACTS mit zum damaligen Zeitpunkt ca. 16.000 Unfallbeschreibungen aus dem In- und Ausland in Störfall-Datenblättern beschrieben.⁷⁰⁰

Für alle drei empirisch betrachteten Technikbereiche (Müllverbrennungsanlagen, Kläranlagen und Brücken) existieren Schadenssammlungen unterschiedlicher Quantität, Qualität und Herkunft. Im Bereich der Müllverbrennungsanlagen ist noch herausragend die „Zentrale Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen“ beim Umweltbundesamt, die seit 1993 alle nach Störfallverordnung meldepflichtigen Ereignisse erfasst, auswertet und in Jahresberichten veröffentlicht, als wichtige Instanz zu nennen.⁷⁰¹ Im Bereich des Immissionsschutzes gibt es die Störfallkommission, die, regelmäßig sowie aus besonderem Anlass, Möglichkeiten zur Verbesserung der Anlagensicherheit aufzeigt sowie den Technischen Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA) beim Bundesumweltministerium, der die Bundesregierung in sicherheitstechnischen Fragen zur Verhinderung von Störfällen und Begrenzung ihrer Auswirkungen berät.⁷⁰²

⁶⁹⁶ Bundesministerium für Verkehr 1994.

⁶⁹⁷ Zimmermann im Vorwort zu Brand/ Glatz 1996.

⁶⁹⁸ Röbenack 1995, 1.

⁶⁹⁹ Schmieder 1997.

⁷⁰⁰ vgl. Bockholts/ Koehorst 1992.

⁷⁰¹ http://www.umweltbundesamt.de/zema/body_index.html (11.12.2002).

⁷⁰² <http://www.sfk-taa.de/> (11.12.2002).

Eine besondere Perspektive in der Untersuchung von Schadensfällen nehmen die Berufsgenossenschaften und die Versicherungen ein. Die Themen der Forschung an Schadensfällen der Berufsgenossenschaften und der mit ihnen verbundenen Forschungseinrichtungen „gehen aus dem Bedarf der berufsgenossenschaftlichen Arbeitsschutzpraxis hervor und sind anwendungsorientiert.“⁷⁰³ Auch wenn einige berufsgenossenschaftliche Forschungsarbeiten⁷⁰⁴ andere Sicherheitsdimensionen mit umfassen, so liegt der Schwerpunkt auf der Arbeitssicherheit. Ihre Impulse für andere Bereiche sind jedoch nicht zu unterschätzen. Genauso haben die großen Versicherungsgesellschaften die Erforschung von Schadensfällen, von ihrem Eigeninteresse ausgehend, auch mit weitergehenden Impulsen vorangetrieben. Beispielsweise besitzt die Allianz Versicherung seit fast siebzig Jahren eine eigene Ingenieurgesellschaft, das Allianz Zentrum für Technik (AZT), das mit zu den bedeutendsten internationalen Forschungseinrichtungen der Versicherungsbranche im Bereich technischer Schäden und industrieller Risiken gezählt werden kann. Schadensforschung und Schadensprävention sind seine Kernkompetenzen: „In interdisziplinären Teams analysieren die Spezialisten des AZT Schäden im Bereich der versicherbaren Sachgüter, ermitteln Schadensursachen und entwickeln daraus Konzepte zur Schadensverhütung sowie neue Prüf- und Reparaturmethoden. Das Spektrum der untersuchten Schadensfälle reicht von explodierten Kraftwerksturbinen über umgestürzte Baukräne bis hin zu undichten Joghurtbechern und gebrochenen Hüftprothesen.“⁷⁰⁵ Das AZT versteht sich als ein Partner der Wirtschaft, das Unternehmen „in allen Fragen des Risiko- und Sicherheitsmanagements“ berät. Ähnliche, wenn auch nicht immer so weit verzweigt institutionalisierte Forschungseinrichtungen,⁷⁰⁶ haben auch andere Versicherungsunternehmen. Allerdings geht es den Versicherungsunternehmen in erster Linie um die Aufklärung konkreter Schadensfälle und nur nachrangig um eine wissenschaftlich-systematische Aufarbeitung von Schadensereignissen.

2.1.1.2 Exkurs zur Rolle von Versicherungen (nicht nur) in der Schadensforschung

Zumeist in Anspielung auf den Begriff der „Risikogesellschaft“ wird – oft mit kritischem Unterton – von einer „Versicherungsgesellschaft“⁷⁰⁷ gesprochen. Ewalds hat sich als einer der ersten mit dem Thema beschäftigt und beschreibt Versicherungen als institutionalisierte Form des Umgangs mit Gefahren. Versicherungen machen nach seiner Ansicht das „Wesen des Gesellschaftsvertrages“ moderner Gesellschaften aus. Die deshalb als Versicherungsgesellschaft bezeichnete Gesellschaft suche sich als Institutionalisierung den Rahmen eines „Vorsorgestaates“⁷⁰⁸. Seine Ausführungen beziehen sich jedoch ursprünglich nicht auf die Versicherung von

⁷⁰³ <http://www.hvbg.de/d/pages/arbeit/forsch.htm> (13.08.2003).

⁷⁰⁴ Es gibt ein breites berufsgenossenschaftliches Forschungsfeld. Zu den Forschungsstätten gehören z.B. das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit (BIA) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), das Berufsgenossenschaftliche Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA) des HVBG, das Berufsgenossenschaftliche Institut Arbeit und Gesundheit (BGAG) des HVBG, das Institut für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der Bergbau-BG, das Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle (IEEU) der BG Feinmechanik und Elektrotechnik oder das Zentrum für Sicherheitstechnik der Bau-BG Rheinland und Westfalen (vgl. <http://www.hvbg.de/d/pages/arbeit/forsch.htm> (13.08.2003)).

⁷⁰⁵ <http://www.allianz-azt.de/industrietechnik/unternehmen/index.html> (29.08.2002).

⁷⁰⁶ zum AZT siehe auch Kapitel 3.1.1.2 Ingenieurwissenschaftliche Risikoforschung.

⁷⁰⁷ z.B. Ewald 1989.

⁷⁰⁸ vgl. Ewald 1993.

technisch-bedingten (ökologischen) Risiken, sondern auf soziale Risiken, die durch soziale Versicherungssysteme aufgefangen werden. Dieser Ansatz, der Risiken als die Gefahren versteht, die quantifiziert und über Versicherungen abgedeckt werden können, wird in seiner Übertragung auf ökologische Risiken kritisiert,⁷⁰⁹ insbesondere da Risiken, die nicht auf einer breiten statistischen Grundlage erfasst werden können, durch Versicherung nicht hinreichend abgesichert werden können. Versicherungen von technisch-bedingten v.a. ökologischen Risiken ermöglichen als Solidargemeinschaften zwar auch die Abfederung des unternehmerischen (ökonomischen) Risikos, was aber nicht unbedingt zur Beseitigung von Risiken beiträgt: Die Versicherungsprämien und damit auch die laufend zu entrichtenden Versicherungsbeiträge werden durch das geschätzte Risiko bestimmt. Zunehmend ist die Versicherung nicht nur auf einen Betrieb beschränkt, sondern auch auf Umweltschäden außerhalb des Betriebes oder Schäden bei Konsumenten. Hinsichtlich der Umwelt werden die externen Kosten aufgrund von Haftungsregelungen des Umweltrechtes internalisiert und über die Versicherung wieder auf die Solidargemeinschaft re-externalisiert.⁷¹⁰ Allerdings haben Versicherungen negative Begleiteffekte.⁷¹¹ Versicherungen lösen bei weitem nicht alle Fragen der Schadenskompensation, denn bei sehr großen Schadensereignissen können vom Haftpflichtigen die Schäden gar nicht kompensiert werden (im Extremfall wenn die Schadenshöhe das Eigenkapital des Unternehmens übersteigt) und auch die Versicherungen haben Deckungsgrenzen.⁷¹² Des Weiteren strebt die Gesellschaft nicht in erster Linie die Kompensation von Schäden an, sondern zunächst einmal deren Prävention. Daher müssen die Kompensationskosten höher sein als die Präventionskosten, um die Unternehmen zur Prävention zu motivieren. Folglich müssten Schätzungen die Kompensationskosten eher vorsichtig („konservativ“) veranschlagen. Wenn das Haftungsrecht in dieser Weise verschärft werden würde, bekämen Versicherungen ein erheblich stärkeres Interesse, konkrete Risiken zu kontrollieren. Dadurch würden private Akteure für Aufgaben der Risikobeurteilung gewonnen bzw. in diesen Aufgaben bestärkt.⁷¹³

Denn hinsichtlich von Umweltschäden wird oftmals von einem „Versicherungsversagen“ und den Grenzen der „Versicherbarkeit“⁷¹⁴ gesprochen. „Insbesondere versagt der wichtige Gedanke der Versicherbarkeit und der geldlichen Kompensation negativer Effekte. Dies um so mehr, als im Falle eines GAU die irreversiblen Schäden oft nicht eigentums-, sondern gattungs- und ökologiebezogen sind, so dass ein Ausgleich im Medium des Geldes systematisch ausscheidet.“⁷¹⁵ Qualitativ neue Risiken sind nicht mit Versicherungen einzufangen: „In Anbetracht der großen Ungewissheit und des ungeheuren Ausmaßes des möglichen

⁷⁰⁹ vgl. Bechmann/ Wolf 1993, 8; Prigge 1999, 281f.

⁷¹⁰ siehe hierzu ausführlich die Beschreibung der Wirkungsweisen des Umwelthaftungsrecht Kapitel 1.3.1.3 Wirkungsweisen rechtlicher Normen.

⁷¹¹ Allgemein sind folgende Mechanismen bekannt: nach Vertragsabschluss wird weniger zur Schadensverhinderung und -begrenzung getan, es wird mehr aufgewendet, um Schäden zu beheben und es werden fingierte Schäden gemeldet, also Versicherungsbetrug wird begangen (vgl. Eichhorn 1989, 105). Die letzten beiden Mechanismen sind für Umweltschäden sicherlich weniger zutreffend.

⁷¹² Seiler 1996, 156.

⁷¹³ vgl. WBGU 1999, 334.

⁷¹⁴ vgl. Wagner 1988, 193f; Krüger 1997, 133 nennt als Voraussetzungen der Versicherbarkeit v.a. die Zufälligkeit, Bekanntheit, Eindeutigkeit und Unabhängigkeit der Schadensverteilung. Außerdem muss die maximale Schadenshöhe innerhalb der Kapazitäten der Versicherungsgesellschaft liegen.

⁷¹⁵ Bonß 1996, 178.

Schadens ist eine Versicherung, die eine finanzielle Entschädigung für potenzielle Risiken verspricht, nicht mehr denkbar. Außerdem ist fraglich, ob eine finanzielle Entschädigung im Hinblick auf den für zukünftige Generationen entstehenden Schaden und die weltweite Wirkung möglicherweise katastrophalen Konsequenzen überhaupt noch akzeptabel wäre.⁷¹⁶ Beck spricht davon, dass die privaten Versicherungsgesellschaften „den Grenzbaum zur Risikogesellschaft betätigen oder markieren.“⁷¹⁷ Die Versicherbarkeit könnte man m.E. unter der Voraussetzung, dass die gesamte Höchstschadenssumme ohne Berücksichtigung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit abgedeckt werden muss, als Indikator für die Akzeptabilität von Risiken heranziehen. Eine Technik, deren Schaden aufgrund seines Katastrophenausmaßes als nicht versicherbar angesehen wird, dürfte dann auch nicht genehmigt/ gebaut werden.

2.1.1.3 Schadensfälle in sozialwissenschaftlicher Betrachtung

Sozialwissenschaftliche Beschreibungen von Schadensfällen bauen auf Quellen aus der Ingenieurliteratur bzw. ingenieurwissenschaftlichen Gutachten auf. Teilweise gehen Sozialwissenschaftler auch „ins Feld“, um beispielsweise für die Erfassung des Schadensfalls wichtige Personen zu befragen oder Akten auszuwerten.

Auch in der sozialwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Schadensfällen finden sich Be trachtungen sowohl von Einzelfällen als auch von Schadenssammlungen. In der sozialwissenschaftlichen „Schadensforschung“ wird, im Gegensatz zur ingenieurwissenschaftlichen „Schadensforschung“, den organisatorischen Einflüssen eine größere Bedeutung beigemessen als den „technischen“ Einflüssen. Ein solcher Schwerpunkt ist beispielsweise auch in den Arbeiten von Charles Perrow, der mit seiner soziologischen Analyse technischer Groß-Unfälle als einer der wichtigsten Vertreter sozialwissenschaftlicher Schadensforschung angesehen werden kann,⁷¹⁸ zu finden. Viele sozialwissenschaftliche Studien beziehen sich auf seine Arbeiten, die allerdings auch stark kritisiert wurden. So wurde auch Perrows Hauptthese, dass Risiken der Hochtechnologien aufgrund deren spezifischer sachlicher Struktur mit hoher Komplexität und Kopplung „unvermeidlich“ seien, angegriffen, weil sich – ihr Zutreffen vorausgesetzt – empirisch viel häufiger größere Schadensfälle ereignen müssten, als dies tatsächlich der Fall ist.⁷¹⁹

Um, abgehoben vom einzelnen Schadensfall, Aussagen treffen zu können, muss man klassifizierende Begriffe für unterschiedliche Formen nicht-funktionierender Technik heranziehen.⁷²⁰ Es gibt eine Vielzahl von Klassifikationen. So unterscheidet beispielsweise van Treeck im Rahmen der Darstellung einer „Soziologie misslingender Arbeit“⁷²¹ vier Schadensfallklassen: Fehler, Störungen, Unfälle und Katastrophen, gestaffelt nach der Schwere des Schadensausmaßes: „Ein Prozess ist gestört im Falle seiner ungeplanten Unterbrechung oder gar seines Zusammenbruchs. Nicht jeder Fehler führt zu einer Störung und nicht jeder Fehler und/ oder jede Störung hat einen Unfall zur Folge, bei dem es zu einer Schädigung einer oder mehrerer Per-

⁷¹⁶ Nowotny 1997, 291.

⁷¹⁷ Beck 1993b, 541.

⁷¹⁸ vgl. Krücken 1996, 187.

⁷¹⁹ vgl. LaPorte 1991, 19ff.

⁷²⁰ Im konstruktiven Ingenieurbau spricht man beispielsweise vom Grenzfall der Gebrauchstauglichkeit oder dem Grenzfall der Standsicherheit.

⁷²¹ van Treeck 1999, 51.

sonen kommt. Wo Personen- und Sachschäden in großem Umfang auftreten, kann man vielleicht von Katastrophe sprechen.“⁷²²

Technische Katastrophen bzw. Unfälle, also größere Schadensereignisse, sind nicht nur in den Ingenieurwissenschaften, sondern auch in den Sozialwissenschaften fortlaufend Auslöser neuer bzw. verstärkter Forschungs- und Erklärungsbemühungen. Insbesondere in der sozialwissenschaftlichen Technik- und Risikoforschung wurden hierdurch immer wieder wissenschaftliche Arbeiten angeregt, wobei die Schadensfälle Harrisburg, Challenger, Bhopal, Seveso, Basel und Tschernobyl besonders häufig und intensiv behandelt wurden und werden.

In den USA hat sich eine eigenständige Katastrophensoziologie/ Katastrophenforschung entwickelt. Die „disaster research community“⁷²³ der „sociology of disaster“⁷²⁴ ist mittlerweile etabliert und institutionalisiert. In Deutschland gibt es nur wenige Vertreter (v.a. Wolf R. Domrowsky und Lars Clausen mit der Katastrophenforschungsstelle der Universität Kiel).⁷²⁵ Außerdem sind an Forschungseinrichtungen noch zu nennen: das deutsche Forschungsnetz Naturkatastrophen⁷²⁶, das Graduiertenkolleg Naturkatastrophen der Universität Karlsruhe⁷²⁷ und das Zentrum für Naturrisiken und Entwicklung Bonn/Bayreuth.⁷²⁸ Einen Überblick über (auch die nur vermeintlichen) Internet-Seiten zu Naturkatastrophen gibt es von der FU Berlin⁷²⁹ und eine richtig gute Linkliste zu Naturkatastrophen bietet die Universität Karlsruhe.⁷³⁰

In der Katastrophenforschung wird vor allem das Verhalten der Bevölkerung in natürlichen oder technischen Katastrophen untersucht,⁷³¹ teilweise werden auch „soziale Katastrophen“ hinzugezogen. Man unterscheidet dementsprechend „Natural-“, „Manmade-“ und „Social-“ Hazards. Die Ergebnisse der Disaster-Forschung können demzufolge nur soweit herangezogen werden, als sie 1. auf den Umgang von *Ingenieuren* (und nicht der Bevölkerung) 2. mit Risiken als *antizipierten* (und nicht sich ereignet habenden) Schadensereignissen und 3. im Bereich bautechnischer Anlagen (also nur in Bezug auf Teile der Manmade-Hazards und nicht der Natural- oder Social-Hazards) übertragen werden können. Gewinnbringend ist die Betrachtung von Extremzuständen, weil soziale Strukturen und Prozesse oftmals deutlicher wahrnehmbar sind als im Normalzustand.

Der Ausbau des nationalen und internationalen Katastrophenschutzes ist auch eine wichtige Forderung des Gutachtens des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen in seinem Jahrestatuten 1998, in dem für alle Risikotypen in einer dort

⁷²² van Treeck 1999, 52.

⁷²³ vgl. Krücken 1996, 186.

⁷²⁴ van Treeck 1999, 56 mit Hinweisen auf weitere Quellen, die die Institutionalisierung beschreiben.

⁷²⁵ <http://www.kfs.uni-kiel.de/contents.html> (13.12.2002).

⁷²⁶ <http://dfnk.gfz-potsdam.de/index.html> (11.12.2002).

⁷²⁷ Dessen Sprecher ist Prof. Dr.-Ing. Fritz Gebauer vom Institut für Technologie und Management im Baubetrieb.

⁷²⁸ <http://www.giub.uni-bonn.de/zeneb/> (11.12.2002).

⁷²⁹ http://www.geog.fu-berlin.de/de/Studium/WWW-Kurse/geoint_WS00/AG3/hauptseite.htm (11.12.2002).

⁷³⁰ <http://www.gknk.uni-karlsruhe.de/links.shtml> (11.12.2002).

⁷³¹ vgl. Krücken 1996, 186.

entwickelten Typologie ein solcher Ausbau gefordert wird. Für den Bereich der Naturkatastrophen existieren einige beachtenswerte Initiativen: Angestoßen durch die UN wurde von 1990 bis 1999 die International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR) ausgerufen. Hintergrund waren die in den letzten Jahren aufgetretenen extrem hohen volkswirtschaftlichen Schäden durch Naturkatastrophen. Die Münchener Rückversicherung stellt in ihren Jahresberichten anschaulich die enorme Kostenzunahme für Naturkatastrophen dar.⁷³² Das Ziel der IDNDR war es, weltweit alle Länder anzuregen, natürliche Extremereignisse zu identifizieren und kartographieren, Pläne zur Katastrophenvorbeugung und zum Katastrophenschutz anzufertigen und Zugang zu globalen, regionalen, nationalen und lokalen Vorhersagesystemen herzustellen. Das deutsche Komitee des IDNDR setzt seine Aktivitäten als Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge (DKKV) fort.⁷³³ Schon zu Beginn der IDNDR einigte man sich darauf, nicht nur natürliche Katastrophen (auf denen weiterhin der absolute Schwerpunkt liegt), sondern zum Teil auch technisch bedingte Katastrophen in die Katastrophenvorsorge einzubeziehen, denn die Differenzierung zwischen natürlich und technisch bedingten Katastrophen ist in einer von Technik geprägten Welt immer schwerer durchzuhalten. „Im Bereich der Naturgefahren kann angesichts der anthropogenen Beeinflussung von Eintrittswahrscheinlichkeit (Vorsorge, Veränderung der ereignisauslösenden Bedingungen durch z.B. Flussbegradigungen) und Schadensausmaß (Standortwahl) nicht mehr von rein natürlich induzierten Ereignissen gesprochen werden.“⁷³⁴ Die „deutliche begriffliche Trennung zwischen technischem Risiko und natürlicher Katastrophe verfestigt wieder die bereits eingerissen geglaubten Gräben zwischen menschgemachten Technikrisiken und schicksalhaften Naturkatastrophen. Dabei gilt es doch gerade das Gemeinsame herauszustellen, nämlich die Frage, wie Entscheidungsträger in Gesellschaft, Politik und Planung angesichts identifizierter Gefährdungen mit den damit verbundenen Risiken umgehen sollen.“⁷³⁵ Katastrophemanagement sei insofern als Teilmenge eines umfassenderen Risikomanagements aufzufassen, „weil jeder Katastrophe ein Risiko zugrund liegt, aber nicht jedes Risiko zur Katastrophe führt bzw. führen kann.“⁷³⁶ Katastrophemanagement bezieht sich nur auf das aktive Handeln in Katastrophen, nicht auf präventive Maßnahmen zur Risikominderung.⁷³⁷

Mittlerweile gehen immer mehr Forschungsansätze davon aus, dass nicht nur die Unfälle, sondern auch die „Beinahe-Unfälle“ untersucht werden müssen.⁷³⁸ Die Analyse von Beinahe-Unfällen bietet, zusätzlich zu der Analyse der tatsächlich aufgetretenen Unfälle, eine breitere Lerngrundlage. Es gibt verschiedene Ansätze zur Unfalluntersuchung. Im Ingenieurbereich wird beispielsweise ein systembezogenes Modell diskutiert: „Every accident, including a near accident, can be seen as the failure of a system. Within this framework, investigation of accidents becomes rather easy. First, the researcher should determine the boundaries of the

⁷³² Münchener Rück 2002, 14.

⁷³³ <http://www.dkkv.org/> (11.12.2002).

⁷³⁴ Greiving 2002, 66.

⁷³⁵ Greiving 2002, 25.

⁷³⁶ Greiving 2002, 26.

⁷³⁷ vgl. Greiving 2002, 26.

⁷³⁸ vgl. Geysen 2001, 25.

system. Within these limits he should look at the inherent risks in an attempt to detect the trigger risk. And finally he has to describe the consequent process.“⁷³⁹

Störungen, die zu Unfällen führen, werden durch Fehler verursacht. Die Fehlerforschung hat eine längere Tradition: „Aufgrund jahrelanger Fehlerbeobachtungen und Fehlersammlungen stellte Weimer erstmals 1921 auf einem Kongress seine Untersuchungen und Überlegungen zur ‚Fehlerkunde‘ vor.“⁷⁴⁰ Dabei handelte es sich um eine Kombination der verstreuten Ergebnisse psychologischer und linguistischer Fehlerforschung.⁷⁴¹ Fehlerforschung wird, wie das bisher Referierte widerspiegelt, multidisziplinärer betrieben. Neben der schon erwähnten Forschung in Ingenieur- und Sozialwissenschaften, Psychologie und Linguistik gibt es beispielsweise auch Beiträge aus der Medizin, Biologie, Ökonomie sowie den Arbeitswissenschaften.⁷⁴²

Zwei Formen der Fehlerdarstellungen sind zu unterscheiden: der Häufigkeitsansatz, nach dem die Häufigkeit des Auftretens von Schäden bei bestimmten Systemkomponenten erfasst wird und der Ursachenansatz, der nach Ursachen differenziert.⁷⁴³ Bei ersterem ergibt sich eine Klassifikation quasi aus dem technischen System und seinen Komponenten. Bei letzterem gestaltet sich eine Klassifikation schwieriger.

Die oben beschriebene Vielzahl unterschiedlicher Bezeichnungen und Klassifikationen in den sozialwissenschaftlichen Arbeiten zu Schadensereignissen tritt besonders bei den Fehlerbezeichnungen und -klassifikationen hervor, von denen hier beispielhaft drei aufgeführt werden: Weimer unterscheidet Fehlerarten und Fehlerformen, wobei Fehlerarten aufgeteilt sind in gewohnheitsbedingte Fehler, Perseverationsfehler, Ähnlichkeitsfehler (allgemeine Ähnlichkeits- und Wahlfehler, Ranschburgsche Hemmung), Mischfehler (assoziative Mischwirkungen) und gefühls- und willensbedingte Fehler.⁷⁴⁴ Hacker unterscheidet zwischen Fehlhandlung und Handlungsfehler. „Als Handlungsfehler bezeichnet Hacker die Folgen von Fehlhandlungen derjenigen Personen, die die Tätigkeiten ‚eigentlich‘ beherrschen sollten.“⁷⁴⁵ Reason unterscheidet Fehlertypen und Fehlerformen, wobei sich Fehlertypen aufteilen in fähigkeitsbedingte Patzer und Schnitzer, regelbasierte Fehler und wissensbasierte Fehler. Die Wiedergabe weiterer Modelle mit ihren Begrifflichkeiten soll hier abgebrochen werden mit Verweis auf folgende Kritik eines Autors, der selbst Überblicksartikel zur Fehlerforschung verfasst: „In der Wissenschaft jeweils dominierende Modellvorstellungen führen zu immer neuen Klassifikations-schemata; inwieweit sie auch zu neuen Erkenntnissen in der Vermeidung von Fehlern führen, muss mitunter bezweifelt werden.“⁷⁴⁶

Nur auf eine Unterscheidung soll hier näher eingegangen werden, die in der Diskussion einen breiten Raum einnimmt und deshalb interessant ist, weil sie die Interdependenzen zwischen technischem und menschlichem Versagen eindrücklich beleuchtet. Es handelt sich um die Un-

⁷³⁹ Geysen 2001, 25.

⁷⁴⁰ Zimolong 1990, 313.

⁷⁴¹ vgl. Zimolong 1990, 313.

⁷⁴² vgl. van Treeck 1999, 52.

⁷⁴³ Die Unterscheidung stammt von Rouse und Rouse, zitiert nach Zimolong 1990, 316.

⁷⁴⁴ vgl. Zimolong 1990, 313.

⁷⁴⁵ Zimolong 1990, 314 mit Verweis auf Hacker.

⁷⁴⁶ Zimolong 1990, 338.

terscheidung aktiver und latenter Fehler. Durch menschliches Handeln ausgelöste Fehler werden unmittelbar spürbar. Aktive Fehler „werden in Arbeitsprozessen direkt an der Schnittstelle zu Maschinen, Anlagen, Systemen von Maschinenbedienern, Piloten, Schiffsoffizieren, Kontrollraumbesetzungen u.a. begangen. „Latente Fehler“ sind gleichsam in das Design von Maschinen, Anlagen, Systemen, in die Organisation von Arbeitsprozessen eingebaut; sie können hier für längere Zeit verborgen bleiben und treten erst dann zu Tage, wenn sie in Kombination mit anderen (latenten wie aktiven) Fehlern und situativen Auslösern die System-sicherungen durchbrechen. Sie werden von denen erzeugt, die von den Schnittstellen zu Maschinen, Anlagen, Systemen zeitlich und räumlich mehr oder weniger weit entfernt sind: von Konstrukteuren, Planern, Managern, Wartungs- und Instandhaltungspersonal.“⁷⁴⁷ Reason kommt auf der Grundlage seiner Fallstudien zu dem Ergebnis, dass latente Fehler heutzutage das größere Bedrohungspotenzial darstellen.⁷⁴⁸ Da latente Fehler oftmals organisationsbedingt sind, rücken organisatorische Strukturen und Prozesse in den Mittelpunkt der Betrachtung. Daher gewinnen soziologische Beschreibungen, denen ein größeres Erklärungspotenzial latenter Fehler zugeschrieben wird, gegenüber psychologischen Beschreibungen, denen ein größeres Erklärungspotenzial aktiver Fehler zugeschrieben wird, an Bedeutung.

Generell wird gefordert, Fehler nicht nur zu vermeiden, sondern vor allem (sozio-) technische Systeme fehlerfreundlich bzw. fehlertolerant auszustalten. Diese Forderung bezieht sich v.a. auf menschliche Fehler. Es gebe ein „Menschenrecht auf Fehler“: Fehlertoleranz ist an sich kein neues Prinzip: „Nach diesem Prinzip wird freilich bereits vielfach verfahren, wenn es beispielsweise darum geht, sicherheitskritische Teilsysteme oder Komponenten (...) redundant oder diversitär auszulegen oder Meldesysteme zu installieren, die Korrekturen von Fehlhandlungen ermöglichen.“⁷⁴⁹ Fehlertolerantes Konstruieren kann auch Gegenstand einer professionellen Entwurfsnorm sein, die wie folgt formuliert sein könnte: „Konstruiere im Hinblick auf Fehler. Ziehe ihr Auftreten in Betracht. Plane im Hinblick auf ihre Behebung. Mache es leicht, Auswirkungen rückgängig zu machen, und mache es schwer, unumkehrbare Tätigkeiten auszuführen.“⁷⁵⁰

2.1.2 Betrachtung der Ursachen von Schadensfällen

Uhlig beschreibt zwei typische Reaktionen auf Unfälle, die man auf alle Arten von Schadensereignissen übertragen kann: „Das musste ja so kommen.“ sagen die einen und „Wie konnte das nur passieren?“ sagen die anderen – und dies oft in Bezug auf ein und denselben Unfall.⁷⁵¹ Er geht davon aus, dass Unfälle nicht zufällig, sondern determiniert sind. Sie würden bloß zufällig *erscheinen*, unterlagen aber einer gewissen Zwangsläufigkeit, denn es ließen sich immer im Nachhinein Ursachen rekonstruieren.⁷⁵² „Sicherlich muss man anerkennen, dass einige Ursachen und Bedingungen von Unfällen zufälligen Charakter tragen. Diese Zufälligkeit resultiert jedoch aus unserer begrenzten Kenntnis.“⁷⁵³ Kausalstrukturen mit möglichen Kausal-

⁷⁴⁷ van Treeck 1999, 59f.

⁷⁴⁸ vgl. Reason 1994, 13.

⁷⁴⁹ Wilpert 2001, 40.

⁷⁵⁰ Reason 1994, 289 mit Bezugnahme auf Norman.

⁷⁵¹ vgl. Uhlig 1992, 83.

⁷⁵² vgl. Uhlig 1992, 84f.

⁷⁵³ Uhlig 1992, 88.

ketten, an deren Ende der Schadensfall steht, seien prinzipiell immer vorhanden. Sie müssten daher mit institutionalisierten Analyseverfahren (z.B. Sicherheitsanalyse) erkannt werden, wobei auch eine weitgehende Analyse beim Aufbau eines Ursachenbaums (einer Kausalstruktur) irgendwann, von dem die Analyse durchführenden Ingenieur, abgebrochen werden muss.⁷⁵⁴

2.1.2.1 Klassifikation von Ursachen

Bei der Betrachtung von Ursachen ist es weit verbreitet, zwischen technischem und menschlichem Versagen zu unterscheiden, wobei menschliches Versagen wiederum in vorwiegend individuell oder organisatorisch bedingtes Versagen unterteilt werden kann.

Die technische und die menschliche Zuverlässigkeit werden dabei oft miteinander verglichen. Unter technischer Zuverlässigkeit wird nach DIN 55350 die „Fähigkeit eines Erzeugnisses verstanden, den Verwendungszweck während einer gegebenen Zeitdauer unter festgelegten Bedingungen zu erfüllen.“⁷⁵⁵ Sie kann durch Versuche mit einer hinreichend großen Anzahl an Betrachtungsgegenständen über einen genügend langen Zeitraum statistisch erfasst werden. Auf ähnliche Weise versucht man mit Hilfe von Fehlerwahrscheinlichkeitstabellen, die menschliche Zuverlässigkeit als „human error probability“ (HEP) zu erfassen. So gibt es zum Beispiel genaue Untersuchungen über menschliche Fehlerwahrscheinlichkeiten für Aufgaben in Kernkraftwerken, beispielsweise liegt die HEP für das falsche Ablesen einer Analoganzeige bei 0.003, für das falsche Ablesen eines Graphen bei 0.01 oder das Übersehen einer Störanzeige bei 0.003.⁷⁵⁶ Es ist kein Zufall, dass diese Beispiele aus dem Bereich der Atomkraftnutzung stammen, denn „die Entwicklung der Techniken zur Zuverlässigenanalyse beim Menschen war eng mit den Geschicken und Missgeschicken der Atomkraftindustrie verbunden.“⁷⁵⁷ Es existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Modelle zur Erfassung der menschlichen Zuverlässigkeit.⁷⁵⁸ Doch die Modelle und Methoden der Zuverlässigkeitberechnungen müssen an ihrer praktischen Umsetzbarkeit beurteilt werden. „Die Zuverlässigkeitberechnung scheitert in der Regel am Datenproblem. Nicht nur für menschliche Tätigkeiten, auch für viele technische Systemkomponenten, liegen keine Angaben über Fehlerwahrscheinlichkeiten vor.“⁷⁵⁹ Geplante Datenbanken könnten Abhilfe schaffen, allerdings wird es allgemein kritisch betrachtet, Daten zu übertragen, weil die technischen Komponenten sich laufend verändern und stark unterscheiden.⁷⁶⁰ Sinnvolle Aussagen zur menschlichen Zuverlässigkeit sind immer auf ein konkretes Arbeitsumfeld und konkrete Personengruppen bezogen. Wenn eine beliebige Person einer konkreten Personengruppe bei 10.000 wiederholt ausgeführten Ablesevorgängen an der Skala eines Messgerätes 17 mal einen Fehler macht, also die HEP bei 0.0017 liegt, so ist dieser Wert zunächst einmal nur für das

⁷⁵⁴ vgl. Uhlig 1992, 86f.; siehe ausführlich Kapitel 2.3 Institutionalisierte Technik-Analyseverfahren.

⁷⁵⁵ Zimolong 1990, 315.

⁷⁵⁶ vgl. Swain/ Guttmann, zitiert nach Zimolong 1990, 315.

⁷⁵⁷ Reason 1994, 266f.

⁷⁵⁸ Für eine Beschreibung unterschiedlicher Methoden, z.B. THERP, OATS, TESEO, siehe Reason 1994, 270. Dort finden sich auch Literaturhinweise auf andere Methodenzusammenstellungen; siehe hierzu auch Zimolong 1990, 329.

⁷⁵⁹ Zimolong 1990, 338.

⁷⁶⁰ vgl. Zimolong 1990, 338.

ganz konkrete technische System in Interaktion mit dieser konkreten Person oder Personengruppe gültig. „Eine Übertragung solcher – in der Literatur immer wieder auftauchender – Zahlenwerte auf andere Fälle, die ja hinsichtlich der Bedingungen stets abweichen, sollte mit äußerster Vorsicht geschehen, besser unterbleiben.“⁷⁶¹ Trotzdem gibt es Überlegungen zum Aufbau von Datenbanken über bestimmte Personengruppen. Den Aufbau „anthropologischer Atlanten“ schlägt Barsch „als brauchbare Datenbasis“ vor, in denen unter anderem physische Akzeleration, Alter, Geschlecht, ethnische Unterschiede, soziale Schichten, Körpermasse, Ermüdungsgrad und Kleidung erfasst werden sollten, um kulturspezifische Unterschiede zu ermitteln.⁷⁶² Eine sich daran anschließende Bestimmung von „Tauglichkeitsgraden“ bestimmter Gruppen für bestimmte Aufgaben kann m.E. allerdings unter Gesichtspunkten der Gleichbehandlung, beispielsweise der Geschlechter oder von Menschen verschiedener ethnischer Abstammung, erhebliche Probleme aufwerfen. Tauglichkeit sollte individuell überprüft werden. Es sollte also untersucht werden, ob ein Individuum den konkreten Tauglichkeitsanforderungen einer potenziellen Arbeitsstelle genügt und nicht, ob es einer Gruppe angehört, deren Gruppenmitglieder aufgrund der statistischen Durchschnittswerte für diese potenzielle Arbeitsstelle prädestiniert erscheinen.

Aus den Ergebnissen der Forschung über menschliche Zuverlässigkeit können Konsequenzen für die künftige Technikgestaltung gezogen werden. Hierzu nur ein Beispiel aus dem detaillierten Aufsatz von Colin: Aus Gesetzmäßigkeiten und Funktionen (z.B. Bewegungs-, Zeit- und Tiefenwahrnehmung) kann man typische Fehler (z.B. falsch orten, verschätzen) ableiten zu deren Vermeidung wiederum Gestaltungsansätze bestehen (z.B. Beleuchtungsniveau erhöhen, Orientierungspunkte schaffen, Informationsgeber bereitstellen). Es gibt beispielsweise Gestaltungsansätze für digitale Anzeigen, Skalenanzeigen oder Bildschirminformationen, z.B. günstige Farbkontraste auf Monitoren (z.B. blau/ weiß) und ungünstige (z.B. gelb/ grün).⁷⁶³

Die Quantifizierung der menschlichen Zuverlässigkeit ist für die institutionalisierten Analyseverfahren von großer Bedeutung, da sich die Gesamtzuverlässigkeit eines sozio-technischen Systems nur in Kombination menschlicher und technischer Zuverlässigkeitswerte berechnen lässt.⁷⁶⁴

Technik und menschliche Zuverlässigkeit beeinflussen einander in vielfältiger und gebrochener Weise. Zu diesen Beeinflussungsmechanismen ist das in der Literatur häufig beschriebene Automatisierungsparadox zu zählen. Automatisierung führt zu Erfahrungsverlusten. Wenn „normale“ Situationen des Betreibens technischer Anlagen nicht mehr selbst und eigenverantwortlich gehandhabt werden, dann wird es auch schwieriger, in Ausnahmesituationen richtig zu handeln.⁷⁶⁵ „Je zuverlässiger ein technischer Systembestandteil ist, desto unzuverlässiger ist der im Ausnahmefall in ihm tätige Mensch.“⁷⁶⁶ Dieses Phänomen lässt sich dadurch erklären, dass bei vielen großtechnischen Anlagen mit hohem Gefährdungspotenzial bestimmte Fehler nicht auftreten dürfen und diese zur Fehlervermeidung hochautomatisiert sind. Gleichzeitig

⁷⁶¹ Uhlig 1992, 86.

⁷⁶² vgl. Bartsch 2001, 459.

⁷⁶³ vgl. Colin 1990, 351ff.

⁷⁶⁴ vgl. Zimolong 1990, 328, mit Verweis auf Embrey.

⁷⁶⁵ vgl. Beckenbach/ van Treeck 1988, 35; Zimolong 1990, 317.

⁷⁶⁶ Hacker, zitiert nach Fietkau 1990, 19.

wird hierdurch jedoch das Sammeln von Erfahrungen mit normalen wie mit kritischen Situationen verhindert.⁷⁶⁷ Hinzu kommt, dass das in Störfällen notwendige eigenverantwortliche und flexible Handeln von Personen, die im Normalbetrieb nur sehr begrenzte Tätigkeits- und Verantwortungsbereiche haben und die zudem daran gewöhnt sind, nur die Weisungen der jeweiligen Vorgesetzten auszuführen, kaum zu erwarten ist.⁷⁶⁸ Nur welche Konsequenz ist aus diesem gegenläufigen Zusammenhang zwischen technischer und menschlicher Zuverlässigkeit zu ziehen? Wenn eine neue Schutztechnik (z.B. Infrarotkameras im Müllbunker, wie in einer der empirischen Fallstudien, Antiblockiersystem (ABS) im PKW) zu mehr Unaufmerksamkeit der Menschen gegenüber der Technik führt, so bedeutet dies nicht automatisch, dass man besser auf die neue Technik verzichten sollte. Man muss vielmehr nach flankierenden Maßnahmen suchen, die die Aufmerksamkeit steigern bzw. erzwingen. In der empirischen Untersuchung war dies beispielsweise durch die „Tot-Mann-Schaltung“ gegeben. Bei der automatischen Befüllung eines Tanks mit wassergefährdenden Stoffen muss der Tankwagenfahrer alle 20 Sekunden einen Knopf betätigen, weil sonst der Befüllvorgang nicht fortgesetzt wird. Er kann somit den automatischen Befüllvorgang nicht für eine Toilettenpause nutzen, in der sich der Schlauch lösen und somit der Tankinhalt in vollem Druck und Umfang in die Umwelt abgegeben wird.

In den Nachrichten ist nach größeren technischen Unglücken immer wieder zu hören, man gehe davon aus, dass der Unfall durch menschliches Versagen verursacht wurde. Der Anteil des menschlichen Versagens als Ursache für das Systemversagen einer Technik scheint recht hoch zu sein: Neuloh hat schon 1957 das „70%-Stereotyp“⁷⁶⁹ beschrieben, wonach ungefähr 70% aller Unfälle auf menschliches Versagen zurückzuführen seien.⁷⁷⁰ Neuloh „weist es in einer Schrift von Hans Martens „Industrielle Unfallverhütung“ von 1924 und dann wieder in der Literatur der Gewerbeaufsicht der fünfziger Jahre nach. Dass es auch heute nichts von seiner Wirksamkeit eingebüßt hat, zeigt seine Einbettung in eine 60 bis 80% Bandbreite bei Perrow (1984, 9) und bei Johannsen (1993, 387). (...) Das magische Datum wird (nunmehr an seiner Obergrenze) auch der Schifffahrt zugeschrieben, etwa anlässlich der Exxon Valdez-Katastrophe (...).“⁷⁷¹ In der sicherheitswissenschaftlichen Literatur wird vielfach darauf hingewiesen, dass die Kategorie „menschliches Versagen“ bei der Betrachtung von Schadensursachen zu undifferenziert sei. 60 bis 80% aller Unfallursachen „werden in der Position ‚menschliches Fehlverhalten‘ zusammengefasst. Wenn das berechtigt ist, dann ist die Kluft zwischen technischer Anforderung und menschlicher Möglichkeit zu groß.“⁷⁷² Es müssen folglich technische Systeme *und* die auch durch sie bedingten arbeitsorganisatorischen Strukturen betrachtet und verändert werden.

Eine andere Erklärung führt den hohen Anteil des menschlichen Versagens an der Gesamtheit der Ursachen auf die mit der Zuordnung eines Schadensfalls verbundenen Konsequenzen zurück. Bei der Zuordnung eines Schadensfalls zu einem Verursacher gehe es um die rechtlich

767 vgl. Fietkau 1990, 19.

768 vgl. Fietkau 1990, 19.

769 vgl. van Treeck 1999, 53f.

770 vgl. Skiba, zitiert nach Zimolong 1990, 318f.

771 van Treeck 1999, 53f.

772 Kuhlmann 2001, 13.

und versicherungstechnisch relevante Schuldfrage, was zu Verfälschungen führe.⁷⁷³ Losgelöst von solchen Überlegungen wird gefordert, die Kategorien der Unfallstatistiken zu differenzieren. „Auf jeden Fall muss die Sicherheitswissenschaft dafür sorgen, dass nicht ein unscharfes Sammelbecken mit dem Titel ‚menschliches Fehlverhalten‘ in der Schadensstatistik geführt wird. Es muss sinnvoll differenziert werden. Wissenschaftlich ist dieser größte Unfallursachenposten so nicht verwendbar.“⁷⁷⁴

Offensichtlich ist auch ungeklärt, ob der Anteil des menschlichen Versagens denn nun höher oder niedriger sei, als den Statistiken zu entnehmen ist. Es gibt sogar eine Tendenz, *alle* Versagensfälle von Technik menschlichem Versagen zuzurechnen. Die Formel vom menschlichen Versagen sei insofern irreführend, weil für alle Versagensereignisse von Technik Menschen verantwortlich seien, weil Technik von Menschen gemacht werde. „Lässt sich aber eine (.) Unterscheidung in technisches und menschliches Versagen logisch durchhalten? Hat nicht jeder Störfall seine Ursache in menschlichem Verhalten? Kann Technik überhaupt versagen? (...) Machen wir es uns mit der Zuschreibung von Verantwortung für Fehler auf die Technik nicht zu einfach?“⁷⁷⁵ Der Streit darum, ob es überhaupt ein „nichtmenschliches Versagen“ gibt, könnte darauf zurückzuführen sein, dass manche Autoren Verantwortlichkeiten weit zurückverfolgen, andere nur aktive menschliche und nicht latente organisationsbedingte Fehler betrachten.

Mit der Bezeichnung „menschliches Versagen“ ist zumeist implizit das Versagen von *Individuen* gemeint. Doch inwieweit liegt individuelles menschliches Versagen nur im Verantwortungsbereich einer Person? Sind die organisatorischen Strukturen, in die sie in ihrer Stammorganisation und in der Projektorganisation eingebunden sind, nicht genauso zu berücksichtigen? Unangemessene Arbeitsbedingungen führen nach einer älteren Schätzung zu 50-80% aller Fehler, wenn man innerhalb der Klasse der menschlichen Fehler differenzieren müsste.⁷⁷⁶

Vor allem in sozialwissenschaftlichen Arbeiten zu Schadensfällen wird das „organisationelle Versagen“/ „Organisationsversagen“ untersucht. So geht es beispielsweise in den soziologischen Analysen technischer Unfälle von Clarke und Short um die Durchleuchtung der Unfallursache „menschliches Versagen“. Dabei werden menschliche Handlungen als Bestandteil eines soziotechnischen Systems verstanden. Das Fehlverhalten einer Person ist nur innerhalb des gegebenen Kontextes möglich und somit nicht rein individuellen/ personalen Ursprungs. Dieser Kontext kann geprägt sein z.B. durch fehlende Lern- und Trainingsmöglichkeiten oder zu hohen Zeitdruck.⁷⁷⁷

Nicht nur die Fehler selbst, sondern auch ihre soziale Einbettung, muss betrachtet werden. „Integrative Ansätze, die die Analyse der Ursachen und die der Sozialformen von Fehlern, Störungen, Unfällen, Katastrophen verbinden, repräsentieren die Arbeiten von Klaus Türk (1976) und Charles Perrow (1984). Organisationswissenschaftlich fundiert und systemtheore-

⁷⁷³ siehe Kapitel 2.1.3 Behinderung von Fallbeschreibungen und Schadenssammlungen.

⁷⁷⁴ Kuhlmann 2001, 13.

⁷⁷⁵ Fietkau 1990, 17.

⁷⁷⁶ vgl. Meister, zitiert nach Zimolong 1990, 318.

⁷⁷⁷ Krücken 1996, 187.

tisch orientiert, lokalisieren sie die Ursachen in je spezifischen Organisationsstrukturen, die sich ironischerweise oft gerade dem Wunsch nach Sicherung vor Fehlern, Störungen etc. verdanken: Organisation als das Problem, für dessen Lösung sie geschaffen wird. Für Türk resultieren organisationelle Störungen aus ‚pathologischen Grundmustern‘ von Organisationen.⁷⁷⁸ Auch Perrow untersucht die organisationellen⁷⁷⁹ Zusammenhänge, wenn auch auf andere Weise. „Weder Türk noch Perrow rechnen mit einer Kausalmechanik zwischen Organisationsstrukturen und Fehlern, Störungen etc.; letztere können abgepuffert, verzögert, umgeleitet, absorbiert werden (was eigenständige Quellen für zusätzliche Fehler- und Störungsmöglichkeiten eröffnet).“⁷⁸⁰ Die Integration der Betrachtung technischer und menschlicher Schadensursachen, unabhängig davon, ob Individuen oder Organisationen als Verursacher anzusehen sind, ist also unbedingt notwendig.

2.1.2.2 Kritik des Ursachenbegriffs

Auch die vollständige Identifikation von schadensauslösenden Tatbeständen gestaltet sich schwierig. Den Unfallhergang als kausalen Geschehensablauf zu rekonstruieren, gelingt, nach Ansicht von Bechmann, bei technischen Großunfällen aus strukturellen Gründen nur selten. „Komplexität und Kontingenz der Wirklichkeit, die beiden Grunderfahrungen der Moderne, sind auch die konstitutiven Prinzipien großtechnischer Systeme.“⁷⁸¹

Implizit wurde mit den obigen Ausführungen schon Kritik am Ursachenbegriff geäußert. Dieser kann in vielfacher Hinsicht kritisiert werden. Die Begrenztheit der Ursachenbestimmung wird auch in den Sammlungen von Schadensfällen selbst mitreflektiert, wie dieses Beispiel zeigt: „Die Frage ‚Was ist die Ursache‘? wird verschieden beantwortet: ich habe mich in den Fällen, in denen das möglich ist, entschieden, den im Handeln der Beteiligten liegenden Gründen für ein Versagen Vorrang zu geben vor den daraus wirksam werdenden technischen Ursachen, aus denen oft weniger Lehren gezogen werden können. Wenn also z.B. ein Informationsmangel auf der Baustelle zu einem Handeln führt, das ein Versagen, z.B. durch Überbeanspruchung verursacht, ist bei mir der Informationsmangel die Ursache, also leichtfertiges oder unverantwortliches Handeln, und nicht die Überbeanspruchung.“⁷⁸² Selbst wenn schadensauslösende Tatbestände identifiziert sind, ist es schwer, Unfälle einzelnen Ursachenkategorien zuzuordnen, weil fast alle technischen Unfälle mehrere Ursachen aufweisen:⁷⁸³ „Eine wichtige Lehre, die uns diese Fallstudien zuteil werden lassen, besteht darin, dass Katastrophen sehr selten das Produkt eines einzigen monumentalen ‚Bockschusses‘ sind.“⁷⁸⁴ Vielmehr führt oftmals die Verkettung von zunächst unscheinbar erscheinenden Fehlern zum Schadensereignis.⁷⁸⁵ Ähnliches illustriert Scheer an einem Beispiel: „Als Ursache für das Versagen [eines Teils einer Spannbetonbrücke für die Tauernautobahn über die Lieser nahe Gmünd 1975, Er-

⁷⁷⁸ van Treeck 1999, 58.

⁷⁷⁹ In der Literatur werden die Begriffe organisationell, organisational und organisatorisch benutzt.

⁷⁸⁰ van Treeck 1999, 59.

⁷⁸¹ Bechmann 1992, 11.

⁷⁸² Scheer 2000, 7.

⁷⁸³ vgl. Hauser 1980, 79.

⁷⁸⁴ Reason 1994, 37.

⁷⁸⁵ vgl. Reason 1994, 37.

gänzung durch d.V.] gelten: die Spannglieder waren zum Zeitpunkt des Schalwagenverschubes nicht verpresst, die Betonfestigkeit des Trägers war noch nicht ausreichend, und der Schalwagen wurde abweichend von der Planung gehandhabt. Die Gutachter stellten fest, dass einer der drei Mängel allein nicht zum Versagen geführt hätte.“⁷⁸⁶ Und diese technischen Mängel gehen auf individuelles oder organisatorisches Versagen zurück. „Die Analysen solcher Unfälle ex post zeigen unzweideutig, dass immer ein hoch komplexes, schwer zu durchschauendes Zusammenspiel vielfältiger Faktoren auf unterschiedlichsten Systemebenen im Spiele sind. Das Ursachenbündel rekrutiert sich aus technischen Komponenten und dem Design ebenso wie aus der konstruktiven Verwirklichung des technischen Systems, aus Handlungen auf der individuellen Ebene, der Arbeitsgruppenebene, der Organisations- und Leitungsebene sowie aus dem Zusammenwirken mit Faktoren und Institutionen außerhalb des jeweilig betroffenen soziotechnischen Systems.“⁷⁸⁷

Aber nicht nur das Zusammentreffen mehrerer, voneinander unabhängiger Fehler, sondern auch das Auftreten von Fehlern aufgrund einer gemeinsamen Ursache ist ernstzunehmen. Untersuchungen im atomtechnischen Bereich haben gezeigt, „dass Ausfälle aus gemeinsamer Ursache („Common-Cause-Ausfälle“) relativ hohe Anteile an der Nichtverfügbarkeit der Systeme haben.“⁷⁸⁸ Erklärt wird dies damit, dass in hochredundanten Systemen ein Systemausfall, infolge des zufälligen Zusammentreffens mehrerer unabhängiger Fehler in verschiedenen Redundanzen, relativ unwahrscheinlich sei, weshalb die „Common-Cause-Ausfälle“ an Bedeutung gewinnen.⁷⁸⁹ Hier besteht jedoch ein Abschätzungsproblem: „Zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten von Common-Cause-Ausfällen liegen nur wenige Beobachtungen vor. Diese stammen überwiegend aus nationaler und internationaler Betriebserfahrung in anderen Kernkraftwerken und, nur in einzelnen Fällen, aus der untersuchten Anlage. Die geringe Datenbasis wie auch das Problem der Übertragbarkeit beobachteter Common-Cause-Ausfälle, führen zu großen Schätzunsicherheiten.“⁷⁹⁰ Aussagen über die Wahrscheinlichkeiten von Common-Cause-Ausfällen sind daher regelmäßig mit einer Offenlegung der erheblichen Probleme zu versehen.

„Die üblichen Erfassungsmethoden geschehener Unfälle nach rückerschlossenen Unfallursachen gehen davon aus, dass jeder Unfall von nur einer oder zumindest wenigen Gegebenheiten verursacht ist. Zwar wusste man, dass der Kausalzusammenhang nicht in der Verknüpfung einiger weniger „Ursachen“ mit einigen wenigen „Wirkungen“ besteht (...). Dennoch wurde die „monistische“, auf einen einzelnen Unfallfaktor bezogene Vorgehensweise, in der praktischen Unfallverhütung beibehalten. Dass dabei häufig oberflächlich sichtbare Unfallfaktoren überbewertet wurden, darf als sicher gelten.“⁷⁹¹ Aktive, überwiegend auf das Individuum bezogene Fehler, werden also in den Statistiken gegenüber latenten Fehlern, die oftmals auf die Organisationsstrukturen zurückgehen, überbewertet.

⁷⁸⁶ Scheer 2000, 60f.

⁷⁸⁷ Wilpert 2001, 30 mit Verweis auf Reason.

⁷⁸⁸ Werner 1989, 111.

⁷⁸⁹ vgl. Werner 1989, 111.

⁷⁹⁰ Werner 1989, 111.

⁷⁹¹ Kuhlmann 1995, 114f.

Gerade vor dem Hintergrund, dass größere Systemunfälle durch das Zusammentreffen mehrerer ungewollter Umstände entstehen,⁷⁹² ist es verwunderlich, dass das gleichzeitige Auftreten mehrerer Fehler aufgrund einer gemeinsamen Ursache (Common-Cause-Fehler) in vielen Sicherheitsberechnungen explizit ausgeschlossen wird. Nach dieser Erkenntnis müssten im Gegenteil Common-Cause-Fehler sogar verstärkt Berücksichtigung finden.

2.1.3 Behinderung von Fallbeschreibungen und Schadenssammlungen

Zudem wird das ingenieurwissenschaftliche Lernen aus Schadensfällen erschwert. Erstens, aus betrieblichen Geheimhaltungsgründen,⁷⁹³ zweitens, aus juristischen Gründen (weil Ermittlungsverfahren laufen und verschiedene Akteure sich gegenseitig, teilweise auf Zahlung hoher Summen, verklagen bzw. Versicherungsstreitigkeiten austragen) oder drittens, aus politischen Gründen.⁷⁹⁴ Dabei dürfte der zweite Grund wohl am häufigsten zutreffen. Die Verfasser von Fallstudienbeschreibungen und Schadenssammlungen in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur beklagen diese mangelnde Offenheit aus juristischen Gründen. So schreibt Scheer, dass „juristische Zwänge“ es oftmals verhindern würden, dass Schadensfälle umfassend dokumentiert werden.⁷⁹⁵ „Die Schadens- und Unfallberichte, denen die Statistiken die jeweilige Zuordnung entnehmen, zielen vorrangig auf die Klärung der Schuldfrage und die Feststellung versicherungsrechtlicher Tatbestände. Es kann unterstellt werden, dass die Verquickung mit rechtlichen Gesichtspunkten einer wahrhaften Aufdeckung der Unfallursachen, die allein der Forschung weiterhelfen könnte, im Wege steht.“⁷⁹⁶

Aufgrund der verschiedenen Probleme der Behinderungen von Fallbeschreibungen sollte der Gesetzgeber zusammen mit den Professionsorganisationen überlegen, wie umfassendere Meldungen von Schadensereignissen zu organisieren, dokumentieren und durchzusetzen sind und wie, auf der Grundlage dieser ehrlichen und umfassenden Fallbeschreibungen, aussagekräftige Schadenssammlungen erstellt werden können. Insgesamt handelt es sich um ein brisantes Thema. Der professionelle Anspruch der Ingenieure auf das „Lernen aus Schadensfällen“ wird gegen das Anliegen abgewogen, sich selbst oder andere Ingenieure vor einer rechtlichen Verfolgung zu schützen, v.a. um damit ökonomische Forderungen nach einem Schadensausgleich zurückzuweisen.

⁷⁹² vgl. Werner 1989, 111.

⁷⁹³ Zur Geheimhaltung von Unfällen mit Industrierobotern vgl. andeutend Reuter/ Wehner 1996, 95ff.

⁷⁹⁴ So beispielsweise als dem Land Nordrhein-Westfalen untersagt wurde, aufgrund des Unfalls in Tschernobyl, ein Sachverständigengutachten für den schnellen Brüter erstellen zu lassen. Regine Kollert stellte in der Be trachtung des Geschehens folgende Fragen: „Ist denn den Richtern nicht bekannt oder bewusst, dass größte Unfälle und Katastrophen in der Technikgeschichte (wie auch in der Umweltpolitik) eine herausragende Bedeutung für die Fortentwicklung von Risiko- und Sicherheitsphilosophien hatten?“ und „Können die professionellen Normenbewerter der Verfassungsgerichte nicht erkennen, dass sich Bewertungsnormen für Technik katastrophen nach dem erstmaligen Eintritt einer solchen Katastrophe ändern können, und diese geänderte Einschätzung wohl begründet sein kann?“ (Kollert 1997, 52).

⁷⁹⁵ vgl. Scheer 2000, 13.

⁷⁹⁶ Kuhlmann 1995, 15.

2.1.4 Zusammenfassende Überlegungen für weiterentwickelte Lernansätze – auf dem Weg zur Sicherheitskultur

Ein verbessertes „Lernen aus Schadensfällen“ ist in wissenschaftlicher Hinsicht und in allen der drei beschriebenen potenziellen Ursachenbereichen (Technikobjekt, Individuum und Organisation) in praktischer Hinsicht möglich.

Wissenschaftliche Lernbereiche

Erfahrungen mit Schadensereignissen bilden die Grundlage für die Bestimmung möglicher Schäden in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Erst wenn Risiken vom Grundsatz her erkannt sind, kann die Entwicklung von Sicherheitsstrategien angestoßen werden. Das Erkennen grundsätzlich möglicher Schadensszenarien ist eine Aufgabe der Ingenieurprofession/ Ingenieurwissenschaft, die in aller Regel die Voraussetzung bildet für das Erkennen von konkreten Schadensszenarien in der Anlagengenese durch einzelne Ingenieure. Nicht nur für die sicherheitsbezogene Verbesserung technischer Objekte in inhaltlich-qualitativer Sicht, sondern auch in inhaltlich-quantitativer Sicht, ist eine verbesserte Erhebung und Dokumentation von Schadensfällen bzw. allgemein Schadensereignissen erforderlich. Die Dokumentation von Schadensfällen sowohl in Fallbeschreibungen als auch in statistisch-darstellender Weise ist zur Zeit in vielen Technikbereichen von „zufälligen“ Spezialisierungen einzelner Ingenieurwissenschaftler abhängig. Die Dokumentation und dabei insbesondere die Statistik über Schadensfälle sollte aus zwei Gründen ausgebaut werden: Durch die Sammlung von Schadensfällen, können übergeordnete Schadensszenarien klassifiziert werden. Außerdem kann sie zu einer erheblichen Verbesserung des Datenmaterials für Risikoberechnungen auch hinsichtlich des Schadensmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit beitragen. Somit könnte das Lernen aus Schadensfällen – unabhängig von der Zufälligkeit des Bemühens einzelner Wissenschaftler in den verschiedenen Technikbereichen – stärker institutionalisiert und systematisiert werden.

Die Verbesserung der Datenlage über Schadensereignisse in qualitativer und quantitativer Hinsicht ist eine Aufgabe für die einzelnen ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen, deren Grundlage eine verbesserte Erfassung bildet, welche in annähernd lückenloser Weise nur durch rechtliche Regelungen zu erreichen sein wird. Auch qualitative Einzelbeschreibungen von Schadensfällen sind weiter in interdisziplinärer Weise ausbaufähig.

Technik als erster praxisbezogener Lernbereich

Eine übergeordnete Forderung vom Lernen aus Schadensfällen ist die fehlertolerante bzw. fehlerfreundliche Konstruktion von Technik. Es mag trivial erscheinen, darauf hinzuweisen, dass man bei der Konstruktion nicht davon ausgehen sollte, „dass alles gut geht“. Mögliche Schadensereignisse in den *Mittelpunkt* des Konstruierens zu stellen, ist jedoch keineswegs trivial. Es können so technische Lösungen entworfen werden, die u.a. umfassend arbeitsorganisatorische Strukturen berücksichtigen, um insbesondere strukturell bedingtes, individuelles „menschliches Versagen“ zu reduzieren. Außerdem müsste in der Ingenieurpraxis – übrigens

auch in der Ingenieurwissenschaft – der gezielte Missbrauch von Technik in Sicherheitsbe- trachtungen einbezogen werden, Sicherheit als „Safety“ um „Security“⁷⁹⁷ erweitert werden.

Individuum als zweiter praxisbezogener Lernbereich

Eine wichtige Konsequenz aus den Erkenntnissen der sozialwissenschaftlichen Auseinander- setzung mit Schadensfällen ist die notwendige Berücksichtigung der Leistungen professioneller Normen. Durch die positive Bestärkung professioneller Normen können im individuellen Be- reich nur subjektiv verfügbare, kreative und normative Potenziale aktiviert werden, die bei- spielsweise vor einfachen „Wiederholungsfehlern“ schützen können und bei der Generierung der anlagenbezogenen Schadensszenarien unbedingt notwendig sind. Die größten Möglichkei- ten für eine *gezielte* Sensibilisierung von Ingenieuren für die Notwendigkeit einer derartigen Praxisdefinition und der damit verbundenen Verantwortungsübernahme liegen wohl im Be- reich der Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Als eine weitere Strategie zum Lernen aus Schadensfällen wird eine stärkere Orientierung an sicherheitsbezogenen Anforderungen bei der Besetzung von Arbeitsplätzen diskutiert. Dazu müssen entsprechende Profile für die jeweiligen Aufgabenbereiche erstellt werden. „Das Per- sonal in den sicherheitsrelevanten Großobjekten muss fachlich überzeugend ausgewählt wer- den können. Zu sehr arbeiten bislang Humanwissenschaftler und Ingenieure von einander ge- trennt am gleichen Objekt, es fehlt an gegenseitigem Verständnis.“⁷⁹⁸ Die Ingenieurwissen- schaften stellen somit, hinsichtlich einer verbesserten Personalauswahl zur Erhöhung der Si- cherheit technischer Systeme, an die „Humanwissenschaften“ konkrete Forderungen, die diese bisher kaum aufgreifen. Allerdings ist hier erneut auf die schon angedeutete Kritik einer mög- lichen Diskriminierung aufgrund solcher Auswahlverfahren bzw. diesen vorausgehenden, in Kombination bestimmter Personenmerkmale ermittelter Tauglichkeitsklassen, hinzuweisen.

Organisation als dritter praxisbezogener Lernbereich – Organisationskultur und Sicherheits- kultur

Der dritte Bereich betrifft das organisationelle⁷⁹⁹ Lernen. Beispielhaft soll hier ein neueres Modell vorgestellt werden: Von der Forschungsstelle Systemsicherheit des Lehrstuhls für Ar- beits- und Organisationspsychologie an der Technischen Universität Berlin und dem Tech- nischen Überwachungsverein (TÜV) Rheinland wurde ein Verfahren zur Analyse von Störungseignissen entwickelt, welches zur „Sicherheit durch organisationales Lernen“ (SOL) führen soll. Das Modell wurde für die kerntechnische Industrie entwickelt, ist inzwischen aber in der chemischen Industrie getestet worden. Es gibt eine computergestützte Version des Ver- fahrens. Man arbeitet mit einer klaren Trennung zwischen Informationssammlung und Infor- mationsinterpretation, um sich vor eingeschränkter Informationssuche und vorschneller Inter- pretation zu schützen. „Zur Sammlung von Informationen wird dem Analytiker eine Reihe von Fragen als Anregung zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe geklärt werden kann, *was* passiert

⁷⁹⁷ Das Englische ist hinsichtlich von „Sicherheit“ differenzierter als das Deutsche. „Security“ meint den Objekt- schutz vor gezielten missbräuchlichen Eingriffen, „Safety“ hingegen den Schutz der Anlage unter dem reinen Gebrauchsaspekt.

⁷⁹⁸ Kuhlmann 2001, 14.

⁷⁹⁹ In der Literatur variieren wieder die Begriffe: Es ist die Regel von „organisationellen“, „organisationalen“ oder „organisatorischen“ Lernen bzw. dem „Organisationslernen“.

ist, aber nicht *warum* es passiert ist.“⁸⁰⁰ Erst dann werden Hypothesen zur Erklärung generiert, wobei sowohl aktive (hier „direkt kontribuierende Faktoren“ genannt) als auch latente (hier „indirekt kontribuierende Faktoren“ genannt) Fehler berücksichtigt werden. Zur Identifikation der Faktoren dienen Listen mit Fragen, die jeweils anhand von Beispielen erläutert werden. Danach werden Beziehungen zwischen Faktoren nachgezeichnet: „Von allen Faktoren, die in Zusammenhang mit menschlichen Handlungen stehen, gibt es Verweise zu organisationalen, technischen, gruppenspezifischen oder interorganisationalen Faktoren. Die Verweise dienen ebenfalls der Überwindung monokausalen Denkens, da in vorgegebener Weise mehr als ein Faktor geprüft wird.“⁸⁰¹ Die Ziele des Verfahrens, also der Schutz vor eingeschränkter Informationssuche (zur Vermeidung vorschneller Hypothesenbildung) und die Hilfe zur Identifikation zeitlich und räumlich weit entfernter kontribuierender Faktoren, haben sich in der Praxis bewährt: „Mit SOL wurden hoch signifikant mehr Faktoren richtig als kontribuierend identifiziert als erste Hypothesen nahe legten. Von 98,3% der Versuchspersonen oder Gruppen wurde kein monokausales Denken bzw. keine abgebrochene Suche gezeigt. Mehr als die Hälfte der Versuchspersonen identifizierten auch Faktoren, die über ihr Fehlen wirkten.“⁸⁰²

Organisationssoziologische Betrachtungen münden auch in Forderungen nach einer neuen Organisationskultur respektive Sicherheitskultur.⁸⁰³ An der Forschungsstelle Systemsicherheit wurde nicht nur das SOL- Konzept entwickelt, sondern es wurden auch, von einem Forscherteam um Wilpert, acht unterschiedliche Modellansätze/ Konzeptionen von Sicherheitskultur verglichen,⁸⁰⁴ um daraufhin ein eigenes zu entwickeln und empirisch zu überprüfen. Allgemein wird in den neueren Veröffentlichungen Sicherheitskultur⁸⁰⁵ oftmals nur implizit als „das theoretische und praktische Bemühen bezeichnet, die Sicherheit komplexer System unter einem soziokulturellen Blickwinkel zu diskutieren, zu untersuchen und gezielt zu verbessern.“⁸⁰⁶ Allerdings wird der Begriff der Sicherheitskultur seit seinem Aufkommen Mitte der 80er Jahre recht unterschiedlich benutzt. Erstmals wurde er „im Zusammenhang mit dem sicheren Betreiben von Kernkraftwerken infolge der Tschernobyl-Katastrophe“⁸⁰⁷ von der Arbeitsgruppe „International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG) der Internationalen

⁸⁰⁰ Fahlbruch 2001, 127 – Hervorhebungen im Original.

⁸⁰¹ Fahlbruch 2001, 128.

⁸⁰² Fahlbruch 2001, 129.

⁸⁰³ vgl. Weißbach u.a. 1994; Büttner/ Fahlbruch/ Wilpert 1999.

⁸⁰⁴ vgl. die zusammenfassende Tabelle zum Vergleich der acht unterschiedlichen Sicherheitskulturverständnisse Büttner/ Fahlbruch/ Wilpert 1999, 126f.

⁸⁰⁵ Obwohl zu den neueren Veröffentlichungen gehörend, ist davon abweichend Kuhlmanns Verständnis von Sicherheitskultur. Kuhlmann bezieht sich nicht auf die Sicherheitskultur derjenigen, die unmittelbar mit Technik umgehen, sondern auf die Sicherheitskultur der Bevölkerung. Bei den in der Technikgenese Aktiven liege demnach ein nicht unbedingt verbesserungswürdiges Sicherheitsbewusstsein vor. Das Sicherheitsbewusstsein der Bevölkerung, das durch die Medien negativ geprägt sei, hingegen müsse, eingebettet in eine entsprechende Sicherheitskultur, verbessert werden, um den Ruf nach Verzicht auf eine Technologie oder einzelne technische Objekt langsam verstummen zu lassen (vgl. Kuhlmann 2000, 265); siehe hierzu auch Kuhlmanns Konzept zu Risikoberechnungen und einem allgemein gültigen Risikokriterium Kapitel 2.2.3.1.3 Vergleich mit dem kleinsten natürlichen menschlichen Sterberisiko als Risikokriterium.

⁸⁰⁶ Büttner/ Fahlbruch/ Wilpert 1999, 12.

⁸⁰⁷ vgl. Büttner/ Fahlbruch/ Wilpert 1999, 38.

Atomenergiebehörde (IAEA)“ verwendet. Die aktuelle Fassung lautet: „Sicherheitskultur ist ebenso die Vereinigung von Werten, Maßstäben, moralischen Prinzipien und Normen akzeptablen Verhaltens. Diese richten sich darauf, ein selbstdiszipliniertes Herangehen zur Steigerung der Sicherheit *über* rechtliche und aufsichtliche Anforderungen *hinaus* aufrecht zu erhalten. Deshalb muss Sicherheitskultur den Gedanken und Handlungen aller Individuen auf sämtlichen Ebenen der Organisation innewohnen.“⁸⁰⁸ Der Sicherheitskulturbegriff umfasst somit mehr als das rechtlich Geforderte und ist vom Grundgedanken her auf den Anlagenbetrieb ausgerichtet, aber auch auf die Anlagengenese übertragbar. Ebenso vertritt die Reaktorsicherheitskommission (RSK) in ihrem Memorandum zur Sicherheitskultur⁸⁰⁹ im Anschluss an INSAG, IAEA und den Kerntechnischen Ausschuss (KTA) ein unternehmens- bzw. organisationsbezogenes Verständnis von Sicherheitskultur.⁸¹⁰ Die RSK stellt sogar die Forderung auf, dass „Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden für ihre Tätigkeiten ein übergeordnetes Sicherheitsleitbild festschreiben und Aufsichtsleitlinien im Sinne der Sicherheitskultur definieren“⁸¹¹ sollten. Laut einem Beitrag für den Arbeitskreis Human Factor, der Störfallkommission der Bundesregierung, ist es das Ziel einer entwickelten Sicherheitskultur, „einen dynamischen und permanenten organisationalen Lernprozess mit dem Ziel der Optimierung des Gesamtsystems Technik-Mensch-Organisation aufrecht zu erhalten. Die Beteiligung der Mitarbeiter wird gezielt gefördert und ist wesentlicher Teil der Kultur: Hier spielen Faktoren wie Betriebsklima, Vertrauen zwischen Management und Bediener, Fehlerkultur und -management, Transparenz und Offenheit der internen und externen Kommunikation usw. eine herausragende Rolle.“⁸¹²

Aus der Forschung über Organisationskulturen können wichtige Ergebnisse auf den Begriff der Sicherheitskultur übertragen werden. Insbesondere im Zusammenhang mit High-Reliability-Organizations (HRO) wurde das Dilemma gleichzeitig geforderter Zentralität und Dezentralität behandelt.⁸¹³ Karl E. Weick hat auf diesem Gebiet Pionierarbeit geleistet: „Zwar sprach Weick (...) nicht explizit von Sicherheitskultur, stellte jedoch eine systematische Verbindung zwischen dem sicheren Betreiben komplexer Systeme, nämlich HRO, und der Kultur in solchen Organisationen her, die durch die empirischen Ergebnisse verschiedener HRO-Studien vielfältige Bestätigung fand.“⁸¹⁴ Der Widerspruch zwischen Zentralität und Dezentralität wird demnach durch die Organisations-/ Sicherheitskultur aufgehoben, denn der Dezentralisierung ist eine Zentralisierung gemeinsamer Sichtweisen unumgänglich vorgelagert. Organisationskultur kann dabei zu einer effektiven Steuerung der Organisation eingesetzt werden: „Kultur leistet

⁸⁰⁸ IAEA Safety Report Series Nr. 11, zitiert nach RSK 2002, 2 – Hervorhebungen durch d.V.

⁸⁰⁹ Reaktorsicherheitskommission 2002.

⁸¹⁰ Der Hintergrund des Memorandums ist interessant: Vor dem Hintergrund des Ausstiegs aus der atomaren Energieerzeugung und Liberalisierung des Strommarktes in Deutschland will man „geeignete Wege zur Aufrechterhaltung der Sicherheit durch eine hoch entwickelte Sicherheitskultur aufzeigen“ (RSK 2002, 1).

⁸¹¹ RSK 2002, 7.

⁸¹² Heins 2002, 9.

⁸¹³ vgl. Perrow 1989, Weick 1987; siehe auch Kapitel 3.2.1.2 Qualitativ neue Risiken als Hauptcharakteristikum der Risikogesellschaft und Kapitel 1.1.1.2.1.2 Etablierung gemeinsamer Sichtweisen über Organisationsgrenzen hinweg.

⁸¹⁴ Büttner/ Fahlbruch/ Wilpert 1999, 38.

zwanglos, was Entscheidungs-Zentralisierung nur mit hohem Kontrollaufwand sichert: Einverständnis mit allgemein geteilten Werten und Entscheidungs-Voraussetzungen.“⁸¹⁵

Weiβbach u.a. betrachten „Technikrisiken als Kulturdefizite“⁸¹⁶. Sie stellen die „Kommunikationsbeziehungen der verschiedenen Akteure und Professionen“⁸¹⁷ in den Mittelpunkt, denn sie gehen davon aus, dass die sozialwissenschaftliche Risikoanalyse immer auch eine Kommunikationsanalyse ist. „Je mehr unterschiedliche Fachrichtungen bei Entwurf, Aufbau und Betrieb von komplexen Systemen zusammenwirken, desto größer werden die Übersetzungsprobleme zwischen verschiedenen Fachcodes oder zwischen den Fachcodes einerseits und der von allen Akteuren geteilten Alltagssprache andererseits.“⁸¹⁸ Sie sehen in verschiedenen Fachdisziplinen unterschiedliche Sicherheitskulturen bzw. unterschiedliche „sicherheitskulturelle Wissensbestände“ verankert. Die Sicherheitskulturen können zudem anders unterteilt werden, z.B. in werkstattbasierte oder betriebs- und alltagszentrierte.⁸¹⁹ Im Zuge des technischen Wandels verändern sich auch die Sicherheitskulturen. Es stellt sich die Frage, ob der steigenden Komplexität der Risikostrukturen unterkomplexe soziale und kulturelle Bewältigungsstrategien gegenüberstehen.⁸²⁰

Sicherheitskultur kann somit auch in organisations- und professionsbezogen betrachtet werden. Professionelle Sicherheitskulturen werden teilweise, abhängig von deren konkreter Ausgestaltung, problematisch beurteilt:⁸²¹ Die unterschiedlichen und heterogenen Kulturen „können sicherheitsbezogenes Handeln blockieren oder neue Formen einer diskursvermittelten (Selbst-) Kontrolle freisetzen.“⁸²² Die Organisations- und die Professionsebene liegen „quer“ zueinander.⁸²³ Sicherheitskulturelle Vorstellungen auf organisationsbezogener oder professionsbezogener Ebene müssen keineswegs gegeneinander wirken. Die im ersten Kapitel ausführlich beschriebene Notwendigkeit der Reflexion der eigenen Praxis, und damit auch der normativen Strukturbedingungen, kann damit in der Fokussierung der Reflexion auf Sicherheit als Sicherheitskultur bezeichnet werden. Die Sicherheitskultur stellt übergeordnete Prinzipien bereit, an denen in konkreten Situationen untergeordnete Normen hinsichtlich ihrer Gültigkeit im Sinn der Prinzipien überprüft werden können. Die Sicherheitskultur kann in dieser Hinsicht auch als ein „Nährboden für angemessenes Handeln in Notsituationen“⁸²⁴ verstanden werden. Die Sicherheitskultur erlangt dann größere Bedeutung, wenn Normen reflektiert werden müssen – entweder weil außergewöhnliche, in Normen nicht bedachte, Umstände auftreten oder weil solche Umstände auftreten, die die Normenwendung aus einer höhergestellten Perspektive im konkreten Fall verbieten. Sicherheitskultur in diesem Verständnis ist somit dem postkonventionellen Bewusstsein zuzuordnen.

⁸¹⁵ van Treeck 1999, 62.

⁸¹⁶ so der Titel ihres Buches: vgl. Weiβbach u.a. 1994.

⁸¹⁷ vgl. Weiβbach u.a. 1994, 29.

⁸¹⁸ vgl. Weiβbach u.a. 1994, 30.

⁸¹⁹ vgl. Weiβbach u.a. 1994, 83.

⁸²⁰ vgl. Weiβbach u.a. 1994, 88ff.

⁸²¹ vgl. Weiβbach u.a. 1994, 271.

⁸²² van Treeck 1999, 62.

⁸²³ vgl. Kapitel 1.1.1.2.1.2 Etablierung gemeinsamer Sichtweisen über Organisationsgrenzen hinweg.

⁸²⁴ van Treeck 1999, 62.

2.2 Risikoberechnungen oder: Welcher subjektiver Leistungen bedarf es, um „objektive“ Risiko-Zahlen hervorzubringen?

Ein selbstgestelltes Ziel der Ingenieurwissenschaften ist es, Risiken durch Berechnungen „rational“ oder „objektiv“ zu bestimmen, um zu beurteilen, welche Technik bzw. welche Risiken zu verantworten und akzeptabel seien.⁸²⁵ Dieses Kapitel untersucht die Möglichkeiten und Grenzen von Risikoberechnungen und den damit verbundenen Objektivitätsanspruch. Es zeigt – insbesondere in Auseinandersetzung mit der Risikoformel – auf, in welcher Form subjektive Leistungen von Ingenieuren bei der Berechnung erbracht werden müssen.

Risikoberechnungen werden sowohl im Rahmen des Geneseprozesses einer technischen Anlage, als auch zur Beurteilung eines Entwurfes oder einer gebauten technischen Anlage vorgenommen. Es macht jedoch einen Unterschied, ob ein und dieselbe Person im Prozess der Anlagengenese die von ihr selbst konstruierte Technik einer berechnenden Analyse unterzieht, oder ob ein Dritter die konstruierte Technik auf der Grundlage eines detaillierten bestehenden Anlagenentwurfes analysiert. In diesem Kapitel steht prototypisch die letztgenannte Form der Risikoberechnungen im Vordergrund. Risikoberechnungen im Zusammenhang mit der Genese technischer Anlagen sind somit nicht nur den Ingenieurwissenschaften zuzurechnen, sondern auch der Ingenieurpraxis. Risiken werden in der Ingenieurpraxis rechnerisch ermittelt, um sie mit einem als akzeptabel angesehenen Risikowert (dem Risikokriterium) vergleichen zu können. Ingenieurwissenschaftler entwickeln für diese Berechnungen Konzepte. Daher sind hier Risikoberechnungen als ingenieurwissenschaftliches Instrument zum Umgang mit Risiken aufgeführt.

2.2.1 Risikoformel

Nach der Risikoformel wird Risiko über den Erwartungswert R als Produkt der möglichen negativen Folgen (Schadensumfang, -ausmaß oder -höhe genannt (S)) und deren Wahrscheinlichkeit (Eintrittshäufigkeit oder -wahrscheinlichkeit genannt (H)) jeweils möglicher Schadensereignisse (Index i) dargestellt. Die Addition der Risiken der möglichen Schadensereignisse ergibt das Gesamtrisiko. Zumeist wird die Risikoformel, unter Verzicht auf Nennung des Index i , klassisch dargestellt als:

$$R = H * S$$

Die Risikoformel ist ein gemeinsamer Bezugspunkt verschiedener Disziplinen, die sich mit Risiken beschäftigen. Die aus der Versicherungsbranche stammende Formel⁸²⁶ wird in übertrager Form nicht nur in den Ingenieurwissenschaften, sondern auch in der Wirtschafts-, Sozial- und Rechtswissenschaft verwendet.

In dieser Arbeit wird die Risikoformel vorwiegend in ihrer einfachen Grundform diskutiert. Es gibt eine Vielzahl an Ausdifferenzierungen der Risikoformel, z.B. zur Berücksichtigung des

⁸²⁵ vgl. Banse 1996b, 36; Bechmann/ Wolf 1993, 13.

⁸²⁶ vgl. Bechmann/ Wolf 1993, 13.

Risikos einer bestimmten Personengruppe innerhalb eines Zeitintervalls.⁸²⁷ Sowohl die Darstellung, als auch die Herleitung solcher mathematischer Annäherungen an eine noch genauere Berechnung von Risiken wird ausgeklammert, denn das Anliegen dieses Textes ist es, grund-sätzliche Überlegungen zu den Berechnungsmöglichkeiten und ihren werturteilsabhängigen Voraussetzungen anzustellen und dabei strukturelle Probleme zu beschreiben, mit denen sich auch die noch so verfeinerten Risikoformeln zwangswise auseinander setzen müssen. Zudem wird die Risikoformel auch in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur, die sich aus übergeordneter Perspektive mit Risiko und Sicherheit beschäftigt, oft genug auch „nur“ in der Grundform behandelt.⁸²⁸

Für die Variablen der Risikoformel wird im Folgenden jeweils analysiert, was sie leisten, wo-durch ihre Leistung begrenzt wird, wie sie erweitert werden können und unter welchen Voraus-setzungen ihre Verwendung sinnvoll ist.

2.2.1.1 Schadensereignisse

Technische Anlagen sind kein Monolith, daher handelt es sich bei den meisten Risiken technischer Anlagen um aggregierte Risiken, die sich aus Teilrisiken, wie z.B. dem Versagen einzelner Komponenten und deren Verbindung, ergeben. Durch den Index i werden mögliche Schadensereignisse beschrieben, deren Zusammenfassung idealerweise das Gesamtrisiko bildet. „Da in einer technischen Anlage grundsätzlich mehrere, nach Art und Ausmaß ver-schiedene Schadensereignisse denkbar sind, ergibt sich das Gesamtrisiko einer solchen Anlage als Summe über alle möglichen Produkte aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß aller denkbaren Einzelereignisse.“⁸²⁹ Die mit dem Index i beschriebene Risikoformel⁸³⁰ $R_i = H_i \cdot S_i$ wird als Summe durch $R_{\text{gesamt}} = \sum_i R_i = \sum_i H_i \cdot S_i$ beschrieben.⁸³¹ Um das Gesamtrisiko einer technischen Anlage zu berechnen, müssen also erstens, alle potenziellen Schadens-ereignisse bekannt sein und zweitens, muss für jedes dieser potenziellen Schadensereignisse sowohl die jeweilige Eintrittswahrscheinlichkeit als auch das Schadensausmaß bekannt sein.⁸³²

Die Bestimmung der Schadensereignisse ist somit eine „Definition dessen, was als Schaden bezeichnet wird und in die Risikoermittlung eingeht.“⁸³³ Die möglichen Schadensereignisse müssen konstituiert werden, wobei Quellen fachlicher und normativer Art die individuelle Er-fahrung des die Risikoberechnung aufstellenden Ingenieurs unterstützen. Insbesondere die in der Fachwelt analysierten Schadensereignisse, deren Gesamtbetrachtung idealerweise in eine Klassifikation von Schadenszenarien mündet, können zur Konstitution zu beachtender mög-licher Schadensereignisse herangezogen werden.⁸³⁴ Auch Datenbanken als Orte „kondensierter

⁸²⁷ $\int s dF(s) = \sum_{n=1}^{\infty} S_K n P_{Kn} = S_K \sum_{n=1}^{\infty} n P_{Kn}$ Auf eine Legende der Kurzzeichen wird hier verzichtet. Die Formel soll lediglich eine von vielen unterschiedlichen Erweiterungsformen verdeutlichen.

⁸²⁸ z.B. Seeliger 1993, 8; Hohe/ Matz 1999, 12; Blaß 1989, 209; Jansen 1990, 7.

⁸²⁹ Pilz 1980, 230.

⁸³⁰ z.B. genannt in Fritzsche 1986, 11.

⁸³¹ Das kleine i steht korrekterweise unter dem Summenzeichen.

⁸³² vgl. Pilz 1980, 230.

⁸³³ Renn/ Kals 1990, 68.

⁸³⁴ siehe Kapitel 2.1 Lernen aus Schadensfällen.

vergangener Erfahrung“ könnten ein wichtiges Hilfsmittel sein.⁸³⁵ Schadenszenarien sind teilweise sogar Gegenstand normativer Forderungen. Jedoch ist zu bedenken, dass solche Hilfsmittel immer nur Analogieschlüsse ermöglichen.

Zur Bestimmung der potenziellen Schadensereignisse müssen subjektive Leistungen erbracht werden, denn die Konstitution der möglichen Schadensereignisse ist kein selbsttätiger Automatismus, auch wenn die beschriebenen Hilfestellungen durch Fachliteratur und normative Vorgaben in begrenztem Rahmen vorhanden sind. Die möglichen Schadensereignisse sind idealerweise schon vom entwerfenden Ingenieur konstituiert und durch darauf bezogene Sicherheitsstrategien eingefangen worden. Die auf einen in seiner Gesamtheit fertigen Anlagenentwurf bezogenen Risikoberechnungen sind eine Überprüfung der zuvor entworfenen Schadensmechanismen hinsichtlich ihrer Richtigkeit und Vollständigkeit und der darauf bezogenen Rechenschritte und ihrer Voraussetzungen. Bei der Bestimmung der möglichen Schadensereignisse wird überprüft, ob Schadensereignisse nicht beachtet wurden, etwa weil sie vergessen bzw. bewusst ausgeklammert wurden, die u.U. doch in die Berechnung aufgenommen werden müssten. Ideales Ziel ist die Erstellung eines „vollständigen“ Katalogs möglicher Schadensereignisse.

2.2.1.1 Grenzen der Bestimmung möglicher Schadensereignisse

Die Vollständigkeit ist jedoch nur ein nicht zu erreichendes Ideal.⁸³⁶ Es können sich immer wieder Schäden verwirklichen, die bisher noch nicht aufgetreten sind und daher auch in der gesamten weltweiten Fachwelt unbekannt sind.⁸³⁷ Darüber hinaus müssen in der Fachwelt bekannte mögliche Schadensereignisse nicht unbedingt allen Praktikern bekannt sein.⁸³⁸ Das Problem verschärft sich bei innovativen technischen Anlagen, für die keine Erfahrungswerte vorliegen können.

Ein Schadensereignis kann weitere Schadensereignisse nach sich ziehen. Es ergeben sich „Schadensketten“, deren Betrachtung bei einem bestimmten „Kettenglied“ aufgrund einer normativen subjektiven Festlegung abgebrochen werden muss. Schon die Erfassung von möglichen Sekundär- und Tertiärschäden und ihre Bewertung bereiten erhebliche Schwierigkeiten.⁸³⁹ Im Gutachten des WBGU 1999 wurden grundlegende „Zweierketten“ und „Dreierketten“ allgemeiner Art zwischen Mensch und Umwelt beschrieben und an Beispielen illustriert. „Wie die vom Beirat identifizierten Syndrome des Globalen Wandels zeigen, können komplexe Mensch-Umwelt-Interaktionen weitaus mehr als 3 Kettenglieder aufweisen. Die Kette kann sich wieder schließen, dann entstehen Rückkopplungsschleifen („Teufelskreise“) des Globalen Wandels.“⁸⁴⁰

⁸³⁵ vgl. Pasman/ Vrigling 2001, 151f.

⁸³⁶ vgl. Kuhlmann 1995, 96.

⁸³⁷ Zur Unterscheidung von Marksteinen und Wiederholungsfehlern siehe auch Kapitel 2.1.1.1 Schadensfälle in ingenieurwissenschaftlicher Betrachtung.

⁸³⁸ „Das Phänomen der Zinkversprödung bei heißem Stahl war vor der Flixborough-Untersuchung außerhalb der Forschungslaboratorien nahezu unbekannt.“ (Taylor 1984, 89).

⁸³⁹ vgl. Banse 1996b, 38, der von „Sekundärfolgen“ und „Tertiärfolgen“ spricht.

⁸⁴⁰ WBGU 1999, 52.

Des Weiteren können, da mit der Formel gerechnet werden soll, nur „zählbare“ bzw. „messbare“ (allgemein: quantifizierbare) mögliche Schäden betrachtet werden. Um zu zählen, müssen zuvor Kategorien gebildet werden: „Um den Ereignisraum zu bestimmen, muss man die Anzahl gleicher Ereignisse zählen, die als Schaden angesehen werden (Tote, Häuser, Erkrankungen, Fehlverbindungen u.ä.), um zu einer quantitativen Größe zu kommen. Dies setzt aber bereits eine Kategorisierung“⁸⁴¹ von Schäden voraus. Ähnliches gilt für die Lastfälle (Schneelast, Windlast, usw.) im konstruktiven Ingenieurbau, die als kategorisierte Einwirkungsmechanismen bzw. im Sinne des obigen Textes als „Schadensszenarien“ bezeichnet werden können. Oftmals wird kritisiert, dass beispielsweise im Bereich der Bewertung der Risiken atomarer Anlagen, nur bestimmte Risiken (i.d.R. Todesrisiken, Krankheitsrisiken und ökonomische Risiken) erfasst und weitere Risiken ausgeschlossen werden.⁸⁴² Während in den ersten Überlegungen zu Risikoanalysen, deren Grundlage Risikoberechnungen sind, ein breites Schadensspektrum (z.B. Kontamination von landwirtschaftlichen Produkten, Trinkwasserressourcen und Landflächen) bei einem nuklearen Unfalls berücksichtigt wurde,⁸⁴³ leitete 1957 der erste Brookhaven-Report eine Wende ein: „Der Brookhaven-Report markierte einen wichtigen Abschnitt in der Entwicklung des nuklearen Risiko- bzw. Schadensbegriffs: Die nach einem Reaktorunfall eintretenden Schäden wurden darin ausschließlich anhand folgender drei Schadenskategorien gemessen: Todesfälle, Erkrankungen und Eigentumsschäden.“⁸⁴⁴ Diese Schäden sind haftungsrechtlich erfassbar. Die Ausklammerung von Gemeinschaftsgütern wurde zum Standard der Risikoanalysen.⁸⁴⁵ Die Auswahl der zu berücksichtigenden Folgen ist als ein Werturteil anzusehen. „Welche Daten und Aspekte bei einer Bestimmung des Risikos eines Unfalls in einem Kernkraftwerk als relevant zu betrachten sind (z.B. nur direkte Todesfälle beim Unfall oder auch Schadensfälle in späteren Generationen, nur wirtschaftliche oder auch ästhetische Folgen ist nicht ‚objektiv‘ – d.h. aufgrund von Tatsachenwissen allein – zu entscheiden. Relevanzurteile sind immer Werturteile.“⁸⁴⁶ Wenn schon die Kontamination von landwirtschaftlichen Produkten, Trinkwasserressourcen und Landflächen aus solchen Risikobetrachtungen ausgeschlossen ist, dann versteht sich von selbst, dass „weichere“ Schadensdimensionen überhaupt nicht berücksichtigt werden. Dementsprechend wird kritisiert, dass bei der Auswahl der berücksichtigten bzw. zu berücksichtigenden Schadensdimensionen subjektive Betroffenheiten⁸⁴⁷ (Ängste, Vertrauensverluste usw.) zwar in der sozialwissenschaftlichen Risikoakzeptanzforschung, jedoch nicht in Risikoberechnungen beachtet werden. Darüber hinaus bereite die „Verrechnung bzw. Kopplung unterschiedlicher Schadensdimensionen (...) (z.B. hinsichtlich additiver oder synergetischer Effekte)“⁸⁴⁸ erhebliche Schwierigkeiten.

⁸⁴¹ Kornwachs 1996a, 74.

⁸⁴² vgl. Cogoy 1984, 150.

⁸⁴³ vgl. Kollert 1997, 27.

⁸⁴⁴ Kollert 1997, 28.

⁸⁴⁵ vgl. Kollert 1997, 28.

⁸⁴⁶ Jungermann/ Slovic 1997, 199.

⁸⁴⁷ vgl. Banse 1996b, 39. Allerdings gibt es beispielsweise Bestrebungen, einen sogenannten „Aversionsfaktor“ heran zu ziehen, der das Problem zum Beispiel der Aversion gegenüber großen Schadensausmaßen einfangen soll. (siehe unten).

⁸⁴⁸ Banse 1996b, 39.

Es gibt auch systematisch ausgeschlossene Fehler. Hierzu zählen die Common-Cause-Fehler,⁸⁴⁹ also Fehlerereignisse, durch die mehrere Bereiche einer technischen Anlage gleichzeitig ausfallen, z.B. Blitzschlag, Brand, Erdbeben, Stromausfall.⁸⁵⁰ Man versucht zum Teil diese Fehler, z.B. beim Aufstellen von Fehlerbäumen durch abweichende Gewichtungen, ansatzweise zu berücksichtigen.⁸⁵¹ Im konstruktiven Ingenieurbau ermöglichen Kombinationsregeln für Einwirkungen eine Berücksichtigung von Common-Cause-Einwirkungen, wobei zwischen seltenen, häufigen und quasi-ständigen Kombinationen unterschieden wird.⁸⁵² Einige Risikoberechnungen „umgehen“ das Problem, indem sie Common-Cause-Fehler qua Definition ausschließen.⁸⁵³ Faktisch existieren solche Verknüpfungen jedoch häufig, wie in der retrospektiven Betrachtung von Schadensfällen eindeutig nachgewiesen wurde.⁸⁵⁴ Es ist daher unverständlich, wie es zu einem solchen Ausschluss kommen kann.

Neben Common-Cause-Einwirkungen sind auch sozial bedingte Einwirkungen auf technische Anlagen (z.B. Krieg oder Sabotage) in den Risikoberechnungen von vornherein ausgeschlossen, die jedoch berücksichtigt werden müssten.⁸⁵⁵ Gerade bei Atomkraftwerken ist die Möglichkeit geplanter Sabotageakte und gezielter erpresserischer Angriffe von außen (egal ob aus politischen oder rein kriminellen Gründen) zu beachten. Kriege und kriegerische Handlungen werden in den Risikoberechnungen ebenfalls nicht berücksichtigt. So sind Atomkraftwerke strategisch wichtige Ziele in kriegerischen Auseinandersetzungen,⁸⁵⁶ die es zum Beispiel auch Staaten, die nicht im Besitz von atomaren Waffen sind, ermöglichen, im Land des Atomanlagen besitzenden Gegners radioaktive Schäden größeren Ausmaßes hervorzurufen.

Teilweise werden Einwirkungen auch nur ausgeschlossen, um den Aufwand bei der Erstellung einer Sicherheits- oder Risikoanalyse zu verringern: „In manchen Fällen werden Gefahren absichtlich von den Analysen ausgenommen, um den Aufwand zu verringern. So können z.B. nur die Gefahren eines einfachen oder doppelten Ausfalls einbezogen werden oder nur Ausfallkombinationen, die häufiger als einmal in 1000 Jahren auftreten. Solche Abbruchvorschriften dienen im Allgemeinen dazu, Analysen nicht mit zuviel bedeutungslosen Details zu überfrachten.“⁸⁵⁷ Generell müssen zur Auswahl „starke“ subjektive Leistungen erbracht werden, die sicherheitsrelevant sind. Der Zwang zur verantworteten Stopp- und Auswahlentscheidung ist nicht zu umgehen. Der Vollständigkeits- bzw. Selektivitätsgrad zeigt dabei auch etwas über den Erfahrungsschatz des die Analyse durchführenden Ingenieurs, wobei manche Autoren vermuten, dass der größte Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Analytikern

⁸⁴⁹ Teilweise findet sich in der Literatur neben der Bezeichnung „Common-Cause-Fehler“ die Bezeichnung „Common-Mode-Fehler“. Man könnte hinsichtlich der Common-Mode-Fehler allgemeiner von „Common-Mode-Einwirkungen“ sprechen.

⁸⁵⁰ vgl. Kollert 1997, 29 und 43.

⁸⁵¹ vgl. Kuhlmann 1995, 83.

⁸⁵² vgl. ENV 1991-1 1994, 32.

⁸⁵³ Zur Kritik hieran siehe Kapitel 2.3.2.1 Baummodelle als wichtige Hilfsmittel für Analyseverfahren.

⁸⁵⁴ vgl. Kapitel 2.1.2.2 Kritik des Ursachenbegriffs.

⁸⁵⁵ vgl. Kollert 1997, 43.

⁸⁵⁶ Carl Friedrich von Weizsäcker sieht die größte Gefahr der Atomkraft in Gewaltakten, insbesondere Kriegen (vgl. seine Einleitung zu Meyer-Abich/ Schefold 1986).

⁸⁵⁷ Taylor 1984, 91.

darin bestehe, dass die erfahrenen Analytiker einen höheren Grad an Selektivität erreichen würden.⁸⁵⁸

2.2.1.1.2 Erweiterungsvorschläge zur Variablen der Schadensereignisse/ Schadensszenarien

Zur Erweiterung der Variablen bei Schadensereignissen werden zwei Vorschläge nachgezeichnet und diskutiert: das Risiko als Tripel und die um den Nutzenaspekt erweiterte Risikoformel.

2.2.1.1.2.1 Risiko als Tripel, als Risikokurve bzw. als Risikokurvenfamilie

Eine ähnliche, wie die schon oben aufgeführte Erweiterung um einen Index schlagen Kaplan und Garrick vor. Ihre Beschreibung von Risiken fußt auf Antworten auf folgenden Fragen:

- i) Was kann falsch laufen? (Szenario, s)
- ii) Wie wahrscheinlich ist es, dass dies eintritt? (Wahrscheinlichkeit, p)
- iii) Wenn es eintritt, welche Folgen hätte es? (Folge, x)

Innerhalb dieser Logik ist es möglich, eine Tabelle zu erstellen, die alle drei Variablen erfasst. Dies verdeutlicht, dass das Risiko als ein Tripel dargestellt werden kann.⁸⁵⁹

Als Randbemerkung sei festgehalten, dass die Szenarien entworfen sind, ebenso wie das technische Objekt. Bei den hier referierten Ansätzen fehlt der Hinweis auf die subjektiven Leistungen, die dazu erbracht werden müssen.

Szenario	Wahrscheinlichkeit	Folge
s_1	p_1	x_1
s_2	p_2	x_2
.	.	.
.	.	.
s_N	p_N	x_N

Tabelle 5: Vorbereitung der Darstellung der Risikoformel als Tripel nach Kaplan Garrick 1981.

⁸⁵⁸ vgl. Taylor 1984, 92. Taylor spricht im Zusammenhang des Zitates von Gefahrenanalyseverfahren.

⁸⁵⁹ Insgesamt ist die Idee der Risikodarstellung in Form von Tripel und darauf aufbauenden Risikokurven in der Literatur wenig verbreitet.

„Die i-te Linie in dieser Tabelle kann als ein Tripel betrachtet werden: (s_i, p_i, x_i) , wobei s_i die Beschreibung eines Szenarios ist, p_i die Wahrscheinlichkeit dieses Szenarios und x_i die Folge oder das Bewertungsmaß dieses Szenarios ist, d.h. das Maß des Schadens.“⁸⁶⁰

Kaplan und Garrick definieren Risiko also als eine vollständige Liste von Tripeln mit der Formel: $r = [(s_i, p_i, x_i)]$, $i = 1, 2, \dots, N$. Risiko ist somit kein einzelner Zahlenwert: „Wir sagen (.), nicht der Mittelwert der Kurve, sondern die Kurve selbst ist das Risiko. Eine einzige Zahl vermittelt keinen hinlänglichen Eindruck dessen, was ein Risiko ist. Dazu bedarf es einer ganzen Kurve.“⁸⁶¹ Für jedes Szenario ergibt sich eine Risikokurve. Erst die Zusammenstellung der verschiedenen Kurven als Kurvenfamilie stellt das Gesamtrisiko dar.⁸⁶²

Da in der Realität jedoch niemals eine vollständige Liste von Tripeln erreicht werden kann, werden alle bekannten Tripel nach dem aufgezeigten Muster aufgestellt. Die unbekannten Tripel werden zu einem einzigen Tripel zusammengefasst. Durch diesen Trick ergibt sich doch eine „vollständige“ Liste aller Tripel. „An die Stelle der emotionalen Frage ‚Was ist mit den Dingen, an die nicht gedacht worden ist?‘ tritt die Formulierung ‚Welche Wahrscheinlichkeit sollten wir der Restkategorie S_{N+1} zuschreiben?‘“⁸⁶³ Als ein Beispiel für eine solche Restkategorie können auch die „außergewöhnlichen Einwirkungen“ im konstruktiven Ingenieurbau aufgefasst werden.

2.2.1.1.2.2 Um den Nutzenaspekt erweiterte Risikoformel („Nutzen-Schaden-Formel“)

Oftmals wird gefordert, man solle „nicht nur die Risiken der Technik betrachten, sondern auch ihre Chancen bzw. ihren Nutzen“. Der Nutzen werde in Risikobetrachtungen ausgeklammert oder bestenfalls „homogenisiert“ berücksichtigt.⁸⁶⁴ Aus der Forderung zur Berücksichtigung des Nutzens wird erneut deutlich, dass in der Mehrzahl der Fälle Risiko negativ besetzt ist. Der Begriff „Chance“ wird gewissermaßen als Gegenbegriff (Antonym) zum Risiko aufgefasst, obwohl er dies nicht ist, denn auch er beschreibt laut wissenschaftlicher Definition mögliche positive *und* negative Folgen, nur dass im alltagssprachlichen Verständnis die positiven Folgen dominieren.

- Risiko: Abwägung von möglichen negativen und positiven Folgen mit Betonung negativer Folgen
- Chance: Abwägung von möglichen positiven und negativen Folgen mit Betonung positiver Folgen

Die Begriffe Risiko und Chance bergen gleichermaßen Ungewissheit in sich, die im ersteren Fall negativ, im letzteren Fall positiv besetzt ist. Beide Begriffe beanspruchen für sich, die jeweils andere Seite zu umfassen. Das Problem ist, dass zu den beiden Begriffen Risiko und

⁸⁶⁰ Kaplan, Garrick 1981, Nachdruck 1993, 95.

⁸⁶¹ Kaplan, Garrick 1981, Nachdruck 1993, 97.

⁸⁶² ähnlich Sauer 1989, 116ff., der von „Risiko-Isolinien“ spricht.

⁸⁶³ Kaplan, Garrick 1981, Nachdruck 1993, 103.

⁸⁶⁴ vgl. Cogoy 1984, 150.

Chance kein Oberbegriff existiert⁸⁶⁵ (und beide sich gegenseitig umfassen). Um beides besser trennen zu können, wird daher in diesem Unterkapitel zwischen möglichem Schaden und möglichem Nutzen differenziert. Beide werden gegeneinander aufgewogen, wobei sich der Nutzen genau wie der Schaden aus „möglichen Folgen mal Eintrittswahrscheinlichkeit“ berechnet. Ein grundlegendes Problem besteht allerdings schon in der Bewertung möglicher Folgen als positiv oder negativ. So kann es durchaus möglich sein, dass die gleichen „möglichen Folgen“ von einer gesellschaftlichen Gruppe als negativ angesehen, und von einer anderen gesellschaftlichen Gruppe als positiv bewertet werden.

Auch auf der Nutzenseite sind im Übrigen keine vollständigen und eindeutigen Aussagen über die Szenarien, Eintrittswahrscheinlichkeiten und Ausmaße positiver Folgen möglich. Dort herrscht jedoch weniger Unbekanntheit (so sollte man zumindest annehmen) und das Unbekannte ist nicht unerwünscht, weil es positiv bewertet wird. Auf der Nutzenseite tritt die Problematik der vergessenen Fälle insofern in abgeschwächter Form auf, da es zunächst einmal kein Problem darstellen dürfte, wenn sich *unerwartete zusätzliche positive* Folgen ergeben. Allerdings stellt die Vollständigkeit der berücksichtigten Folgen für Verfechter der Einbeziehung des Nutzens in Risikoberechnungen natürlich auch ein ernsthaftes Problem dar. Sie versuchen den Gesamtnutzen mit dem Gesamtschaden abzugleichen. Um den möglichen Nutzen und den möglichen Schaden gleichermaßen und gleichgewichtig zu berücksichtigen, könnte folgende „Nutzen-Schaden-Formel“ herangezogen werden:

$$\text{Risiko}^{866} = (\text{Nutzenwahrscheinlichkeit} \text{ mal Nutzenausmaß}) - (\text{Schadenswahrscheinlichkeit} \text{ mal Schadensausmaß})$$

Dies wäre natürlich wieder nur die einfache Form und auch diese Formel könnte auf beiden Seiten um die verschiedenen Szenarien erweitert werden. Es ergäbe sich also ein zweiter Satz von Tripeln bzw. der Index für die Einzelbetrachtung müsste herangezogen werden.

Der in den Wirtschaftswissenschaften verwendete Risikobegriff weist Parallelen zum, um den Nutzenaspekt erweiterten, technischen Risikobegriff auf. „Es gibt vier grundlegende Risikodimensionen: Wahrscheinlichkeit des Gewinnens, Menge des Gewinns, Wahrscheinlichkeit des Verlierens, Höhe des Verlustes.“⁸⁶⁷ Die Wirtschaftswissenschaft versucht beispielsweise mit Nutzentheorien „durch die Analyse individueller Vorlieben („Präferenzstruktur“) zu quantitativen Maßgrößen zu kommen, mit denen sich die verschiedenartigen (materiellen wie immateriellen) Aspekte von Nutzen und Schaden messen lassen.“⁸⁶⁸ In der ökonomischen Analyse wird beispielsweise vom Verhältnis zwischen Kosten-Nutzen, Schaden-Nutzen, Kosten-Wirksamkeit⁸⁶⁹ aber auch zwischen Verlust-Gewinn gesprochen. Dabei unterscheidet sich eine Kosten-Nutzen-Analyse von einer Analyse potenzieller Gewinne und Verluste. Die Kosten-

⁸⁶⁵ Ein weiteres Problem besteht darin, dass das Wort Risiko noch in einem anderen Gegensatzpaar prominent vorkommt, nämlich „Risiko – Sicherheit“.

⁸⁶⁶ Die Bezeichnung Risiko im Ergebnisteil der Risikoformel wird nur aus Gründen der Formulierungen in der Literatur und in Ermangelung eines Risiko und Chance umschließenden Oberbegriffs gewählt. Man könnte allgemein vom „Nutzenkalkül“ sprechen.

⁸⁶⁷ Schwarz 1996, 129.

⁸⁶⁸ Bechmann/ Wolf 1993, 14.

⁸⁶⁹ vgl. ähnlich Nowitzki 1997, 132f.

Nutzen-Analyse ist ein volkswirtschaftliches Instrument, mit dem die Verwendung öffentlicher Steuergelder betrachtet wird. Sie ist das Pendant zur betriebswirtschaftlichen Investitionsrechnung, in der die erwarteten Salden von Gewinnen und Verlusten durch eine Investitionsmaßnahme, also die Veränderungen des Eigenkapitals eines Unternehmens, betrachtet werden.⁸⁷⁰ Allgemein gilt: Wenn man auf einer Skala Gewinn und Verlust messen kann, so kann man „Risiko als Erwartungswert ansehen, der sich ergibt, wenn man (positiv bewerteten) Nutzen und (negativ bewerteten) Schaden gegeneinander aufrechnet.“⁸⁷¹

Verrechnung möglicher positiver wie negativer Folgen

Es stellt sich die Frage, inwieweit potenzieller Nutzen und Schaden gegeneinander aufgerechnet werden können. In der Medizin werden beispielsweise die potenziellen Folgen einer Nichtbehandlung bei Krankheit gegen die potenziellen Folgen einer Behandlungsmethode aufgewogen und nur wenn letztere geringer sind, so sollte die Behandlung angestrebt werden. Dies lässt sich auf den Umgang mit technischen Risiken übertragen: „Ein Verzicht auf Technologie mit hohem Katastrophenpotenzial ist nur dann sinnvoll, wenn nutzengleiche Alternativen mit geringerem Katastrophenpotenzial zur Verfügung stehen.“⁸⁷²

In vielen ingenieurwissenschaftlichen und teilweise auch gesellschaftswissenschaftlichen Arbeiten wird häufig die Frage „Wie sicher ist sicher genug? – How safe is safe enough?“ gestellt. Die Formulierung stammt – vermutlich ursprünglich – aus dem, erstmals 1969 erschienenen, sehr einflussreichen Artikel des Ingenieurs Chauncey Starr, der damals Direktor der Reaktorherstellerfirma Atomic International⁸⁷³ war und noch im hohen Alter im Jahr 2000 den George D. Pake Prize der American Physical Society erhalten hat, womit er für sein Lebenswerk zur Atomenergienutzung geehrt wurde.⁸⁷⁴ Aufgrund der breiten und noch immer andauernden Rezeption seines Artikels aus dem Jahr 1969 in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur kann ihm programmatischer Charakter zugesprochen werden. Starr wollte den sozialen Nutzen versus technischem Risiko, so auch der Titel des Aufsatzes, beschreiben. Starr schlägt „einen Ansatz vor, quantitative Messungen des Nutzens im Vergleich zu den Kosten vorzunehmen für ein wichtiges Glied im Spektrum unserer sozialen Werte – nämlich Todesfälle durch Unfall im Zusammenhang mit öffentlich genutzten technischen Produkten.“⁸⁷⁵ Aufbauend auf seine Argumentation wurden viele Anwendungen entwickelt, beispielsweise zur Erfassung des Nutzens im Energiebereich. Kollert referiert eine Position der Abteilung für Risikobewertung der Internationalen Atomenergieagentur in Wien: „Während des letzten Jahrhunderts habe der allgemeine technische Fortschritt zu einer um etwa 35 Jahre erhöhten Lebenserwartung geführt. Wenigstens 10% davon, also etwa 3,5 Jahre, seien auf verbesserte Energieversorgungstechnologie zurückzuführen. Die Energietechniken würden andererseits auch Risiken bergen. Bei Erdgas und Kernenergie seien es etwa 1 Toter pro Jahr erzeugtem Gigawatt Elektrizität, bei anderen Energietechniken etwa 10 mal mehr. Bei einem Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch von 5 kW, entsprechend 5 Gigawatt pro Million Menschen, errechne

⁸⁷⁰ vgl. Hanusch 1994, Wicke 1993, Samuelson 1998.

⁸⁷¹ Bechmann/ Wolf 1993, 14.

⁸⁷² WBGU 1999, 71.

⁸⁷³ vgl. Kollert 1997, 35.

⁸⁷⁴ www.aps.org/praw/pake/00winner (10.01.2001).

⁸⁷⁵ Starr 1969, Nachdruck 1997, 4.

sich daraus eine Senkung der Lebenserwartung um 0,1 bis 0,01 Jahre. Das bedeutet, dass der gesundheitliche Nutzen der Energietechnologie das gesundheitliche Risiko um das 30 bis 300 fache übertreffe.⁸⁷⁶ Starr kommt in seinem Aufsatz zu dem allgemeinen Schluss: „Der allgemeine soziale Nutzen des technischen Fortschritts übersteigt die damit verbundenen Kosten in ausreichendem Maße, um technisches Wachstum unausweichlich zu machen.“⁸⁷⁷

Das nach der Abwägung von Kosten und Nutzen ermittelte Verhältnis dient demnach als Entscheidungshilfe für die Risikoakzeptanz. „Kosten sind hierbei definiert als direkte und indirekte Verluste, wobei direkte Verluste leicht in Verrechnungseinheiten (üblicherweise Währungseinheiten) angegeben werden können, da es sich um echte Aufwendungen handelt.“⁸⁷⁸ Bei den technisch bedingten Risiken werden als Referenzgröße gewöhnlich Menschenleben, also Todesfälle, gewählt. Von Aufwendungen kann man nur sprechen, wenn in zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen investiert wird. Diese Analyse ermöglicht eine Beurteilung der Effizienz von Maßnahmen. Dadurch lassen sich, dem Anspruch dieser Methode nach, „rationale“ Maßnahmen errechnen: „Der Effizienzwert ergibt sich aus dem Quotienten von nötiger Aufwendung zur Finanzierung einer risikoärmeren technischen Alternative und der Anzahl der dadurch zu rettenden Lebensjahre eines Menschen.“⁸⁷⁹ Somit wird eine risikomindernde technische Alternative in Abhängigkeit vom Kostenwirksamkeitsgrad (bei festgesetztem Wert eines menschlichen Lebens) angenommen oder abgelehnt.⁸⁸⁰ Im Rahmen einer Grenzkostenanalyse wird festgelegt, wie viele Risikominderungsmaßnahmen getroffen werden sollen, wobei nur solche Risikominderungsmaßnahmen herangezogen werden, bei denen die Grenzkosten zur Risikominderung kleiner oder gleich dem Grenzwert der erreichbaren Risikominderung sind.⁸⁸¹

Es zeigt sich hieran auch, dass unterschiedliche Kostenarten zu differenzieren sind.⁸⁸² Erstens, Schadenskosten: Hierunter fallen solche Kosten, die durch tatsächlich eingetretene Schäden verursacht wurden. Zweitens, Schutzkosten: Hierunter fallen alle Ausgaben, für Schutzmaßnahmen, die zur Vermeidung potenzieller Schäden dienen. In ähnlicher Weise unterscheidet Kornwachs den kompensatorischen Schadensbegriff, der die Kosten zur Wiederherstellung dessen, was geschädigt wurde, umfasst, vom zukunftsbezogenen Schadensbegriff.⁸⁸³ Oftmals werden beide Schadensbegriffe und damit beide Kostenarten nicht unterschieden, wodurch die Gesamtkosten nicht richtig erfasst werden, da beide Kostenarten nicht gleich behandelt werden dürfen. (wiederum ähnlich wird vom WBGU zwischen Effektiv- oder Realschäden (Einbußen an realen Lebenswerten materieller und immaterieller Art) und Ausgleichsschäden (Aufwand zur Beseitigung eingetretener Schäden) unterschieden,⁸⁸⁴ wobei sogar noch als dritte Kategorie Eventualschäden (als der Verlust einer tatsächlichen oder vermeintlichen Chance) herangezo-

⁸⁷⁶ Kollert 1997, 40f.

⁸⁷⁷ Starr 1969, 1997, 4.

⁸⁷⁸ Nowitzki 1997, 132.

⁸⁷⁹ Nowitzki 1997, 134.

⁸⁸⁰ vgl. Nowitzki 1997, 134.

⁸⁸¹ vgl. Nowitzki 1997, 135.

⁸⁸² vgl. Seiler 1996, 154.

⁸⁸³ vgl. Kornwachs 1996a, 74.

⁸⁸⁴ vgl. WBGU 1999, 48.

gen werden. Somit wird jedoch nichts anderes gemacht, als den Nutzen über den Umweg des entgangenen Nutzens als Teil des Schadens einzubeziehen, was nicht nur Klarheit beiträgt.

Es gibt Bestrebungen in einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse Präventionskosten und Kompensationskosten gegeneinander abzuwägen. Wenn dann in einem Koordinatensystem Schadensfälle und Kosten gegeneinander gestellt werden, so können theoretisch Kurven für die Kompensationskosten und die Präventionskosten gezeichnet werden. Man könnte also die Frage stellen, wann mit einer weiteren Reduktion durch Schutzmaßnahmen abgebrochen werden soll, sprich wann der ökonomisch optimale Punkt erreicht ist.⁸⁸⁵ Präventionskosten und Kompensationskosten dürfen jedoch nicht gegeneinander abgewogen werden, wie dies aus makroökonomischer Perspektive sinnvoll erscheinen mag, aus der es als reine Optimierungsfrage angesehen wird, ob Schäden präventiv vermieden werden oder Schäden nach deren Eintritt kompensiert werden.⁸⁸⁶ Aus rechtlicher und gesellschaftlicher Sicht ist dies jedoch nicht hinzunehmen, da sich die „Optimierungsfrage“ primär als Verteilungsfrage darstellt.⁸⁸⁷ Betriebsinterne Präventionskosten werden grundsätzlich vom Verursacher getragen, während die Kompensationskosten/ Wiederherstellungskosten zumeist zum größten Teil – allen Haftungsregeln und Versicherungen zum Trotz – von geschädigten Dritten getragen werden. Natürlich gibt es auch Haftungen, beispielsweise nach dem umweltrechtlichen Verursacherprinzip, jedoch werden die Versicherungssummen in vielen Fällen als viel zu gering angesehen, um größere Schäden mit einer Vielzahl von Geschädigten auch nur annähernd tragen zu können. Mit dem vom Verursacher, durch eine rechtmäßig ausgestaltete Haftpflicht, nicht abgedeckten Schaden bleiben die Geschädigten somit allein.

Es besteht weiterhin die Schwierigkeit, gleiche Maßeinheiten für möglichen Nutzen und Schaden zu finden. Wenn sich für die Umrechnung unterschiedlicher Schäden kein einheitliches Maß, kein Gesamtschadensindex,⁸⁸⁸ finden lässt, so gilt dies um so mehr für den Vergleich von möglichem Nutzen und Schaden.⁸⁸⁹ Die Referenzgröße (Maß- und Bezugseinheiten), z.B. möglicher „Schaden pro Nutzeneinheit“ (z.B. Todesfälle pro Kilowatt Strom),⁸⁹⁰ müssen in Abhängigkeit von der Fragestellung gewählt werden.⁸⁹¹

Die Bewertung des Nutzens gestaltet sich auch deshalb schwierig, weil sich Nutzen und Kosten auf unterschiedliche Akteure ungleich verteilen. Als Akteure kommen die vier Risikogruppen⁸⁹² (Belastete, Profitierende, Kostenträger, Entscheidungsträger) in Betracht. Darüber hinaus kann man den individuellen Eigennutzen und den Nutzen für die Allgemeinheit unterscheiden.⁸⁹³ Auch hier stellt sich die Frage, wie beides gegeneinander zu gewichten ist. Die Verteilung von potenziellen oder tatsächlichen Schäden wie Nutzen beeinflusst die Risikowahrnehmung. Personenbezogen und geographisch ungleich verteilte Risiken werden kri-

⁸⁸⁵ vgl. Fritsche 1986, 485.

⁸⁸⁶ Seiler 1996, 154.

⁸⁸⁷ vgl. Seiler 1996, 154.

⁸⁸⁸ vgl. Baram, zitiert nach WBGU 1999, 49.

⁸⁸⁹ Fermer/ Jungermann, zitiert nach Bechmann/ Wolf 1993, 15.

⁸⁹⁰ vgl. Cogoy 1984, 150.

⁸⁹¹ zu den Referenzgrößen siehe ausführlich Kapitel 2.2.1.3 Schadensausmaß.

⁸⁹² siehe ausführlich Kapitel 2.2.2.1.2.2.1 Entscheider und Betroffene – Risiken und Gefahren.

⁸⁹³ Jungermann/ Slovic 1997, 176.

tischer gesehen, wenn man subjektiv nachteilig betroffen ist, weniger Nutzen hat. Die gleichmäßige Nutzendistribution scheint von Bedeutung zu sein. Risiken werden unterschätzt, wenn der Nutzen eher einem persönlich als anderen Menschen/ Interessengruppen zukommt. „Das in der Risikodiskussion nicht selten geäußerte Staunen darüber, dass z.B. eine Region gewisse Risiken nicht tolerieren will, während sie andere, ‚objektiv‘ größere Risiken ohne weiteres akzeptiert, ist (...) oft unberechtigt. Zum Beispiel haben die Alpenbewohner vom nord-süd-europäischen Transitverkehr keinen oder nur einen ganz geringen Nutzen, sondern nur die Risiken; deshalb ist es nicht nur verständlich, sondern auch rechtliche berechtigt, dass sie diese Risiken nicht wollen. Hingegen haben sie in den in den Alpen gelegenen Fabriken ihre Arbeitsplätze und somit einen Nutzen, weshalb sie auch die daraus resultierenden Risiken akzeptieren.“⁸⁹⁴ Das Problem besteht darin, dass die direkten Gewinne und Verluste dem Träger oder Verursacher der Aktivität zufallen, während die indirekten Gewinne und Verluste von der Gesellschaft getragen werden.⁸⁹⁵ Die ungleiche Nutzenverteilung ist jedoch kaum durch Ausgleichssysteme aufzuheben, weil die Transaktionskosten (also die Kosten, die zur Realisierung dieses Verteilungsprozesses aufgebracht werden müssen) zu hoch sind.⁸⁹⁶ „An attractive feature of the ‘efficiency’ notion is that *if* decisions are made only when their total benefits exceed total costs, then, by making appropriate payments and imposing appropriate charges, it is theoretically possible to distribute the benefits (or other compensation) so that every individual gains on balance from the decision. If such a compensation system could be designed and implemented, then all individuals would presumably consent to the decision. In practice, it is typically infeasible to design a compensation system that ensures that all individuals will be net winners. The transactions costs involved in such a system would often be so high as to make the project as a whole a net loss.“⁸⁹⁷

Auch die Direktheit und Kausalität der möglichen positiven wie negativen Folgen unterscheiden sich. Es besteht eine Asymmetrie zwischen möglichen Nutzen und möglichen Folgen, denn der mögliche Nutzen ist „klar erkennbar, über kurze Kausalketten kurzfristig erreichbar und marktförmig privatisierbar. Hier liegen die ökonomischen Interessen und die kommerzielle Macht.“ Die möglichen Schäden hingegen „kommen meist über unüberschaubare Wirkungen und Nebenwirkungen durch die Hintertür und betreffen andere als die Nutznießer und Verursacher, oft erst künftige Generationen.“⁸⁹⁸

Somit ist auch die um den Nutzenaspekt erweiterte Risikoformel erheblicher Kritik auszusetzen. Das Hauptproblem besteht darin, Nutzen und Schaden gegeneinander aufzurechnen.⁸⁹⁹ Wenn das Gefährdungspotenzial außerordentlich hoch ist, so ist es unter keinen Umständen hinzunehmen, auch wenn der Nutzen extrem hoch ist.

⁸⁹⁴ Seiler 1996, 153. Seiler bezieht seine Ausführungen auf die „rechtliche Sicht“, die jedoch auch verallgemeinert werden kann.

⁸⁹⁵ vgl. Rowe 1983, 26; Nowitzki 1997, 133.

⁸⁹⁶ vgl. Leonard/ Zeckhauser 1986, 36.

⁸⁹⁷ Leonard/ Zeckhauser 1986, 36 – Hervorhebung im Original.

⁸⁹⁸ Text zu einer Tagungseinladung von Hans-Jürgen Fischbeck und Hans-Jochen Luhmann vom 12. bis 14.01.2001 Evangelische Akademie Mühlheim an der Ruhr.

⁸⁹⁹ vgl. Banse 1996b, 20 in der Fußnote dazu mit Verweis auf Fritzsche und Renn.

Risiko und Sicherheit können grundsätzlich als (Elemente von) Zielfunktionen oder als Restriktionen konzipiert werden. Im Falle der Schaden-Nutzen-Formel wird Sicherheit als eine Zielfunktion verstanden. Im konstruktiven Ingenieurbau wird Sicherheit i.d.R. als lösungsbeschränkende Restriktion aufgefasst. Wenn Sicherheit als Komponente in die Nutzenfunktion der Schaden-Nutzen-Formel eingeht, dann optimieren sich möglicherweise auch ihre Kosten für sichere und unsichere Lösungen. Wenn Sicherheit als Restriktion vorgegeben ist, so wird *nur* zwischen allen sicheren Lösungen optimiert. Ropohl benutzt hierfür das Bild des Regelkreises: „Es ist ja das Prinzip des Regelkreises, die Sollwerte von Anfang an vorzugeben und nachträglich die Regelgrößen nur insoweit zu korrigieren, als sie von jenen Sollwerten abweichen. So wird das mehrdimensionale Wertsystem zum Ausgangspunkt allen technischen Handelns und nicht (...) erst nachträglich als externer Korrekturmaßstab an Resultate eines Handelns herangetragen, das sich an solchen Maßstäben selbst gar nicht orientiert hatte.“⁹⁰⁰

Es liegt natürlich auch ein Fünkchen Wahrheit in der Forderung, dass sowohl der potenzielle Schaden als auch der potenzielle Nutzen berücksichtigt werden müssen. Für Risiken mit einem eingeschränkten Schadenspotenzial lassen sich einige „salomonisch“ anmutende Formeln anwenden wie etwa: „Anzustrebendes Ideal ist eine weitestgehende Optimierung des Gesamtnutzens bei gleichzeitiger Minimierung der Gesamtschädigung.“⁹⁰¹ Oder auch Rawls Idee: „Wähle die Variante aus, bei der auch die von der Entscheidung am meisten Benachteiligten in einer Gesellschaft zustimmen können.“⁹⁰² oder die Arrow-Hurwicz-Regel: „Wähle diejenige Handlungsoption, die in der Kombination von bestmöglichen und schlechtestmöglichen Folgen die nächsten Werte aufweist.“⁹⁰³

Diese Regeln können jedoch nicht zum Maßstab für potenziell global-existenzielle ökologische Risiken erhoben werden. Es wird daher im Hinblick auf umweltrelevante Störfälle auch gefordert, das Schaden-Nutzen-Konzept durch das Konzept des „maximal zumutbaren Schadens“ zu ersetzen.⁹⁰⁴ Dieses weist Parallelen zu Hans Jonas‘ Forderungen nach einer „Heuristik der Furcht“ und einem „Vorrang der schlechten Prognose“⁹⁰⁵ auf, womit auch gemeint ist, „dass eine technische Entwicklung nicht nach ihrem Chancenpotenzial, sondern nach dem möglichen Schadensausmaß beurteilt werden soll.“⁹⁰⁶ Er bezieht sich auf das Minimax-Prinzip, auch Minimax-Methode⁹⁰⁷ genannt: „Minimiere den maximal erwartbaren Schaden.“⁹⁰⁸ Die aus dem Minimax-Prinzip resultierende Bewertung von Risiken nur über die Variable Schadensausmaß wird von Ingenieuren fast durchgängig als rückschrittlich kritisiert.⁹⁰⁹ Vorstellungen über

900 Ropohl 1999, 88.

901 Banse 1996b, 59.

902 WBGU 1999, 42.

903 WBGU 1999, 43.

904 vgl. Uth 1988, 94.

905 Jonas, zitiert nach Bechmann/ Wolf 1993, 23.

906 Bechmann/ Wolf 1993, 23.

907 vgl. Henking 1998, 9.

908 Renn/ Klinke 1998, 1; Henking 1998, 9.

909 Die minimax-Methode wird auch insofern negativ bewertet, weil man mit genügend Phantasie zu jeder Risikoquelle ein Katastrophenszenario, also ein Versagen mit einem großen Schadensausmaß, entwerfen könne (vgl. WBGU 1999, 42). Dies setzt jedoch eine nicht gewissenhafte Beschäftigung mit dem Thema voraus.

einen maximal zumutbaren Schaden sind im Wirtschaftsbereich hingegen üblich: Unternehmen schätzen vor der Markteinführung auch Gewinn- und Verluste und deren Wahrscheinlichkeit ab. Aber bestimmte Verlusthöhen werden nicht mehr toleriert, wenn sie den Fortbestand des Unternehmens gefährden. „Es gibt keine Obergrenze für Gewinne, wohl aber eine für Verluste.“⁹¹⁰

Wenn es also Risiken gibt, welche „selbst bei noch so hohem möglichen Nutzen nicht akzeptabel sind,“⁹¹¹ dann können Entscheidungen relativ einfach gefällt werden. Bei Risiken außerhalb des Bereichs der Fundamentalbedrohungen ist es möglich, sich an Hubigs Vorstellungen zur Optionenvielfalt (und Vermächtniswerten) zu orientieren: „Ein Umgang mit Technik, der die zukünftige Möglichkeit technischen Handelns gefährden würde, wäre verboten. (...) Optionswerte beinhalten die Aufforderung, dass das gegenwärtige technische Handeln die Zukunftsfähigkeit erhalten und eine möglichst große Optionenvielfalt offen lassen oder eröffnen soll.“⁹¹² Technologien mit einem extrem großen Schadensausmaß wären demnach per se durch Verzicht ausgeschlossen, während solche mit begrenztem Schadensausmaß anhand der durch sie entstehenden Optionenvielfalt gemessen werden könnten.

2.2.1.3 Voraussetzungen zur Anwendung der Variablen Schadensereignis

Es zeichnen sich also zwei Hauptvoraussetzungen für den sinnvollen Umgang mit Schadensszenarien ab: Die Bekanntheit und die Zurechenbarkeit. Die möglichen Schadensereignisse müssen zumindest in klassifizierter Form ermittelt werden können. Es werden nur die Schadensereignisse betrachtet, bei denen potenzielle Schäden den sie verursachenden Ereignissen zugerechnet werden können. Gerade bei Risiken, die sich räumlich und zeitlich weit entfernt vom Ort der Verursachung als Schäden verwirklichen, ist eine Zurechnung schwierig. Welche Sekundär- und Tertiärwirkungen in die Risikobetrachtung einfließen, hängt vom Urteil des die Analyse aufstellenden Ingenieurs ab.

2.2.1.2 Wahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen beschäftigen sich mit den Gesetzmäßigkeiten von zufälligen Ereignissen. Klassisches Beispiel hierfür sind die Verkehrstotenzahlen. Man weiß, dass die Zahlen auf der Grundlage der vergangenen Jahre für das kommende Jahr annähernd sicher bestimmt werden können. Dadurch kann das individuelle Risiko, im Straßenverkehr getötet zu werden, angegeben werden. Man weiß ungefähr, wie viele Menschen aufgrund des Risikos „Teilnahme am Straßenverkehr“ sterben werden, man weiß nur nicht, *wen es treffen wird (und wo und wann und wie dies geschieht)*. Dieses Risiko beträgt $2,0 \cdot 10^{-4}$ in der Bundesrepublik.⁹¹³ Von der Differenziertheit des Datenmaterials hängt die Genauigkeit der Prognose ab, wenn beispielsweise in der Unfallstatistik auch soziodemographische Variablen der betroffenen Personen miterhoben wurden, so dass man beispielsweise das Risiko von Frauen und Männern unterscheiden oder nach Altersgruppen differenzieren kann.

⁹¹⁰ Ransom 1990, 19.

⁹¹¹ Brockhaus 1998, 418.

⁹¹² Grunwald 1999, 78 mit Verweis auf Hubig.

⁹¹³ vgl. Jansen 1990, 8.

Die am weitesten verbreitete Darstellungsform für Wahrscheinlichkeitsaussagen ist die Nennung über negative Zehnerpotenzen. Zum Beispiel der Wert 10^{-6} beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass in einem von einer Million Ereignissen ein bestimmtes Ereignis zu erwarten ist.

Dem Beispiel aus dem Verkehrsbereich liegt eine bestimmte Form der Wahrscheinlichkeit, nämlich der mathematisch-statistischen Wahrscheinlichkeit, zu Grunde. Es gibt verschiedene Formen der Wahrscheinlichkeit. In verschiedenen wissenschaftlichen Aufsätzen über Risiken werden unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsformen angesprochen, ohne dass die jeweils gemeinte Wahrscheinlichkeit direkt benannt würde. Wird sie doch direkt benannt, so kann man beispielsweise Bezeichnungen wie objektive, statistische, mathematische, logische, induktive, hypothetische oder subjektive Wahrscheinlichkeit finden. Wie zumeist in der Wissenschaft werden gleiche Inhalte unterschiedlich bezeichnet und unterschiedliche Bezeichnungen für gleiche Inhalte benutzt.

Grob lassen sich zwei Arten der Wahrscheinlichkeit unterscheiden: Diejenige, die auf einer statistisch breiten Basis beruht und daher mathematisch zu errechnen ist, die in dieser Arbeit als statistisch-mathematische Wahrscheinlichkeit bezeichnet wird und diejenige, die ohne eine solche Basis aufgrund von – mehr oder weniger oder sogar gar nicht ausgeführten, mehr oder weniger plausiblen – Annahmen getroffen wird. Sie wird hier als hypothetisch-geschätzte Wahrscheinlichkeit bezeichnet.

Probabilistik bzw. Probabilismus ist die Lehre von der Wahrscheinlichkeit, insbesondere beschreibt sie die „Auffassung, dass es in Wissenschaft und Philosophie keine absoluten Wahrheiten, sondern nur Wahrscheinlichkeiten gibt.“⁹¹⁴ Die Grundstruktur der probabilistischen Vorgehensweise in Bezug auf Risiken technischer Anlagen ist die Orientierung an einem Erwartungswert. Wenn ein gesetzter, konventionell verabredeter Wahrscheinlichkeitserwartungswert unterschritten wird (z.B. $4 \cdot 10^{-5}$), so soll nach dieser Vorstellung das Anlagenprojekt realisiert werden, wodurch Genehmigungsverfahren verkürzt würden. Der Wahrscheinlichkeitserwartungswert wird im Atomsektor für den größten anzunehmenden Unfall (GAU) von einer Vielzahl von wissenschaftlichen und politischen Akteuren bei 10^{-6} gesehen. Das heißt, das Risiko, dass es einmal in einer Million (Betriebs-)Jahren zu einem GAU kommen könnte, wird als vertretbar gesetzt.

Oftmals wird in der Alltagssprache – und sogar in manchen wissenschaftlichen Publikationen⁹¹⁵ – Wahrscheinlichkeit und Risiko gleichgesetzt. Somit bleibt das Schadensausmaß völlig unberücksichtigt.⁹¹⁶ Die Reduzierung des Risikos auf die Wahrscheinlichkeitskomponente ist jedoch abzulehnen.

⁹¹⁴ Duden Fremdwörterbuch 1999 Stichwort Probabilismus.

⁹¹⁵ z.B. Wosniok 1996, 22: „Der Begriff des Risikos wird hier, im Rahmen der Risikoabschätzung, also vereinfachend nur in seiner Bedeutung als Wahrscheinlichkeit verwendet.“

⁹¹⁶ Eine andere Auffassung vertritt Birnbacher: „Die Wichtigkeit von *Begriffsklärungen* im Bereich von Risiko und Sicherheit ergibt sich bereits aus der *Vieldeutigkeit* dieser Begriffe und den Divergenzen zwischen terminologischem und Alltagssprachgebrauch. Während in der Fachsprache Risiken durch eine Schadens- wie durch eine Wahrscheinlichkeitskomponente charakterisiert sind, wird in der Alltagssprache oft von der Wahrscheinlichkeitskomponente abgesehen: große und kleine Risiken sind solche mit hohem oder niedrigem Schadensausmaß.“ Birnbacher 1996, 196 – Hervorhebungen im Original.

Die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Ereignisses und das Ausmaß seiner Folgen müssen immer im Zusammenhang gesehen werden. Dies zeigt ein Blick auf die Varianz. „So erscheint ein Münzwurf als Spiel um eine Mark weniger riskant als ein Spiel um hundert Mark; der Erwartungswert beider Spiele ist gleich, aber die Varianz ist unterschiedlich.“⁹¹⁷ In beiden Fällen beträgt die Wahrscheinlichkeit aber 50%. Trotzdem wird man immer weniger bereit sein, das Spielrisiko einzugehen, je stärker der absolute Einsatz und damit der mögliche absolute Verlust steigt.

2.2.1.2.1 Begrenzungen der Variablen Wahrscheinlichkeit

Die Hauptkritik am Wahrscheinlichkeitsfaktor bezieht sich auf die zugrunde gelegte Art der Wahrscheinlichkeit. Es ist zu beachten, wie die Wahrscheinlichkeit ermittelt wurde, um offenzulegen, um welche Wahrscheinlichkeit es sich handelt, also um statistisch-mathematisch ermittelte oder hypothetisch-geschätzte Wahrscheinlichkeit. Häufig werden bei Risikovergleichen beide Formen von Wahrscheinlichkeiten vermischt, was jedoch allein aus methodischen Überlegungen unzulässig ist. Vor dem Hintergrund der Kritik an fehlenden Datenbasen gibt es in der Sicherheitswissenschaft Bestrebungen zum gezielten Aufbau von Datenbanken: Es wird gefordert, „dass die Datenbanken für Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bauelementen und Standard-Komponenten sowie für zulässige Grenzwerte weltweit so ausgebaut werden müssen, dass seriöse quantitative Analysen möglich werden.“⁹¹⁸ Dieses Eingeständnis der weitgehend unzureichenden Datengrundlagen probabilistischer Analysen ist kaum in ihnen selbst zu finden. Es gibt auch optimistische Stimmen, die schon heute – allerdings differenziert nach Technikbereichen – die Datenlage positiver einschätzen: „Also the next step in an analysis, the estimation of the possible effects has drastically improved. Computer modeling and simulation have created an extensive range of possibilities to determine, given a certain scenario, how many will be killed and injured, and what will be the damages to the structure itself and the environment including the ecosystem. Even the failure probabilities can reasonably accurately be estimated. Of course in some disciplines such as aerospace and civil engineering knowledge about possible incidents is much more complete and precise than in for example chemistry and biotechnology.“⁹¹⁹

Die empirische Häufigkeitsgrundlage und die Wahl der Stichprobe bestimmen die Güte der Wahrscheinlichkeitsaussagen. Es muss eine genügend große Zahl an vergleichbaren Ereignissen vorliegen: Die empirische Häufigkeit ist Grundlage für den Stichprobenschluss (Schluss von einer Stichprobe auf die Gesamtheit, der sie entnommen ist)⁹²⁰ und letztlich für die Repräsentativität der Stichprobe. Daher richtet sich auch Kritik gegen vollkommen unzureichende „Stichproben“, die aufgrund der selbst prognostizierten, sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten, nicht als solche bezeichnet werden dürfen. Außerdem sind sie durch Einzelereignisse starken Veränderungen ausgesetzt. „Seltene Ereignisse, für die praktisch keine Erfahrungs- oder Versuchswerte vorliegen, sind im probabilistischen Sinne schwer zu bewerten. Ein einziger Vorfall – eine Katastrophe in einem Kernkraftwerk – würde wahrscheinlich die Risikobe-

⁹¹⁷ Jungermann/ Slovic 1997, 170.

⁹¹⁸ Kuhlmann 2001, 10.

⁹¹⁹ Pasman/ Vrigling 2001, 152.

⁹²⁰ vgl. Bechmann/ Wolf 1993, 14.

rechnungen drastisch verändern.“⁹²¹ Der Unfall der Concorde ist ein Beispiel hierfür: Vor dem Unfall war die Concorde das sicherste Flugzeug der Welt, danach das unsicherste, bezogen auf die geflogenen Stunden, die bei der Concorde sehr niedrig waren. Der Nachweis der Sicherheit kann „aufgrund der geringen Wahrscheinlichkeit eines Unfalls per definitionem nur schwer erbracht werden und jeder Unfall erscheint als Gegenbeweis.“⁹²² Deshalb sind Wahrscheinlichkeitsangaben für hochriskante, qualitativ neue Risiken mit vermeintlich sehr geringen Wahrscheinlichkeitswerten, ungeeignet. Sie eignen sich aber für Risiken, über die umfangreiche Statistiken vorliegen, wie im Bauwesen. Dort wurden auf der Grundlage von Wahrscheinlichkeitsmodellen neue Ansätze zur wirklichkeitsnäheren Modellierung, z.B. von Tragwerken im Bereich des Massivbaus, entwickelt.

Neben der aufgeführten, sehr grundsätzlichen Kritik am Wahrscheinlichkeitsfaktor gibt es noch weitere zu kritisierende Einschränkungen hinsichtlich seiner Gültigkeit und Aussagekraft. Trotz geringer Eintrittswahrscheinlichkeit ist der Eintrittszeitpunkt unbestimmt: „Die Wahrscheinlichkeitsangabe ‚einmal in 10.000 Jahren‘ umfasst, dass dieses Ereignis heute, morgen, in einer Woche, in einem Monat, in einem Jahr oder auch erst in 9999 Jahren eintreten kann.“⁹²³ (Allerdings kann es sich auch erst in 20.000 Jahren verwirklichen, weil es ja innerhalb der 10.000 Jahre nicht zwingend auftreten muss.) Wenn sich ein als derart gering eingestuftes Risiko innerhalb von kurzer Zeit verwirklicht, so steht man vor dem Dilemma, ob dies tatsächlich das *eine* Ereignis darstellt, das in 10.000 Jahren einmal auftritt oder ob die Wahrscheinlichkeitsangabe unzutreffend war. Die äußerst geringen Wahrscheinlichkeiten gehen nach Meinung einiger Autoren an die Grenzen des Vorstellungsvermögens insbesondere von fachlichen Laien: „Extrem geringe Wahrscheinlichkeiten – ein Unterschied zwischen 10^{-4} und 10^{-7} – sind für einen Ingenieur enorm, für viele Laien fast bedeutungslos.“⁹²⁴ Oft wird daher zur Verbesserung der Wahrscheinlichkeitsvorstellungen „vorgeschlagen, quantitative Risiko-Schätzungen für eine ganze Reihe von Gefahrenquellen im Vergleich anzugeben und in einem einheitlichen Maßstab, wie etwa der jährlichen Sterbewahrscheinlichkeit oder der Verkürzung der Lebenserwartung.“⁹²⁵ Ein Beispiel hierfür, das die bisherigen Beispiele verknüpft: „Das jährliche Sterberisiko beim Wohnen in der Nähe eines Kernkraftwerkes ist genauso hoch wie das Risiko, wenn man zusätzliche 3 km in einem Auto fährt.“⁹²⁶ Jungermann/ Slovic (1993) lehnen Vergleiche zur Veranschaulichung grundsätzlich ab. Hier muss man m.E. differenzieren. Die Idee der Veranschaulichung ist gut, allerdings darf nur Vergleichbares verglichen werden. Dies ist bei dem genannten Beispiel nicht der Fall, denn es werden qualitativ alte und neue Risiken – mathematisch-statistische und hypothetisch-geschätzte Wahrscheinlichkeiten – miteinander verglichen.

Exkurs zum Risiko von Atomkraftwerken. Kollert zitiert ein Strategiepapier aus dem US-Kernforschungszentrum Oak-Ridge, das belegt, dass der Übergang vom deterministischen zum probabilistischen Risikokonzept akzeptanzpolitisch motiviert war: „Das Problem reduziert sich auf folgende Fragestellung: ‚Sind wir in der Lage, die mechanische Zerlegung eines Reaktors im

⁹²¹ Nowotny 1997, 291.

⁹²² Jungermann/Slovic 1993, 196.

⁹²³ Banse 1996b, 37.

⁹²⁴ Jungermann/ Slovic 1997, 200.

⁹²⁵ Jungermann/ Slovic 1997, 200.

⁹²⁶ Jungermann/ Slovic 1997, 200.

Falle eines Unfalls mit der Genauigkeit vorauszusagen, die erforderlich wäre, um diesen Unfall der Auslegung zugrunde zu legen?“ Die Antwort lautet: „Nein“ (...). Als Alternative bietet es sich an, den kernzerstörenden Unfall bei der Reaktorauslegung nicht mehr zu berücksichtigen. Dies könnte in der Weise passieren, dass angenommen wird, die Wahrscheinlichkeit für einen solchen Unfall sei geringer als ein bestimmter Wert (derzeit 10^{-6} pro Jahr). *Genehmigungsbehörden und Öffentlichkeit müssen zu dem Glauben gebracht werden, dass dieser Zahlenwert zutreffend und darüber hinaus von seiner Größe her akzeptabel sei. Um zu gewährleisten, dass sich Öffentlichkeit und Genehmigungsbehörden sicher sind, eine solch niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit des Unfalls könne erzielt werden, muss eine Neuorientierung des Sicherheitskonzepts durchgeführt werden.*⁹²⁷ Dieses Papier ist ein Beispiel dafür, dass Zahlenwerte einfach gesetzt werden (müssen!). Es ist nicht möglich, sie mathematisch herzuleiten. Der Akt der Setzung wird oftmals hinter möglichst komplizierten Annahmen – in diesem Fall zur Wahrscheinlichkeitsrechnung – versteckt. So wird der Eindruck erweckt, es gebe eine „objektive“ Herleitung des Wertes.

Ein weiterer Kritikpunkt bezieht sich auf die Summierung von Eintrittswahrscheinlichkeiten. Die zunächst gering erscheinenden Eintrittswahrscheinlichkeiten sind oftmals gar nicht so gering, wenn man die Gesamtheit aller technischen Anlagen, längere Zeiträume und Streufaktoren berücksichtigt: $2 \cdot 10^{-5}$ /Jahr wird in der deutschen Reaktorstudie als die größte Wahrscheinlichkeit für einen Kernschmelzfall pro Jahr genannt. „Rechnen wir mit einer Unfallhäufigkeit von $2 \cdot 10^{-5}$ /Jahr, dann haben wir heute – bei rund 100 Kernkraftwerken, die in Betrieb sind – schon eine Unfallhäufigkeit von $2 \cdot 10^{-3}$ /Jahr. Und das bedeutet: Selbst unter diesen (optimistischen) Annahmen beträgt die Wahrscheinlichkeit für ein heute geborenes Kind, in seinem Leben ein Kernkraftunglück zu erleben, 15%. Die Wahrscheinlichkeit erhöht sich auf fast 30%, wenn wir von der doppelten Anzahl von Kernkraftwerken ausgehen, (...).“⁹²⁸ Kuhbier führt weiter aus, dass durch weitere Faktoren (beispielsweise den Streufaktor) die Wahrscheinlichkeit, einen Kernkraftunfall zu erleben, weiter steigt und kommt zu dem Schluss: Alle Faktoren zusammenbetrachtet „machen es insgesamt fast sicher, dass ein heute geborenes Kind in seinem Leben ein so nahezu unmögliches Ereignis erleben wird, als das man das Schmelzen des Kerns eines Kernkraftwerkes immer darzustellen versucht.“⁹²⁹

2.2.1.2.2 Erweiterungen der Variablen Wahrscheinlichkeit

Im konstruktiven Ingenieurbau wird Sicherheit darüber definiert, dass der Widerstand eines Bauwerkes größer ist als die Einwirkungen, denen es ausgesetzt ist. Sicherheit wird über das Abstandsmaß zwischen Widerstand und Einwirkungen bestimmt. Sowohl die Einwirkungen, als auch die Widerstände sind statistisch verteilt. Diese Erkenntnis aus dem konstruktiven Ingenieurbau kann man auf andere Bereiche der stoffumwandelnden Anlagen übertragen, insbesondere in dem die probabilistische Verteilung auf der Widerstandsseite stärker berücksichtigt wird. Es können sowohl Spitzfestigkeiten als auch Dauer- und Wechselbeanspruchungsfestigkeiten für Geräte, Maschinen und Bauwerke ermittelt werden.

⁹²⁷ Kollert 1997, 33f. – Hervorhebung durch d.V.

⁹²⁸ Kuhbier 1986, 613.

⁹²⁹ Kuhbier 1986, 614.

2.2.1.2.3 Voraussetzungen zur Benutzung der Variablen Wahrscheinlichkeit

Nur für qualitativ alte Risiken lassen sich die statistisch-mathematischen Wahrscheinlichkeiten angeben, also wie in dem Beispiel, als Autofahrer im Straßenverkehr getötet zu werden; die Erfahrungen bilden die Grundlage bei den Berechnungen der Eintrittswahrscheinlichkeit. Folgende Punkte erschweren die Anwendung der statistisch-mathematischen Wahrscheinlichkeitsrechnung bzw. machen sie unmöglich:

- Eine unzureichende Anzahl an vergleichbaren Fällen, wodurch eine zu geringe Erfahrungsgrundlage zur quantitativen Bestimmung besteht.
- Das Fehlen einer dem Gegenstand angemessenen Theorie.
- Das Auftreten mehrerer miteinander verzahnter Ursachen.
- Das Auftreten mehrerer miteinander verzahnter Folgen.⁹³⁰

Wenn man bei derart schwer erfassbaren Gegenstandsbereichen trotzdem auf Wahrscheinlichkeitsschätzungen zurückgreift, „so muss man – trotz möglicher Problemadäquanz und Plausibilität – deren starke subjektive⁹³¹ Gewichtung und individuelle Wertbehaftetheit berücksichtigen.“⁹³² Die den Wahrscheinlichkeitswerten zu Grunde liegenden subjektiven (sicherheitsrelevanten) Werturteile müssen die Risikoanalytiker daher sich selbst gegenüber reflektieren und nach außen kommunizieren.

2.2.1.3 Schadensausmaß

Das Schadensausmaß ist eng mit der Bestimmung des Schadensereignisses verknüpft: Das Schadensereignis gibt an, um „was“ es sich handelt und das Schadensausmaß gibt an, „wie viel davon“ betroffen ist.

Das Schadensausmaß soll die Größe einer negativen Folge beschreiben. Folglich müssen Referenzgrößen gewählt werden, wobei eine Maßeinheit mit einer anderen Größe (Bezugseinheit) in Beziehung gesetzt wird. Und letztlich muss diesen Referenzgrößen bzw. ihren Verhältnissen ein Zahlenwert zugeordnet werden. Dies ist an einem Beispiel zu verdeutlichen: In welcher Maßeinheit (z.B. ganze Zahl; Euro; KG/ mg) wird eine Schadensdimension eines Schadenergebnisses (z.B. das Entstehen von Dioxin als Nebenprodukt) gemessen, was ist die Bezugseinheit (z.B. Raum m³) und welcher Wert ist dieser Messung zuzuordnen (z.B. 0,00000005), so dass sich quantifiziert folgender Ausdruck ergibt: beispielsweise 0,00000005 mg/m³ Dioxin. Die eindeutige Quantifizierung ist also die Leistung dieser Größe. Dabei können die Referenzgrößen auch den beiden Variablen Wahrscheinlichkeit und Schadensausmaß zugeordnet sein. Wenn man beispielsweise das Schadensausmaß in Euro und die Eintrittswahrscheinlichkeit als

⁹³⁰ vgl. Banse, 1996b, 33f.

⁹³¹ Der Begriff subjektiv klingt oftmals abwertend. Man ist in der Technikentwicklungspraxis jedoch, wie im ersten Kapitel ausführlich beschrieben, auf die leistende Subjektivität angewiesen.

⁹³² Banse, 1996b, 33f.

Zahl der Schadensereignisse pro Jahr misst, so ergibt sich als Maßeinheit des Risikos Euro/Jahr.⁹³³

2.2.1.3.1 Begrenzungen der Variablen Schadensausmaß

Die Quantifizierbarkeit bestimmter Folgen/ Schäden ist höchst umstritten. Insbesondere kommt das bereits erwähnte Problem, dass nichtquantifizierbare Folgen/ Schäden aus der Risikobetrachtung der Risikoformel herausfallen, zum Tragen: Wie soll man beispielsweise langfristige soziale und ökologische Folgen quantifizieren?⁹³⁴ Weitgehend ungelöst ist die ebenfalls schon angesprochene Frage, wie man Menschenleben bzw. Todesfälle quantifizieren will, die ein wichtiges Objekt der Risikobetrachtung darstellen.

Bei allen Fällen, die von sich aus nicht quantifizierbar sind, wird zumeist ein Ausweg über die Monetarisierung gesucht. Letztlich geht es um die Frage: Wie viel Geld ist ein Menschenleben wert? Nowitzki beschreibt drei Ansätze zur Bestimmung des ökonomischen Wertes eines Menschenlebens: „Der ‚human-Capital‘-Ansatz geht davon aus, dass der Wert eines Lebens sich aus der Produktivität im Sinne des Verständnisses von Produktionseinheit des Humankapitals errechnet. Auf der Basis des gegenwärtigen Einkommens wird der Produktivitätsverlust durch vorzeitigen Tod ermittelt. Der ‚willingness-to-pay‘-Ansatz berechnet den Wert eines menschlichen Lebens aus der Höhe freiwillig eingegangener Entschädigungszahlungen. Einen dritten, allerdings abgeleiteten Ansatz nennt Rowe (1983) den ‚Risikoansatz‘. Berechnungsgrundlage sind dabei die tatsächlichen Ausgaben der Gesellschaft für Sicherheits- und Umweltschutzmaßnahmen zur Vermeidung von Todesfällen.“⁹³⁵ Jeder dieser Ansätze birgt in sich Kritikpunkte. Die Monetarisierung stellt eine „Notlösung“ dar. Letztlich bleibt die ethisch-moralische Frage, ob man überhaupt Menschenleben monetarisieren kann⁹³⁶ und sollte. Für die Anwendung der Risikoformel ist dies jedoch unerlässlich.

Ebensolche Schwierigkeiten bereitet die Quantifizierung der möglichen ökologischen Schäden. Wie viel soll, gemessen in Geldeinheiten, für den möglichen Verlust einer Pflanzenart oder den Verlust einer Pflanzenart im Umkreis einer zu bauenden technischen Anlage, genau angesetzt werden? Hierzu werden in der Umweltökonomik verschiedene Modelle diskutiert. Insbesondere die Methode der kontingenten Bewertung⁹³⁷, bei der Individuen direkt nach ihrer Zahlungsbereitschaft für ein genau definiertes Umweltgut gefragt werden, ermöglicht eine monetäre Bewertung von Umweltänderungen. Zwar wird über die Eignung der Methode seit Jahrzehnten gestritten, andererseits hat die Umweltökonomik keine bessere Alternative zur Hand. Mitte der 1990er erlangte daher die kontingente Bewertung in den U.S.A. den Status einer vor Gericht akzeptierten Methode zur Bemessung von Umweltschäden.

⁹³³ vgl. Blaß 1989, 209.

⁹³⁴ Als Beispiele hierfür nennt Kollert Wirkungen auf den Arbeitsmarkt, bürgerliche Freiheitsrechte und internationale Beziehungen (vgl. Kollert 1997, 42).

⁹³⁵ Nowitzki 1997, 133.

⁹³⁶ vgl. Bechmann/ Wolf 1993, 15.

⁹³⁷ vgl. Marggraf/ Streb 1997, Mitchel/ Carson 1989.

Neben der Maßeinheit wird auch die Bezugseinheit bei der Bestimmung des Schadensmaßes problematisiert. Die Wahl der Bezugs- oder Vergleichsgröße kann das Ergebnis „verzerren“ bzw. einen falschen Eindruck entstehen lassen. Hierzu drei Beispiele aus der Literatur:

„Risikomaße beziehen sich auf bestimmte Populationen, Perioden der Aktivität, Produktionseinheiten, geographische Bereiche und viele andere Bezugsgrößen. (...) Ein Risiko wird häufig als die erwartete Zahl von Toten pro Einheit einer Größe und pro Jahr der Exposition ausgedrückt. Ob man die Toten pro Mill. Menschen, pro Mill. Menschen im Umkreis von x km einer Anlage oder pro Tonne einer produzierten Chemikalie angibt, kann zu unterschiedlichen Aussagen über die Höhe des Risikos führen.“⁹³⁸

„So wurde beispielsweise gezeigt, dass die Zahl der Unfalltoten pro Million Tonnen geförderter Kohle in den USA ständig gesunken ist; insofern scheint also der Bergbau immer sicherer geworden zu sein. Andererseits ist die Zahl der Unfalltoten pro 1000 Beschäftigte im Bergbau gestiegen. Keines der Maße kann als das ‚richtige‘ Maß deklariert werden; beide repräsentieren einen Teil der Wahrheit.“⁹³⁹

„Eine weitere Alternative, Risiko pro Aktivität, hätte den Vergleich einer zu großen Anzahl unähnlicher Maßeinheiten bedeutet. So könnte man beim Vergleich des Risikos für verschiedene Transportmittel Risiko pro Stunde, pro Kilometer oder pro Fahrt verwenden.“⁹⁴⁰

Im letzteren Fall ist beispielsweise im Alltag zumeist die Berechnung pro Aktivität angebracht, denn wenn man zur Reise von A nach B das weniger risikoreiche Transportmittel wählen will, dann interessiert nur das Risiko pro „Transportfall“. Insgesamt zeigt sich an den drei Literaturbeispielen: Generell wäre es hilfreich, wenn bei der Angabe eines Risikos die Zahlenwerte für unterschiedliche Maßeinheiten mit unterschiedlichen Bezugsgrößen dargestellt würden (s.u.). Ein und dasselbe Risiko würde dann auf verschiedene Weise wiedergegeben werden. Die Richtigkeit der Referenzgrößen ist abhängig davon, über welchen Gegenstand man eine Aussage treffen will.⁹⁴¹

Durch die Wahl der Bezugsgröße bzw. der Bestimmung ihres Wertes können erhebliche „Verdünnungseffekte“ erzielt werden. Wilson/ Crouch (1990, 57) legen eindrücklich dar, wie das Tschernobyl-Unglück rechnerisch erfasst und durch die Wahl der Größe des Bezugsrahmens die prozentuale Steigerung von Krebstoten bis zur Bedeutungslosigkeit klein gerechnet werden kann. Dies wurde auch an anderen Beispielen, wie dem Blasenkrebsrisiko aufgrund des Genusses saccharingesüßer Getränke, gezeigt: „Durch den bei Risiko-Analytikern beliebten Trick der ‚Statistischen Verdünnung‘, also den rechnerischen Vergleich der Todesfälle mit einer hinreichend großen Gesamtpopulation, wird aus einer zunächst dramatisch erscheinenden Gefahr ein nahezu belangloses Mini-Risiko: eine Verkürzung der Lebensspanne um neun Sekunden vermag keinen Menschen sonderlich zu interessieren.“⁹⁴² Daher müsste über die Wahl des Bezugsrahmens immer Rechenschaft abgelegt werden.

⁹³⁸ Banse 1996b, 40.

⁹³⁹ Jungermann/ Slovic 1997, 170.

⁹⁴⁰ Starr 1969, 1997, 9.

⁹⁴¹ vgl. Renn/ Kals 1990, 69f.

⁹⁴² Fölsing 1980, 179.

Neben der Maß- und der Bezugseinheit steht auch die Größenordnung der Betrachtungseinheit in der Kritik, die keinen Aussagewert hat, wenn es keinen Vergleichswert als „Risikokriterium“ gibt. „In einer Illustration seiner Methode für den Fall von Stromerzeugungstechnologien unterstellt Rowe ein Potenzial von 100 GW elektrischer Leistung für jedes der vier zu untersuchenden Systeme der Stromversorgung (Rowe 1977, 405ff.). Angenommen die Analyse des Risikopotenzials würde ergeben, dass 100 GW zusätzlicher Stromkapazität durch Leichtwasserreaktoren unter dem Risikoaspekt nicht akzeptabel sind. Was kann daraus folgen? Sind 50 GW dann akzeptabel? Wenn der Risikomaßstab unabhängig von der Größenordnung der zu untersuchenden Technologie ist, dann kann jede Technologie durch entsprechende Reduktion der Zahl der Anlagen ‚gesellschaftlich akzeptabel‘ gemacht werden.“⁹⁴³ Der Vergleichswert – und damit letztlich das akzeptable Risiko – kann nicht errechnet werden, sondern nur einfach gesetzt werden.⁹⁴⁴

2.2.1.3.2 Erweiterungen der Variablen Schadensausmaß

Außerdem wird danach gesucht, wie der Grenzschaden bei sehr niedriger Eintrittswahrscheinlichkeit und sehr hohem Schadensausmaß höher gewichtet werden kann. Hierbei wurde beispielsweise überlegt den Schaden mit sich selbst zu potenzieren, also Schaden hoch Schaden, was zu einer erheblichen Steigerung des errechneten Risikos beitragen würde. Im Vergleich hierzu erscheint der Vorschlag von Meyer-Abich den möglichen Schaden im Quadrat in die Produktformel eingehen zu lassen⁹⁴⁵ noch eher zurückhaltend. Etwa auf gleicher Höhe befinden sich Vorschläge aus dem Ingenieurbereich: Für den „Aversionsexponenten“ wurden von Okrent und Whipple Werte von 1,2 bis 2, von Farmer 1,5 oder von Wilson ein Wert von 2, vorgeschlagen.⁹⁴⁶ Mit der Bezeichnung „Aversionsexponent“ (auch „Risiko-Aversionsexponent“, „Aversionsfaktor“ oder auch in Bezug auf die ganze gewichtete Formel „Aversionsfunktion“ genannt) soll die „Risikoaversion“ gegen sehr große Schadenspotenziale⁹⁴⁷ berücksichtigt werden. Damit handelt es sich nicht mehr um eine einfache Berechnungsfunktion, sondern um eine bewusste Bewertungsfunktion.⁹⁴⁸ Ebenfalls über Bewertungsfaktoren oder -kriterien soll die ungleiche Verteilung möglicher Schäden berücksichtigt werden. Es werden sowohl individuelle als auch kollektive Zulässigkeitskriterien diskutiert, wobei man insbesondere bei letzteren eine erhebliche Verstärkung ihres Gewichts erreichen will.⁹⁴⁹

Als Zwischenfazit bleibt festzuhalten, dass der Maßstab zur Darstellung des Schadensausmaßes und die bei seiner Auswahl zu treffenden Entscheidungen und Werturteile ausdrücklich gerechtfertigt werden müssen. Das Schadensausmaß müsste immer über unterschiedliche Maßstäbe dargestellt werden, da jeder Maßstab eine andere „Wahrheit“ beschreibt. Nur durch die Nennung der verschiedenen Risikowerte für einen Gegenstand, kann derjenige ausgewählt werden, der der jeweiligen Fragestellung angemessen ist.

⁹⁴³ Cogoy 1984, 159.

⁹⁴⁴ zu Versuchen, zur Festlegung eines Risikokriteriums/ Risikovergleichswertes siehe Kapitel 2.2.2. Risikovergleiche als Orientierungshilfe zur Beurteilung eines Risiko(produkt)wertes.

⁹⁴⁵ Meyer-Abich, zitiert nach Roßnagel 1993a, 277.

⁹⁴⁶ vgl. Fritzsche 1986, 165ff.

⁹⁴⁷ Kuhlmann, zitiert nach Banse 1996b, 42.

⁹⁴⁸ vgl. Fritzsche 1986, 166.

⁹⁴⁹ Banse 1996b, 42.

2.2.1.3.3 Voraussetzungen zur Benutzung der Variablen Schadensausmaß

Zur Hauptvoraussetzung einer korrekten Beschreibung des Schadensausmaßes gehört seine Quantifizierbarkeit,⁹⁵⁰ die Messbarkeit des Schadens, oftmals die Ausdrückbarkeit des Schadens in Geldeinheiten. Einige Schäden i.w.S., wie „etwa soziale und politische Konsequenzen, Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen, aber auch Widerstände, durch die sich die angenommenen ‚Umweltbedingungen‘ des Entscheidungsfalls verändern“⁹⁵¹ gehen in Risikobetrachtungen „ebenso wenig ein, wie solche gefährdeten Ressourcen, die man nicht in ein ökonomisches Tauschgeschäft zu überführen bereit ist (ästhetische, moralische, gesundheitliche Werte).“⁹⁵²

Präferenzen für Güter, zu deren Tausch man nicht bereit ist (wozu, bezogen auf das Individuum, das eigene Leben i.d.R. zu zählen ist) werden als „lexikographische Präferenzen“⁹⁵³ bezeichnet. Wenn der Tausch generell abgelehnt wird, so erübrigen sich individuelle Kosten-Nutzen-Betrachtungen, da typische trade-offs von Gütern (oder auch verschiedene Alternativen) nicht gebildet werden können. Erst in gesamtgesellschaftlicher Perspektive wird dieser Widerspruch in Teilen aufgehoben. Zwar ist kaum jemand bereit das eigene Leben für einen anderen Nutzen herzugeben, jedoch die Gesellschaft als Ganzes nimmt Todesfälle hin. Dies kann beispielsweise an der Geschwindigkeitsbegrenzung im Straßenverkehr verdeutlicht werden. Sicherlich würde ein allgemeines Tempolimit von 30 km/h auf allen Typen von Straßen (auch auf Autobahnen) zu einem rapiden Sinken der Todesfälle führen. Die Gesellschaft ist jedoch bereit, für den Nutzen (Mobilität) die Kosten (Todesfälle, die sich in höheren Geschwindigkeitsbereichen ereignen) hinzunehmen.

Die Risikoformel eignet sich nur in ebenfalls festzulegenden Grenzen für die Werte des Schadens und die der Wahrscheinlichkeit.⁹⁵⁴ Hinsichtlich des Schadensausmaßes muss eine Obergrenze festgelegt sein. Dadurch wird das Schadensausmaß zur entscheidenden Variablen der Risikobeurteilung. „Die Schadensobergrenze möglicher Unfälle wurde als wichtiges, von synthetisch ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten unabhängiges Risiko-Bewertungskriterium vorgeschlagen.“⁹⁵⁵ Das Schadensausmaß von qualitativ neuen Risiken darf weder durch sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeiten oder durch Berücksichtigung des möglichen Nutzens „weggerechnet“ werden (s.u.). Diese Aussage auf qualitativ neue Risiken bezogen, es geht also um mögliche Schäden von einem bedeutenden Ausmaß, deren Folgen nicht reversibel sind.

Betrachtet man Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit als Stellschrauben des Risikos, so sollten vor dem Hintergrund der vorgetragenen Überlegungen, Risikominderungsstrategien v.a. auf eine Reduzierung des Schadensausmaßes abzielen. „Darüber hinaus kann die psychische und soziale Tragweite von menschengemachten Katastrophen ein so schwerwiegendes Ausmaß annehmen, dass schon aus ethischen Gründen Katastrophenpotenziale nicht in

⁹⁵⁰ vgl. Banse 1996b, 38.

⁹⁵¹ Evers/ Nowotny 1987, 197f.

⁹⁵² Evers/ Nowotny 1987, 198.

⁹⁵³ Marggraf/ Streb 1997.

⁹⁵⁴ Auch ein Schadensereignis mit einem kleinen Schadensausmaß, das aber sehr häufig auftritt, wird als nicht akzeptabel angesehen.

⁹⁵⁵ Kollert 1997, 40.

beliebiger Dimension erreicht werden dürfen. Dies gilt selbst dann, wenn sich die Wahrscheinlichkeit für die Katastrophe analytisch als extrem klein erweist.“⁹⁵⁶ Denn der traditionelle Umgang mit Risiken nach dem Prinzip von Versuch und Irrtum ist nur gangbar, „wenn die Kosten eines Irrtums nicht zu hoch sind.“⁹⁵⁷ Es wurde auch vorgeschlagen, zur Reduzierung der teilweise schier unüberschaubaren Anzahl von möglichen Technikfolgen, die gravierendsten Technikfolgen zu fokussieren⁹⁵⁸, und was auch Auswirkungen für rechtliche Eingriffe bedeute, weil viele u.U. grundrechtseinschränkende Sicherungsmaßnahmen überflüssig würden, wenn das Schadenspotenzial eines Techniksystems erheblich reduziert werde.⁹⁵⁹ Bei Technologien mit einem sehr großen Schadenspotenzial muss der Staat nämlich eine weitreichende Abwehrstrategie fahren, die letztlich sogar zu undemokratischen Auswirkungen auf die gesamte Gesellschaft führen kann.

2.2.1.4 Produkt

Die Risikoformel soll verschiedene Risiken vergleichbar machen. Sie soll Risiken objektivieren, mathematisch genau erfassen. Es muss im Einzelnen genau betrachtet werden, welche Aussagekraft die mit der Risikoformel errechneten Risikowerte besitzen. Abgesehen von zahlreichen Schwierigkeiten, die mit den einzelnen Variablen der Risikoformel verbunden sind, die bereits diskutiert wurden, weist auch das Produkt selbst verschiedene Probleme auf.

2.2.1.4.1 Begrenzungen der Aussagekraft des Produktes der Formel

Die schwierige Grenzziehung zwischen den noch als tolerabel angesehenen Risiken und den intolerablen kann nicht auf der Grundlage der Risikoformel erfolgen, denn ihre Ergebnisse sollen daran ja gerade verglichen werden. „Die Definition des Risikobegriffs enthält keine Anweisungen zur Beschränkung der Wertebereiche von Ereignisrate und potenzieller Schadenshöhe. (...) Es muss deshalb untersucht werden, ob es für die beiden Variablen (...) sinnvolle Begrenzungen gibt.“⁹⁶⁰ Somit ist auch für das Produkt keine Grenze errechenbar (allerdings werden Vorschläge zur Orientierung einer Grenze am menschlichen Sterberisiko gemacht).⁹⁶¹ Der Grenzverlauf ist nicht errechenbar. Die Abgrenzungsschwierigkeiten im ingenieurwissenschaftlichen Bereich spiegeln sich in den Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen Risiko und Gefahr im juristischen Bereich wieder. Über diesen Mangel dürfen auch die Vielzahl von allgemeinen graphischen Darstellungen zur Trennung von Gefahr und Risiko nicht hinwegtäuschen.

Ein schwerwiegender, oben schon angesprochener Kritikpunkt ist, dass das Produkt die Größe der Variablen verschleiert: Durch die Berechnung des Produktes aus Schadensausmaß und Wahrscheinlichkeiten kann sich für höchst unterschiedliche Zusammensetzungen der gleiche Erwartungswert ergeben. So wird nicht differenziert, ob einmal jährlich 10.000 Todesopfer bei

⁹⁵⁶ Kollert 1997, 43.

⁹⁵⁷ Mrasek-Robor 1997, 197 mit Verweis auf Roßnagel.

⁹⁵⁸ Roßnagel 1999, 867.

⁹⁵⁹ Roßnagel 1993a, 17.

⁹⁶⁰ Tittes, zitiert nach Banse 1996b, 39.

⁹⁶¹ vgl. ausführlich Kapitel 2.2.2. Risikovergleiche als Orientierungshilfe zur Beurteilung eines Risiko(produkt)wertes.

einer technischen Katastrophe zu beklagen sind, oder ob im gleichen Zeitraum 10.000 Unfälle mit jeweils einem Toten auftreten.⁹⁶² „Grenzfälle des Schadensbegriffs sind dann sinnlos, wenn die Schadenshöhe H einerseits gegen Unendlich geht und die Wahrscheinlichkeit p gegen Null, oder H gegen 0 und p gegen 1 geht. In beiden Fällen geht das Risiko rein mathematisch gegen Null, was aber offenkundig unserer Risikowahrnehmung widerspricht.“⁹⁶³ Nach der traditionellen Risikoformel „müsste bei einem einzelnen Szenario ein Szenario mit geringer Wahrscheinlichkeit und großem Schaden einem mit hoher Wahrscheinlichkeit und geringfügigem Schaden gleichgesetzt werden – was offensichtlich ganz verschiedene Dinge sind.“⁹⁶⁴ Es wird so nicht zwischen Katastrophenzuständen und Bagatellereignissen unterschieden.⁹⁶⁵ Der Zusammenhang zwischen Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe wird auch im juristischen Bereich thematisiert. Das Bundesverfassungsgericht hat in der sogenannten „Je-desto-Formel“ die Forderung entwickelt, wonach die Eintrittswahrscheinlichkeit desto geringer sein sollte, je höher das Schadenspotenzial ist. Manche Fachleute hingegen wollen diesen ersten Extremfall der Risikoformel völlig ausschließen und zielen auf die alleinige Beachtung des Schadensausmaßes (bei existenziellen Großrisiken) ab: Somit sei das mit Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen verbundene Konzept nicht zur Bewertung seltener Großunfälle geeignet. „Bei Unfällen, die das Ausmaß einer kontinentalen Katastrophe annehmen – etwa ein schwerer Reaktorunfall in Mitteleuropa – und deren Folgewirkungen auf keinen Fall akzeptabel sind, hat das statistische Mittel keinen Sinn. Hier existiert kein statistischer Durchschnittszustand, es handelt sich um ein einzigartiges, singuläres Ereignis. Die Angabe einer Katastrophen-Eintrittswahrscheinlichkeit von 10^{-9} (1 zu 1 Milliarde) pro Jahr (Deutsche Risikostudien für den schwersten Reaktorunfall) liefert insofern keine Informationen, die zur Bewertung des Katastrophenrisikos dienen kann.“⁹⁶⁶ Ahlemeyer kommt zu dem vernichtenden Gesamturteil, dass die Berechenbarkeit von Risiken über Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß allenfalls eine professionelle Fiktion⁹⁶⁷ sei.

2.2.1.4.2 Erweiterungen zum Produkt der Formel

Ein Erweiterungsvorschlag bezieht sich genau auf das zuletzt angesprochene Problem des Bedürfnisses der unterschiedlichen Bewertung von äußerst seltenen Großschäden und sehr häufigen Kleinschäden. Er besteht darin, ein „vorsorgeorientiertes Risiko“ zu bestimmen, indem die für den Notfall- und Katastrophenschutz anfallenden Vorsorgekosten dem Erwartungswert der Schadenssumme zugefügt werden, weil mit steigenden Schadensmöglichkeiten die Vorsorgeaufwendungen überproportional steigen.⁹⁶⁸

Um negatives individuelles Risikoempfinden (Risikoaversion) vor allem bezüglich großer Schadensausmaße zu berücksichtigen, wird die Einführung eines Verstärkungsfaktors⁹⁶⁹ oder

⁹⁶² vgl. Tittes, zitiert nach Banse, 1996b, 40; siehe unten.

⁹⁶³ Kornwachs 1996a, 74; vgl. Kaplan, Garrick 1981, Nachdruck in 1993, 97.

⁹⁶⁴ Kaplan, Garrick 1981, Nachdruck in 1993, 97.

⁹⁶⁵ vgl. Blaß 1989, 209.

⁹⁶⁶ Kollert 1997, 45.

⁹⁶⁷ Ahlemeyer 1990, 196.

⁹⁶⁸ vgl. Banse 1996b, 42.

⁹⁶⁹ vgl. Kuhlmann 2001, 10.

(Risiko-)Aversionsfaktors vorgeschlagen, „weil die Risikoaversion ein psychologischer – gleichzeitig aber auch, wie die statistische Untermauerung zeigt, durchaus rational begründbarer – Tatbestand ist.“⁹⁷⁰ Erweiterungsvorschläge dieser Art bleiben allgemeiner als die zuerst genannten. Sie fordern zwar genau wie diese, die Berücksichtigung großer Schadensausmaße, zeigen jedoch nicht auf, woran sich entsprechende Faktoren orientieren sollen.

Ein anderer Erweiterungsvorschlag will das Problem nur über andere Darstellungsweisen lösen: Demnach sollen Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit, z.B. in Form von Tabellen oder über Kurven bzw. in Risikomatrizes, getrennt ausgewiesen werden. Hierbei stellt sich auch das Problem der unterschiedlichen Zeitabhängigkeit der möglichen Schäden. Dazu gibt es Überlegungen „das Risiko eines technischen Systems ,als Funktion der möglichen Schadensausmaße in Abhängigkeit von der Zeit und ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit‘ darzustellen, wobei als zeitabhängige Schadensausmaße reparable Schäden (z.B. Beinbruch, der heilt), Langzeit-Schäden, Schäden, die erst nach einer Latenzzeit auftreten, sowie soziale Schäden erwähnt werden.“⁹⁷¹ Diese positiv zu wertenden differenzierten Darstellungsformen entlasten jedoch nicht von der Frage, welche Risiken noch als akzeptabel anzusehen sind. Weitere Vorschläge beziehen sich auf eine Heranziehung des „kleinsten natürlichen Sterberisikos“ als Referenzgröße,⁹⁷² wobei unterschiedliche Verhältnisse dazu gefordert werden.

2.2.1.4.3 Voraussetzungen zur Benutzung des Produktes der Risikoformel

Die Voraussetzungen zur Benutzung des Produktes der Risikoformel, und somit der Risikoformel allgemein, sind aus den aufgeführten Kritikpunkten an den Variablen der Risikoformel abzuleiten. Die Voraussetzungen, unter denen die Formel weiterhin gute Hilfen geben kann, werden zum Abschluss⁹⁷³ diskutiert.

2.2.2 Risikovergleiche als Orientierungshilfe zur Beurteilung eines Risiko(produkt)wertes

Es wurde bei der Betrachtung des Produkts der Risikoformel schon angesprochen, dass der errechnete Risikowert (auch „Risikoproduktwert“ genannt) letztlich noch nichts aussagt, wenn man ihn nicht mit einem Risikogrenzwert in Beziehung setzt. Da dieser Risikogrenzwert nicht einfach willkürlich gesetzt werden soll, behilft man sich mit Vergleichswerten (Risikoreferenzkriterien), die entweder in einfacher oder zumeist in gewichteter Form aufgeführt werden. Der Risikogrenzwert erlaubt die Einordnung eines Risikoproduktwertes in einen – vom Ersteller des Vergleichswertes – als positiv oder negativ⁹⁷⁴ gewerteten Raum.

⁹⁷⁰ Binswanger, zitiert nach Banse 1996b, 42.

⁹⁷¹ Banse 1996b, 42.

⁹⁷² siehe hierzu ausführlich Kapitel 2.2.2. Risikovergleiche als Orientierungshilfe zur Beurteilung eines Risiko(produkt)wertes.

⁹⁷³ siehe Kapitel 2.2.3 Zusammenfassende Überlegungen zum Wertcharakter der Risikowerte.

⁹⁷⁴ Mit dieser Formulierung sollen alle Raumbezeichnungen in diesem Zusammenhang umfasst werden wie beispielsweise „sicher/ unsicher“ oder „akzeptabel/ nicht akzeptabel“. Auf die Unterscheidungen dieser verschiedenen Abgrenzungen wird weiter unten eingegangen.

Es lassen sich unterschiedliche Konzepte zur Heranziehung der Risikowerte als Risikoreferenzkriterien zur Bildung von Risikogrenzwerten für den Vergleich mit errechneten Risikoproductwerten finden. Grob lassen sich dabei zwei Erhebungsarten⁹⁷⁵ von Risikowerten unterscheiden: die implizit und explizit erhobenen Risikowerte (üblich sind auch die Bezeichnungen „manifeste Präferenzen“/ „revealed preferences“/ „Methode der offenbarten Bewertung“ versus „ausgedrückte Präferenzen“/ „expressed preferences“/ „Methode der geäußerten Bewertung“).

2.2.2.1 Vergleich mit implizit erhobenen „akzeptierten“ Risikowerten

Die Risikowerte von zivilisatorischen und naturbedingten Risiken werden von einigen Autoren als implizit erhobene Risikoakzeptanzwerte verstanden. Zunächst wird auf diesen Ansatz näher eingegangen, um dann in einem Exkurs allgemein die Risikoakzeptanz zu untersuchen. Letztlich wird auf den Vorschlag näher eingegangen, der das kleinste natürliche menschliche Sterberisiko als Vergleichswert für Risiken technischer Anlagen oder sogar ganzer Technologie heranziehen will und damit deren „Akzeptanz“ errechenbar festlegen will.

2.2.2.1.1 Vergleiche mit zivilisatorischen und naturbedingten Risikowerten

Chauncey Starr prägte nicht nur die ingenieurwissenschaftliche Betrachtung des möglichen Nutzens, sondern auch ingenieurwissenschaftliche Ansätze für Risikovergleiche.⁹⁷⁶ Starr vergleicht das Risiko des Todes durch atomare Anlagen mit anderen Risiken, z.B. dem Risiko des Todes durch einen Stromschlag oder dem des Todes durch Naturkatastrophen. Sowohl die zivilisatorischen Risiken (z.B. Verkehr, Elektrizität, Arbeit, Haushalt) als auch die naturbedingten Risiken⁹⁷⁷ (z.B. Sturm, Hochwasser, Blitzschlag, Erdbeben)⁹⁷⁸ liegen dabei regelmäßig unter den Risikowerten atomtechnischer Anlagen, auf deren Berechnung er nicht eingeht.⁹⁷⁹ Seine Hauptidee liegt vielmehr in der Bereitstellung eines Risikogrenzwertes als Vergleichsmaßstab für die – auf welche Weise auch immer – errechneten Risiken technischer Anlagen. Er geht davon aus, dass die genannten natürlichen bzw. zivilisatorischen Risiken gesellschaftlich „implizit“ akzeptiert seien. Ihre Risikowerte werden von ihm also – einfach oder in zu gewichtender Form – als Risikogrenzwert für die Akzeptanz der Risiken atomtechnischer Anlagen herangezogenen. Diese von Starr selbst als „empirischer Ansatz“ bezeichnete Betrachtungsweise beruht also auf dem Vergleich mit den Werten von Risiken, denen nach seiner Meinung „implizit ein intuitives gesellschaftliches Abwägen“ vorausgegangen seien. Wenn diese anderen zivilisatorischen und natürlichen Risiken von der Bevölkerung akzeptiert wür-

⁹⁷⁵ Rowe unterscheidet noch als drittes davon „unausgesprochene Präferenzen/ implied preferences.“ Diese dritte Gruppe, nach der Gesetze das wiederspiegelt, was sich die Gesellschaft wünscht und was die gegenwärtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erlauben, ist m.E. kein dritter Weg oder Kompromiss (als der er bezeichnet wird), weil er nicht darauf eingeht, *wie* der Gesetzgeber die Präferenzen festlegt. Auch er muss sich an irgendetwas orientieren und zu dieser Orientierung kommen wiederum nur die ersten beiden Präferenzarten in Frage.

⁹⁷⁶ Starr 1969, 1997.

⁹⁷⁷ Rein naturbedingte Risiken existieren in der zivilisierten Welt immer weniger, da Naturgefahren durch zivilisatorische Bedingungen (z.B. flussnahe Bauen) in ihren Auswirkungen beeinflusst werden (vgl. Greiving 2002); siehe auch Kapitel 2.1.1.3 Schadensfälle in sozialwissenschaftlicher Betrachtung.

⁹⁷⁸ vgl. Jansen 1990, 7.

⁹⁷⁹ Solche Berechnungen haben spätere Aufsätze, die auf seinen Ansatz aufbauen, vorgenommen.

den, so sei die Ablehnung atomarer Anlagen mit erheblich geringeren Risikoproduktwerten unverständlich. Sozialwissenschaftler haben daraus das Prinzip der „pragmatischen Konsistenz“ („the principle of pragmatic consistency“) abgeleitet: „It says that if you are prepared to accept one kind of risk then you must also be prepared to accept an other risk (in the same risk category) which is smaller or at most of equal magnitude (the benefit is initially equated as a *ceteris-paribus* condition). This principle demands that everyone should strive to be consistent in his mode of action. This applies both to the individual as well as, and above all, to society as quasi-player – the latter aspect bearing particularly significant consequences.“⁹⁸⁰ Grunwald vertritt die Auffassung, dass es sich bei dem von Gethmann schon seit längerem referierten Prinzip um „Umformulierungen des Kantischen kategorischen Imperativs“⁹⁸¹ handele. So werden Risiko-Risiko- und Risiko-Chance-Vergleiche⁹⁸² zur Beantwortung der Akzeptabilität von Risiken herangezogen. Im Folgenden ein Auswahl von Tätigkeiten, die zu einem Todesrisiko von 10^{-6} führen:⁹⁸³

Tätigkeit	Folge
1,4 Zigaretten rauchen	Krebs, Herzerkrankung
1/2 L Wein trinken	Leberzirrhose
1 Std. in einer Kohlenmine	Staublunge
10 Meilen mit dem Fahrrad fahren	Unfall
6000 Meilen mit dem Flugzeug fliegen	Krebs durch Höhenstrahlung
2 Monate mit einem Raucher zusammen leben	Krebs, Herzerkrankung
150 Jahre im 20 Meilen-Umkreis eines KKW leben	Krebs durch Strahlung

Tabelle 6: Übersicht über ausgewählte Todesrisiken.

Wie man aus der beispielhaft aufgeführten Tabelle entnehmen kann, schneiden Risiken technischer Anlagen (im Beispielfall eines Kernkraftwerkes (KKW)) im Vergleich sehr gut ab. In vielen ingenieurwissenschaftlichen Veröffentlichungen wird daher, wie bei Starr, Verwunderung darüber geäußert, weshalb die Bevölkerung gegenüber den Risiken technischer Anlagen oftmals mit extremer Ablehnung reagiert, wo sie doch bereit ist, viel höhere Risiken – zumeist sogar freiwillig – einzugehen.

⁹⁸⁰ Gethmann 2001, 52.

⁹⁸¹ Grunwald 1999, 76 mit Verweis auf Gethmann.

⁹⁸² vgl. Grunwald 1999, 76.

⁹⁸³ Tabelle angelehnt an Schmidt 1989, 55, der die Werte von Philipson übernommen hat.

2.2.2.1.2 Exkurs zur Risikoakzeptanzforschung

Das Interesse der ingenieurwissenschaftlichen „Risikoforschung an den Phänomenen individueller und gesellschaftlicher Risikoakzeptanz, das neben das wissenschaftliche Ziel getreten ist, objektive Risikomaße zu entwickeln,“⁹⁸⁴ kann als Auseinandersetzungen mit Technik, beispielsweise bei konkreten technischen (Bau-)Projekten, angesehen werden. Die gleichen Ergebnisse von Risiko- bzw. Sicherheitsanalysen, die nach Meinung der Verfasser dieser Analysen die Ungefährlichkeit bestimmter technischer Anlagen demonstrierten, wurden von der Öffentlichkeit als Beweis für deren Gefährlichkeit herangezogen. Die Verfasser ingenieurwissenschaftlicher Untersuchungen zeigen sich oftmals erstaunt über die Beurteilung von qualitativen wie quantitativen Risikoaussagen durch die Öffentlichkeit.⁹⁸⁵ Es gibt natürlich auch Auseinandersetzungen über das Entstehen von Zahlen, aber offensichtlich werden sogar *gleiche* Zahlen höchst unterschiedlich eingeschätzt. Aufgrund dieser Überlegungen begannen sich auch die Ingenieurwissenschaften mit der Risikoakzeptanz der Bevölkerung auseinander zu setzen, wobei sie oftmals – zumeist in benennender Form – auf Ansätze der sozialwissenschaftlichen, insbesondere psychologischen Risikowahrnehmungs- und Risikoakzeptanzforschung, zurückgreifen. Einige der wichtigsten Erkenntnisse dieser Forschungsrichtungen werden daher in einem Exkurs skizziert.

2.2.2.1.2.1 Risikowahrnehmung und Risikoakzeptanz

Es ist zwischen Akzeptanz und Akzeptabilität von Risiken zu unterscheiden. Die bewusste und reflektierte Bereitschaft, Risiken anzunehmen, wird als „Akzeptanz“ bezeichnet. Unter „Akzeptabilität“ versteht man die Annehmbarkeit von Risiken. Akzeptabilität hat damit normativen Charakter.⁹⁸⁶ Von der Akzeptanz abzugrenzen ist die Hinnahme von Risiken, da das damit bezeichnete resignative oder auch gleichgültige Hinnehmen des „Unvermeidlichen“ nicht als bewusster, reflektierter Akzeptanzakt aufgefasst werden kann. Somit muss zwischen Akzeptabilität, Akzeptanz und Hinnahme differenziert werden. In vielen Veröffentlichungen wird die Hinnahme von Risiken verallgemeinernd unter Akzeptanz gefasst, so dass man von Risikoakzeptanz i.e.S. und i.w.S. sprechen kann.

Risikoakzeptanz i.e.S., um die es im Folgenden geht, ist nur schwer von der Risikowahrnehmung⁹⁸⁷ zu trennen. Risikoakzeptanz und Risikowahrnehmung weisen Überschneidungen auf, da sie sich beide mit der Beurteilung von Risiken beschäftigen: Risikowahrnehmung, Risikobeurteilung und Risikoakzeptanz gehen ineinander über.

Es gibt eine Reihe von Untersuchungen, die eine Vielzahl unterschiedlicher Ergebnisse zur Risikoakzeptanz und -wahrnehmung produziert haben: „Zweifellos jedoch kann man sagen, dass Befunde der empirischen Forschung zur Einschätzung und Beurteilung von Risiken zu erheblicher Erweiterung, Differenzierung und Präzisierung des Risiko-Konzepts geführt haben. Sie haben erwiesen, dass es ‚den‘ Risiko-Begriff nicht gibt. Schadenswahrscheinlichkeit, Schadensgröße, Katastrophenpotenzial, Freiwilligkeit, Kontrollierbarkeit, Bekanntheit, Zeit-

⁹⁸⁴ Frederichs 1983, 121.

⁹⁸⁵ vgl. Tschiedel 1995, 303.

⁹⁸⁶ vgl. Böckle, zitiert nach Banse 1996b, 22.

⁹⁸⁷ Auch der Begriff der Risikowahrnehmung wird vielfältig definiert.

verlauf der Konsequenzen, Verteilung der Konsequenzen, Nutzen usw. spielen alle eine Rolle für die Risiko-Beurteilung. Welche Rolle aber die einzelnen (quantitativen wie qualitativen) Aspekte spielen, das hängt erheblich von der spezifischen Art der thematisierten Risiko-Quellen sowie von Wissen und Werten der befragten Personengruppen ab.“ Allerdings muss man auch über die Sinnhaftigkeit der Sammlung von vielen unterschiedlichen Faktoren (die v.a. aus der psychologischen Risikoforschung stammen und auch in vielen soziologischen Texten aufgegriffen werden) Rechenschaft ablegen: „So interessant die einzelnen Ergebnisse der psychologischen Risikoforschung auch sind, sie haben zur Folge, dass man sich immer weiter von einem einheitlichen Risikomaß entfernt – hin zu einer beliebig langen Liste vieler einzelner Faktoren.“⁹⁸⁸

Für die Tabelle wurden – dem Anspruch nach vollständig – alle Faktoren aus höchst unterschiedlichen Untersuchungen zur Risikowahrnehmung bzw. Risikoakzeptanz, in fünf Blöcken gruppiert, zusammengestellt. Einige der Faktoren widersprechen sich und für einige Faktoren haben Untersuchungen genau gegensätzliche Wirkungsweisen beschrieben. Die Risikowahrnehmungs- bzw. Risikoakzeptanzmechanismen beziehen sich auf mögliche „Über- oder Unterschätzungen“ von Risiken. Kritisch ist darauf hinzuweisen, dass niemand das objektive Risiko kennen kann und daher alle Aussagen zur Über- oder Unterschätzung letztlich objektivistisch sind. Auf die Erläuterung jeder einzelnen der 19 Risikowahrnehmungs- bzw. Risikoakzeptanzmechanismen wird hier verzichtet, wodurch einige der notwendig kurzen Mechanismusbeschreibungen in einem „Stichsatz“ unklar bleiben dürften. Zur Nachvollziehbarkeit sei auf die vielen Studien und Veröffentlichungen zur Risikowahrnehmungsforschung verwiesen, die sich damit im Einzelnen und sehr detailliert beschäftigen.⁹⁸⁹

⁹⁸⁸ Bechmann/ Wolf 1993, 16.

⁹⁸⁹ vgl. insbesondere die unterschiedlichen Beiträge in dem von der bayrischen Rückversicherung 1993 herausgegebenen Sammelwerk „Risiko ist ein Konstrukt“; Böhm/ Henning 1997.

UNGEWOHNT/ UNVERTRAUTE RISIKEN	
Bekanntheitsgrad	Dem Beurteiler unbekannte Risiken werden überschätzt.
Gewöhnung/ Vertrautheit	Ungewohnte/ unvertraute Risiken werden überschätzt.
Zukunftseintritt	Zeitnahe Risiken werden überschätzt.
QUALITATIV NEUE RISIKEN	
Schadens-Ereignis-Relation	Ein Unfall mit vielen Geschädigten wird kritischer bewertet.
Kausalität	Kausal Erklärbares wird überschätzt.
Sinnliche Wahrnehmbarkeit	Nicht sinnlich wahrnehmbare Risiken werden überschätzt.
Reversibilität	Irreversible/ irreparable Risiken werden kritischer beurteilt.
Wahrscheinlichkeit	Weniger wahrscheinliche Risiken werden überbewertet.
KONTROLLASPEKTE	
Freiwilligkeit	Unfreiwillig eingegangene Risiken werden überschätzt.
Kontroll-/ Steuerungsmöglichkeit	Weniger kontrollierbare/ steuerbare Risiken werden überschätzt.
Handlungsakteur	Risiken, die durch das Handeln anderer bedingt sind, werden überschätzt.
Risikoentzugsmöglichkeit	Risiken, denen man sich nicht entziehen kann, werden überschätzt.
ABHÄNGIGKEIT VON DER SACHE	
Alternativenbestand	Wenn andere Lösungen bestehen, so werden die Risiken überschätzt.
Risikoquellenart	Künstliche Risikoquellen werden als gefährlicher angesehen.
Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen senken nicht unbedingt die Risikoeinschätzung.
EINFLÜSSE DES RISIKOBEURTEILERS	
Persönlicher Bezug	Risikoquellen, die keinen persönlichen Bezug haben, werden überschätzt.
Experten-/ Laienstatus	Laien überschätzen Risiken – contra Experten unterschätzen Risiken.
Schadensverteilung	Personell/ geographisch ungleich verteilte Schäden werden überschätzt.
Nutzenverteilung	Wenn der Nutzen ungleich verteilt ist, werden Risiken kritischer bewertet.

Tabelle 7: Übersicht über vermeintliche tendenzielle Fehleinschätzungen von Risiken.

Die dargestellten Risikowahrnehmungsmechanismen können als Erklärung dafür herangezogen werden, warum Risikoberechnungen nicht die Grundlage für Risikoakzeptanz der Bevölkerung sind. Der mehr oder weniger direkte Risiko-Objektivismus, der hinter der Behauptung dieser Mechanismen steckt, führt wieder zu einem zentralen Aspekt des Risiko-Problems zurück, nämlich, ob technische Risiken überhaupt objektiv beschrieben werden können.

Es zeigt sich hier die Unterscheidung: „Die Wissenschaft „stellt Risiken fest“, und die Bevölkerung „nimmt Risiken wahr“.⁹⁹⁰ Demnach unterscheidet sich die Bevölkerung von den Experten (siehe unten) nur durch geringeres Wissen. „Proteste, Ängste, Kritik, Widerstände in der Öffentlichkeit sind ein reines Informationsproblem. Wenn die Leute nur wüssten, was Techniker wissen und wie sie denken, wären sie beruhigt – oder sind eben hoffnungslos irrational.“⁹⁹¹ Aber die Unterscheidung zwischen (rationaler) wissenschaftlicher Risikofeststellung und (irrationaler) Risikowahrnehmung stellt die Rolle von wissenschaftlicher und sozialer Rationalität in der Entstehung eines zivilisatorischen Risikobewusstseins auf den Kopf, weil viele Risiken gerade nicht durch die Wissenschaft und sogar gegen deren Widerstand aufgedeckt worden sind.⁹⁹² Die wissenschaftliche Risikofeststellung ist zwar von ihrem Anspruch her deskriptiv aber von Normen durchzogen, wie beispielhaft an den Variablen der Risikoformel gezeigt werden konnte.

Es stellt sich die Frage, ob die beschriebenen Mechanismen wirklich nur als „Risikofehleinschätzungsmechanismen“ zu sehen sind, oder ob hinter manchen der vermeintlichen Fehlwahrnehmungen und der darauf beruhenden Akzeptanz nicht ein erweitertes Rationalitätsverständnis zum Vorschein kommt. Die Risikowahrnehmungs- und Risikoakzeptanzmechanismen beziehen sich größtenteils, zumindest implizit, auf den (fehlgeleiteten) Risikoumgang der Bevölkerung (von Laien). Die Risikowahrnehmung speziell von Ingenieuren war bisher kaum Gegenstand von Risikowahrnehmungsstudien. Die Gruppe der in der Anlagengenese tätigen Ingenieure wurde hinsichtlich ihrer Risikowahrnehmung bisher nicht untersucht. Einige Untersuchungszuschnitte der Risikowahrnehmung, -beurteilung und -akzeptanz spezieller Gruppen können jedoch auch auf Ingenieurpraktiker übertragen werden.

2.2.2.1.2.2 Klassifizierungen von Risikogruppen

Es gibt unterschiedliche Klassifizierungen von Risikogruppen, wobei die Aufteilungen zwischen Entscheidern/ Betroffenen und zwischen Experten/ Laien am prominentesten sind. Beide Aufteilungen weisen Parallelen auf, dürfen jedoch keinesfalls vollständig parallelisiert werden. Denn die Gruppe der Entscheider und die der Experten fallen nicht unbedingt zusammen, weil es natürlich in Risikofragen auch Experten gibt, die rein gar nichts zu entscheiden haben. Außerdem gibt es in Ausnahmefällen sehr wohl Betroffene, die keine Laien sind bzw. öfter dürfte es vorkommen, dass Laien, gerade aufgrund ihrer Betroffenheit, durch Fortbildung zu Experten werden.

„Es liegen nur wenige Arbeiten vor, in denen die kognitiven und evaluativen Unterschiede in der Risiko-Wahrnehmung in Abhängigkeit von Art der Risiko-Quelle und Merkmalen der Urteilergruppen theoretisch in einem Zusammenhang gebracht und methodisch umfassend unter-

⁹⁹⁰ Beck 1993a, 305.

⁹⁹¹ Beck 1993a, 305.

⁹⁹² vgl. Beck 1993a, 306.

sucht worden sind.“⁹⁹³ Dieses generelle Defizit betrifft natürlich auch die Gruppe der Ingenieure im Allgemeinen und natürlich noch viel stärker, die Gruppe der in der Anlagengenese tätigen Ingenieure im Speziellen. Ingenieure werden in den Ausführungen zu beiden Unterscheidungen kaum direkt angesprochen. Naturgemäß neigt man dazu, sie den Entscheidern bzw. den Experten zuzuordnen. Allerdings gelten solche Zuordnungen nur tendenziell und müssen fallabhängig überprüft werden. Die folgenden Aussagen müssen also unter dem Vorbehalt gelesen werden, dass sie nicht auf der expliziten Untersuchung von Ingenieuren basieren.

2.2.2.1.2.2.1 Entscheider und Betroffene – Risiken und Gefahren

In vielen sozialwissenschaftlichen⁹⁹⁴ Veröffentlichungen wird zwischen Entscheidern und Betroffenen parallel zu dem Verständnis von Risiko und Gefahr differenziert. Vor allem in systemtheoretisch orientierten Zugängen⁹⁹⁵ wird das Begriffspaar „Gefahr-Risiko“ hervorgehoben,⁹⁹⁶ indem es als Hauptanalyseraster für die gesellschaftliche Risikothematik herangezogen wird. Risiko wird als ein Entscheidungsproblem und – eng damit verknüpft – als Zurechnungsproblem charakterisiert.

Risiken werden in der Luhmannschen Sichtweise als Resultat des Entscheidens unter Ungewissheit aufgefasst. Ist jemand einer Ungewissheit ausgesetzt, die er nicht seinem eigenen Handeln und Entscheiden zurechnet bzw.⁹⁹⁷ die nicht seinem eigenen Handeln und Entscheiden zugerechnet werden kann, so spricht man von Gefahren für diese Person. Mit der Luhmannschen Abgrenzung werden Risiko und Entscheidung in einen engen Zusammenhang gebracht. „Von Risiko spricht man nur, wenn eine Entscheidung ausgemacht werden kann, ohne die es nicht zu dem Schaden kommen könnte.“⁹⁹⁸

Gemeinsam ist der Gefahr und dem Risiko, dass sie sich auf potenzielle Schäden beziehen, deren Verwirklichung ungewiss ist, wobei bei Gefahren der Schadenseintritt der Umwelt zugerechnet wird, bei Risiken dieser als Folge des eigenen Handelns aufgefasst wird.⁹⁹⁹ Beispielsweise stellt ein Gewitter eine Gefahr dar. Wenn Ingenieure beim Bauen einer technischen An-

⁹⁹³ Jungermann/ Slovic 1997, 186.

⁹⁹⁴ Von Entscheidungen wird auch in anderen theoretischen und fachlichen Zusammenhängen mit Risikobezug gesprochen: „Die enge Verbindung zwischen dem Begriff des Risikos und der Entscheidungsfindung wird durch die umfassende Literatur zum Thema Risiko im Bereich des Management und der Psychologie dokumentiert.“ Nowotny 1997, 299. So wird regelmäßig auf Knight 1921 verwiesen, der Risiko als Entscheidungen bzw. Handeln unter Unsicherheit auffasst.

⁹⁹⁵ vgl. Luhmann 1990; Japp 2000, Tacke 2000, Krohn/ Krücken 1993.

⁹⁹⁶ Auch andere Autoren, die sich im Allgemeinen weniger auf systemtheoretische Hintergründe berufen, greifen bei der Charakterisierung des Risikobegriffs auf die Luhmannsche Unterscheidung zurück. Dabei werden jedoch oftmals andere Zusammenhänge der Beschreibung herangezogen.

⁹⁹⁷ Die Eigenzurechnung, also die Zurechnung von Folgen auf eigenes Handeln/ Entscheiden, kann sowohl durch eine Person selbst, als auch durch andere, außenstehende, Personen geschehen. Diese Unterscheidung und die sich aus ihr ergebenden Implikationen werden in der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung bisher jedoch vernachlässigt.

⁹⁹⁸ Luhmann 1991, 25.

⁹⁹⁹ vgl. Luhmann, zitiert nach Bechmann/ Wolf 1993, 8.

lage die Blitzableitung im Anlagengebäude konstruieren, so entscheiden sie, nachdem sie zuvor generative Leistungen erbracht haben, über Risiken. Wenn eine Besuchergruppe diese Anlage besichtigt, so stellt der mögliche Blitzschlag für sie eine Gefahr zweiter Ordnung dar. Treffen die Teilnehmer dieser Besuchergruppe jedoch die Entscheidung, diese Anlage zu besuchen, auch vor dem Hintergrund, dass es möglicherweise während ihres Besuchs zu einem Gewitter mit Blitzschlag kommen könnte und sogar noch in Erwägung der getroffenen Schutzmaßnahmen, so handelt es sich für sie um ein Risiko zweiter Ordnung. Sie entscheiden in diesem Fall, ob sie einer zuvor getroffenen Risikoentscheidung vertrauen (sofern sie das potenzielle „Schadensereignis Blitzschlag“ überhaupt realisieren). Eine solche Möglichkeit zu Entscheidungen zweiter Ordnung ist jedoch bei den meisten möglichen negativen Folgen technischer Anlagen nicht gegeben, da man sich ihnen zumeist schwer entziehen kann. Insofern Entscheidungen über Technik von bestimmten Akteuren der Technikgenese getroffen werden, ist der Großteil der Bevölkerung heutzutage Gefahren (zweiter Ordnung) ausgesetzt. In der Perspektive der Bevölkerung müsste somit von „Gefahrengesellschaft“ anstelle von „Risikogesellschaft“ gesprochen werden.

Die Unterscheidung ist jedoch nicht genereller Art, sondern vom betrachteten Gegenstand abhängig: „Wer individuell als Opfer (Betroffener) erscheint, ist kollektiv gesehen Täter (Entscheider) – oder wer einmal Entscheidungen trifft, kann in einem anderen Fall Betroffener sein.“¹⁰⁰⁰

Der Erkenntnisgewinn von Luhmanns Argumentation liegt in der Identifikation von zwei Gruppen, die einen unterschiedlichen Risikobezug aufweisen. Allerdings werden weitere Risikogruppen, die nicht von diesem Kriterium abhängig sind, nicht erfasst. Die Luhmannsche Unterscheidung ist zwar hilfreich, kann jedoch m.E. nicht als allumfassendes Erklärungswerkzeug für die gesamte Risikothematik fungieren. Nur ein eingegrenzter Teilbereich der Risikoproblematik und des Risikobegriffs lässt sich m.E. über die Unterscheidung von Risiko und Gefahr einfangen. Dies zeigt sich auch an der Identifikation von Risikogruppen: Andere Ansätze differenzieren weitere Risikogruppen. So unterscheidet Seiler vier Risikogruppen: Belastete, Profitierende, Kostenträger, Entscheidungsträger

- „- die vom Risiko Belasteten,
- die von der riskanten Tätigkeit (direkt oder indirekt) Profitierenden,
- diejenigen, die die Kosten oder sonstigen negativen Konsequenzen einer Risikominderung zu tragen haben (die nicht notwendigerweise identisch sind mit den von Risiko Profitierenden),
- die Entscheidungsträger.“¹⁰⁰¹

Die Unterteilung der Gruppe der Betroffenen in Belastete, Profitierende, Kostenträger, die den Entscheidern gegenüber stehen, hat den Vorteil, bei Risikoproblemen Akzeptanzprobleme differenzierter betrachten zu können. Natürlich sind die Unterteilungen nicht unbedingt trennscharf. Wer beispielsweise vom Risiko belastet wird, kann auch gleichzeitig von ihm profitieren.

1000 Bechmann/ Wolf 1993, 5.

1001 Seiler 1996, 153.

Überschneidungen bzw. Übereinstimmungen von Risikogruppen werden positiv beurteilt, denn gerade die Entkoppelung der Akteure in die vier Gruppen trägt erheblich zu gesellschaftlichen Risikokontroversen bei.¹⁰⁰² „Ideal ist ein Zustand, in welchem alle vier Rollen identisch sind.“¹⁰⁰³ Dies ist gerade für Abwägungen von Kosten und Nutzen eine wichtige Voraussetzung: „Risiko-Nutzen-Abwägungen setzen voraus, dass zumindest grundsätzliche und potenzielle Identität besteht zwischen Profitierenden und Belasteten.“¹⁰⁰⁴ Es darf also insbesondere in rechtlicher Hinsicht nicht nur eine rein quantitative gesamthafte Kosten-Nutzen- bzw. Risiko-Nutzen-Abwägung vorgenommen werden, „sondern es muss auch die *Verteilung* zwischen den verschiedenen Beteiligten betrachtet werden.“¹⁰⁰⁵ Auch hier ist wieder darauf hinzuweisen, dass schon die gerechte Verteilung der möglichen Schäden schwierig ist. Die zusätzliche Beachtung der Verteilung der möglichen Nutzen verschärft das Problem. Trotzdem soll hier schon darauf hingewiesen werden, dass Risikoprobleme nicht nur als Verteilungsprobleme angesehen werden dürfen.

2.2.2.1.2.2.2 Experten und Laien

Da Entscheidungen von Experten getroffen oder beeinflusst werden, rücken diese Experten bzw. die Experten-Laien-Problematik näher ins Blickfeld. Die zweite prominente Unterscheidung von Risikogruppen, die zwischen Experten und Laien, ist genauso wie die erste mit einem Definitionsstreit verbunden. Es wird in der Sozialwissenschaft eine harte Auseinandersetzung um „die“ Rolle „der“ Experten geführt, wobei das Expertenverständnis stark variiert. Experten beschäftigen sich aus wissenschaftlicher Perspektive analytisch mit praxisbezogenen Problemen. Es versteht sich fast von selbst, dass Experten traditionell eine größere Kompetenz zur Lösung von Problemen zugesprochen wird.

Experten	Laien
Enge wissenschaftliche Problemdefinition	Umfassende Problemdefinition
Komplexes wissenschaftliche Modell	Simples wissenschaftliches Modell
„Naives“ soziales Modell	Komplexes soziales Modell
Hohe Differenziertheit wissenschaftlicher Aussagen	Geringe Präzision technischer Aussagen
Kosten-Nutzen-Perspektive	Vielfalt an Perspektiven

Tabelle 8: Vergleich von Experten und Laien, angelehnt an Peters.¹⁰⁰⁶

¹⁰⁰² vgl. Bonß 1996, 178.

¹⁰⁰³ Seiler 1996, 153.

¹⁰⁰⁴ Seiler 1996, 152.

¹⁰⁰⁵ Seiler 1996, 152 – Hervorhebung im Original.

¹⁰⁰⁶ Peters, zitiert nach Götsch 1994, 59.

Vor allem angesichts der Umweltkrise werden jedoch Defizite wissenschaftlicher Expertise beklagt, die beispielsweise erkennbar sind an entgegengesetzten Expertenaussagen¹⁰⁰⁷ und insgesamt zu einer Revision und Differenzierung von Experten-Laien-Vorstellungen Anlass gegeben haben. Nach dem von Peters vertretenen Ansatz liegt eine Stärke der Laien in einer ganzheitlicheren Risikobetrachtung (z.B. mit umfassender Problemdefinition, die soziale Bedingungen stärker würdigt) während die Stärken der Experten gerade in der partikularen Spezialisierung liegen. Die Stärken der einen Gruppe beschreiben die Schwächen der jeweils anderen Gruppe. Allerdings ist zu fragen, ob ein solches Modell nicht zu einfach ist, denn grundsätzlich können Experten als „normale“ Mitglieder der Gesellschaft auch eine Laienperspektive einnehmen, die sie dann durch ihre Expertenperspektive ergänzen. Ein derartiger Perspektivenwechsel ist den Laien in der Regel nicht möglich, da sie zum Einnehmen der Expertenperspektive eine entsprechende Ausbildung durchlaufen und Erfahrungen in der professionellen Praxis sammeln müssten. Es ist Laien aber durchaus möglich, auch in kürzerer Zeit Fachwissen zu erwerben und sich somit der Perspektive der Experten anzunähern. Die Gruppen/ Organisationen, die im Zuge der neuen sozialen Bewegungen entstanden sind, seien oftmals gut organisiert,¹⁰⁰⁸ was Auswirkungen auf ihr Selbstvertrauen und Auftreten habe: „Zum einen fühlen sich Betroffene heute ganz grundsätzlich kompetenter als früher mitzureden, zu analysieren und zu beurteilen. Und zum anderen muss auch die Bewertung bloßer Nebenfolgen einer Technologie auf ‚Wertmaßstäbe‘ zurückgreifen, die die Wissenschaft den gesellschaftlichen Diskursen zu entnehmen hat.“¹⁰⁰⁹ Es bleibt festzuhalten, dass die Polarisierung zwischen Experten und Laien durch die beschriebenen Mechanismen zunehmend an Gewicht verliert, dass sich die Perspektiven allmählich angleichen.

Die gegenübergestellten, grundsätzlich unterschiedlichen, Herangehensweisen von Laien und Experten¹⁰¹⁰ können als einander befruchtend aufgefasst werden. Die Kombination der Stärken der Laien- und der Expertenperspektive ist logisch denkbar. In diesem Sinn würde die Risikowahrnehmung geprägt werden durch 1) eine umfassende Problemdefinition, 2) ein komplexes wissenschaftliches Modell, 3) ein komplexes soziales Modell, 4) eine hohe Differenziertheit wissenschaftlicher Aussagen und 5) eine Vielfalt an Perspektiven. Die Gesamtkomplexität der Betrachtung steigert sich dadurch erheblich.

Die bisher beschriebenen Konsequenzen aus den Mechanismen beschreiben eine mögliche Anwendung. Darüber hinaus gibt es schon tatsächliche Konsequenzen aus Überlegungen zur Risikowahrnehmung und Risikoakzeptanz, wie die Idee des – wie auch immer gestalteten – Risikovergleichs. Es wurde bereits angesprochen, dass Ingenieure Verwunderung über die Ablehnung von Techniken, z.B. durch die Bevölkerung, empfinden, die sich auf von ihnen durchgeführte Untersuchungen beziehen. Ein Teil der Ingenieure geht davon aus, dass Risikoanalysen¹⁰¹¹ von der Bevölkerung nicht richtig verstanden würden. Daher habe man nach Vereinfachungsstrategien gesucht: „Es wird die Auffassung vertreten, dass die Bevölkerung nicht

¹⁰⁰⁷ vgl. van den Daele 1996.

¹⁰⁰⁸ zum Zusammenhang zwischen Risikobeurteilung und neuen sozialen Bewegungen siehe Japp 1997, 375f. und Krohn/ Krücken 1993, 29f.

¹⁰⁰⁹ Evers 1997, 364.

¹⁰¹⁰ siehe Tabelle 2.2.2.1.2.2.2 Experten und Laien.

¹⁰¹¹ vgl. Fagnani 1983, 153.

verängstigt werden sollte; die Bevölkerung wird als unreif und unfähig angesehen, das Wesen solcher komplizierten, emotional belasteten technischen Probleme richtig zu verstehen. Diese allgemeine Haltung führt dazu, dass die öffentliche Diskussion zum größten Teil auf beruhigende, besänftigende vereinfachte Informationen beschränkt wird.“¹⁰¹² Hierbei wird von Ingenieuren insbesondere auf vergleichende Untersuchungen gesetzt, in denen das Katastrophenpotenzial nicht angesprochen wird.¹⁰¹³ „Eine Reihe von Anzeichen aus Untersuchungen zu Einstellungen der Bevölkerung deuten darauf hin, dass die Diskussion der Energiefrage und der gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien in der Bevölkerung weitgehend auf Gleichgültigkeit stößt, sobald die Faszination der Möglichkeit einer ‚Katastrophe‘ nachgelassen hat.“¹⁰¹⁴ Deshalb zogen manche Ingenieure daraus die Schlussfolgerung, dass man zur Akzeptanzsteigerung¹⁰¹⁵ auf die Darstellung der möglichen Katastrophen verzichten solle. Der Verzicht auf die Darstellung, insbesondere der größeren Schadensereignisse, wird jedoch auch von einigen Ingenieuren kritisiert, weil so nicht genügend Vorsorgemaßnahmen getroffen werden könnten. Das Verschweigen von manchen Schadensereignissen mit der politischen Intention zur Akzeptanzsteigerung führt also faktisch zu einem geringeren Sicherheitsniveau.

2.2.2.1.2.3 Ein ingenieurwissenschaftlicher Vorschlag zur Risikoakzeptanzsteigerung durch raumbezogen gerechtere Risikoverteilung

Von ingenieurwissenschaftlicher Seite wurde ein weiterer Vorschlag zur Akzeptanzsteigerung unterbreitet. Die Idee, Risiken besser räumlich zu verteilen, wurde sogar aus dem Grundgesetz abgeleitet: „Von erheblicher Bedeutung ist nach Art. 3 Abs. 1 des Deutschen Grundgesetzes der Anspruch auf gleichmäßige Verteilung der Risiko-Last auf die Bürger. Die beiden Grundrechte – Minimierung des Risikos und seine gleiche Verteilung zu erreichen –, sind eine wichtige Voraussetzung zur Gewinnung von mehr Technikakzeptanz.“¹⁰¹⁶ Eine Voraussetzung hierfür ist die flächendeckende Erfassung von Risiken mithilfe eines „Risikokatasters“: „Der Kataster muss durch ein geographisches Informationssystem vervollständigt werden, in dem auch die Umweltgüter wie Grundwasser, land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen usw. sichtbar ausgewiesen werden. Auf dem Risikokataster sind die Katastrophenpotenziale der technischen Objekte deutlich herauszustellen, und zwar unabhängig von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen.“¹⁰¹⁷ In ähnlicher Weise forderten schon 1993 Beroggi und Kröger ein Risikoinformationssystem: „Die dynamische Inventarisierung und die graphische Darstellung der gefährdeten Objekte wird mit geographischen Informationssystemen (GIS) bewerkstelligt. Dank der offenen Architektur vieler GIS können relativ einfach weitere Berechnungsmodelle (z.B. Schadstoffausbreitung) oder Datenbanken integriert werden, wodurch das GIS dann als Risikoinformationssystem (RIS) bezeichnet werden kann.“¹⁰¹⁸ Neben der Unterstützung der Umsetzung durch Computerprogramme wird auch über die organisatorischen Rahmenbedin-

1012 Fagnani 1983, 153.

1013 vgl. Fagnani 1983, 154 – Hervorhebung im Original.

1014 Fagnani 1983, 155.

1015 zur Akzeptanzsteigerung durch Risikoforschung siehe Kapitel 3.1.1.1 Sozialwissenschaftliche Risikoforschung.

1016 Kuhlmann 2000, 7.

1017 Kuhlmann 2000, 177.

1018 Beroggi/ Kröger 1993, 881.

gungen nachgedacht. Kuhlmann fordert: „Die Erstellung der Risikokataster ist die Aufgabe staatlicher Fachbehörden und sie erfolgt für ausgewiesene Belastungsgebiete mit hoher Industriekonzentration. Weil oft verschiedene Behörden mit Risikofragen befasst sind, sollte eine Koordinierungsinstanz bestehend aus allen beteiligten Behörden eingerichtet werden. Das gilt sowohl für die Aufstellung der Kataster wie für deren Fortschreibung.“¹⁰¹⁹ Greiving, der sich in seiner Habilitationsschrift ausführlich mit der Verbindung von Risikobewältigung und Raumplanung auseinander setzt und das Leitbild einer „katastrophenresistenten Gesellschaft“¹⁰²⁰ postuliert, formuliert sogar einen konkreten möglichen Gesetzestext: In das Raumordnungsgesetz (ROG) „Die Katastrophenresistenz der Gesellschaft ist zu erhalten und zu steigern.“ Die Katastrophenresistenz werde somit zu einem eigenen Grundsatz der Raumplanung, der in § 2 Abs. 2 ROG einzufügen sei und so lauten könnte: „Der Gesamtraum der Bundesrepublik Deutschland ist so zu entwickeln, dass natürliche und anthropogene Systeme in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Katastrophen gestärkt werden. Dabei haben bestimmte Teilräume entsprechend ihrer Eignung besondere Aufgaben für die Katastrophenvorbeugung zu übernehmen.“¹⁰²¹ Er schlägt Raumtypen zum Erhalt bzw. zur Steigerung der Katastrophenresistenz vor: Risikovorranggebiete, Risikovorbehaltsgebiete, Risikoeigennutzungsräume.¹⁰²² Kuhlmann und Greiving sind Beispiele für Ingenieure, die zum einen auch humanwissenschaftliche Konzepte, bei Greiving in einem wirklich beachtenswerten Ausmaß, in ihre Argumentationen einbeziehen und die den gesellschaftlichen Umgang mit Risiken sogar durch eigene rechtliche Vorschläge anregen! Inhaltlich ist die Idee einer gleichmäßigen Verteilung von technischen Risiken gut nachzuvollziehen: „Im Sinne der Gleichbehandlung muss die staatliche Raumplanung darum bemüht sein, die Risiken durch technische Objekte möglichst gleichmäßig zu verteilen und sie so gering wie möglich zu halten.“¹⁰²³ Der Gedanke ist noch weiter ausbaufähig. So wäre m.E. vor dem Beginn der Verteilung von Risiken zunächst einmal zu klären, welche nicht geschützten Räume als „Normalräume“ zur Verfügung stehen. Besondere Schutzzäume, wie etwa Landschaftsschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Flora-Fauna-Habit, sind ohnehin nur in ihrer jeweils spezifischen eingeschränkten Nutzungsmöglichkeit zu betrachten. Wenn dann technische Risiken zwischen den „Normalräumen“ verteilt werden sollen, so ist natürlich noch das schwierige Umsetzungsproblem zu behandeln, dass die vorwiegend privaten Anlagenbetreiber wahrscheinlich nur bedingt in ihren Standortentscheidungen beeinflusst werden können. Aber der Versuch einer Steuerung von Standorten mit technischen Risiken kann davon unbeschadet unternommen werden. Außerdem könnte man daran denken, mit Hilfe der Wirtschaftsförderung die Ansiedlung in den gewünschten Gebieten finanziell zu fördern. Allerdings ist grundsätzlich zu beachten, dass durch die weiträumige Verteilung von Risiken auch das alte „Verdünnungsprinzip“, nach welchem nicht die Schadstoffe entfernt werden, sondern einfach durch Zugabe von genügend unverschmutzten Umweltmedien die Konzentration so gesenkt wird, dass sie unter den gesetzlichen Grenzwerten liegt, in gewandelter Form erneuert werden könnte.

In die gleiche Richtung geht der Vorschlag, nach der Festlegung der maximal zulässigen Schadstoffbelastung einer Region Zertifikate für Umweltbelastungen über den freien Markt zu

¹⁰¹⁹ Kuhlmann 2000, 118.

¹⁰²⁰ Greiving 2002, 265.

¹⁰²¹ Greiving 2002, 273.

¹⁰²² vgl. Greiving 2002, 275.

¹⁰²³ Kuhlmann 2000, 116.

verkaufen.¹⁰²⁴ Das Zertifikatskonzept wird in Deutschland viel diskutiert, es weist aber noch erhebliche Umsetzungsschwierigkeiten, beispielsweise die schon beschriebenen Monetarisierungsschwierigkeiten bei Berechnung der maximal zulässigen Schadstoffbelastung, auf.

2.2.2.1.3 Vergleich mit dem kleinsten natürlichen menschlichen Sterberisiko als Risikokriterium

Schon seit über zwei Jahrzehnten schlägt der Vorreiter der Sicherheitswissenschaft, Prof. Dr. Albert Kuhlmann,¹⁰²⁵ vor, das natürliche Sterberisiko¹⁰²⁶ als Risikoreferenzkriterium für zu akzeptierende technischen Risiken heranzuziehen. Im Rahmen des von ihm und Prof. Dr. Jürgen Althoff durchgeführten Weltkongresses zur Sicherheit moderner technischer Systeme wurde seine Forderung in der „Saarbrücker Erklärung zur technischen Sicherheit“ am 14.09.2001 verabschiedet: „Mittelfristig ist für den Risiko-Begriff eine umfassende systembezogene Definition anzustreben, die in möglichst vielen Kulturen Anerkennung findet. Zu fordern ist, dass das Risiko eines neu zu errichtenden technischen Systems nicht höher sein darf als das individuelle natürliche Sterberisiko des Menschen.“¹⁰²⁷

Ein derartiger Ansatz ist jedoch nicht unproblematisch. Schon vor über zwanzig Jahren wurde Kuhlmanns Idee, technische Risiken mit dem Risiko eines natürlichen Todes zu vergleichen, kritisiert: „Dieser Satz ist zunächst völlig sinnlos, denn das Risiko, eines natürlichen Todes zu sterben, ereilt irgendwann einmal jeden Menschen.“¹⁰²⁸ (Es ist im Gegenteil – wie das Sprichwort sagt – der Tod das einzige Sichere an diesem Leben.) Allerdings ist der allgemeine Ausdruck „individuelles natürliches Sterberisiko“ nur unglücklich gewählt. Gemeint ist das kleinste natürliche menschliche Sterberisiko für eine bestimmte Altersgruppe. Wie hoch dies liegt und um welche Altersgruppe es sich handelt, darüber gibt es unterschiedliche Angaben. So spricht Kuhlmann¹⁰²⁹ selbst davon, dass es in der Gruppe der 5 bis 12jährigen zu finden sei und bei $2 \cdot 10^{-4}$ liege, Geysen¹⁰³⁰ hingegen nennt die Gruppe der 15 bis 25jährigen und sieht es ebenfalls bei $2 \cdot 10^{-4}$. Während Bubb¹⁰³¹ die 5 bis 15jährigen anführt, deren Wert er mit $21,9 \cdot 10^{-4}$ angibt. Die verschiedenen Angaben sind sicherlich auch darauf zurückzuführen, dass die nach Altersgruppen erfasste Letalität vom Bezugsrahmen der Aussage abhängig ist. So ist die Letalität der Deutschen sicherlich unterschiedlich zu der der Inder und damit auch das kleinste natürliche Sterberisiko, das in einer Altersgruppe dieser Populationen zu finden ist. Hieran zeigt sich schon das Problem, dass die Sterblichkeit variiert, je nachdem, welcher Betrachtungsraum gewählt wird. Beispielsweise bei globaler Betrachtung wären die Vergleichswerte höher, obwohl die zu konstruierenden Anlagen, deren Risiken daran gemessen werden, größtenteils in den Industrienationen angesiedelt sein dürften. Andererseits ergäbe sich die Un-

¹⁰²⁴ vgl. Braun 1997, 251f.

¹⁰²⁵ zur Stellung von Kuhlmann und Althoff in der Sicherheitswissenschaft siehe Kapitel 3.1.1.1.2 Ingenieurwissenschaftliche Risikoforschung.

¹⁰²⁶ In der Literatur wird teilweise auch vom „Todesfallrisiko“ gesprochen (vgl. Fritsche 1986, 83).

¹⁰²⁷ Kuhlmann/ Althoff 2001, Saarbrücker Erklärung Punkt 5.

¹⁰²⁸ Fölsing 1980, 188.

¹⁰²⁹ vgl. Kuhlmann 2001, 13.

¹⁰³⁰ vgl. Geysen 2001, 22.

¹⁰³¹ vgl. Bubb 1990, 309.

gerechtigkeit, dass für weniger entwickelte Länder mit anderen Sterblichkeiten somit ein anderes Risikoreferenzkriterium und folglich ein anderer Risikogrenzwert gelten würde, der, im Vergleich zu den Industrienationen, Anlagen mit geringeren Sicherheitsstandards ermöglichen würde. Letztlich wäre dieses Problem zu lösen, wenn man sich an dem altersbezogen kleinsten menschlichem Sterberisiko orientiert, das weltweit zu finden ist. Dann gäbe es nicht Menschen unterschiedlicher Klassen von Risikoreferenzkriterien, sondern alle technischen Risiken würden an dem anspruchsvollsten Wert gemessen werden.

Kuhlmann fordert, „dass dem Planer risikorelevanter technischer Objekte neben den üblichen Leistungsdaten und wirtschaftlichen Grenzwerten das einzuhaltende Sicherheitsrisiko als Zielvorgabe *in Zahlenwerten in Form negativer Zehnerpotenzen* vorzugeben ist. Auch das Sicherheitsziel muss für den Ingenieur eindeutig sein. Das Instrument der „objektiven“ Risikobestimmung soll dafür sorgen, dass alle Technologien mit höherem Risikopotenzial nach einheitlichen Regeln sicherheitstechnisch gestaltet und bewertet werden.“¹⁰³² Daher soll das Risikoreferenzkriterium nach dem Wunsch einer kleinen Gruppe von Ingenieurwissenschaftlern zur Beurteilung, ob eine technische Anlage genehmigt werden muss oder nicht, herangezogen werden. „Mancher Sicherheitsanalytiker möchte diese und ähnliche Zahlen einer zulässigen Schadenshäufigkeit sogar zur Grundlage von Gesetzen und Verordnungen machen mit dem Ziel, dass eine technische Anlage genehmigt werden muss, wenn ihr Risiko unter dem gesetzlich festgelegten bleibt.“¹⁰³³ Auch diese Forderung wurde in der „Saarbrücker Erklärung“ bekräftigt: „Für den Bau technischer Großobjekte sind den Errichtern zukünftig Risiko-Grenzwerte vorzugeben, deren Einhaltung durch allgemein anerkannte Sicherheitsanalysen nachzuweisen ist.“¹⁰³⁴ Selbst unter Juristen wird vereinzelt diese Auffassung vertreten: „Erst die vergleichende Risikobewertung lässt erkennen, welcher naturwissenschaftliche, technische und rechtliche Stellenwert der relativen Sicherheit einer Anlage, einem Produkt oder einer Betriebsweise zukommt. Wer sich als Jurist dieser Einsicht sowie der hiermit geforderten Rezeption naturwissenschaftlichen und technischen Denkens verschließt, verfällt den Gefahren des intellektuellen Autismus und der ideologischen Voreingenommenheit, letztlich also dem Rigorismus und Dezisionismus eines abschließenden Unheils- oder Heilsurteils. Er verstellt sich damit die ergebnisoffene Abwägung zwischen den Chancen und Risiken der jeweiligen Anlage oder Technologie sowie zwischen den vielfältigen Vor- und Nachteilen der alternativ verfügbaren und wählbaren technischen Systeme.“¹⁰³⁵ Der harsche Ton mag hier auch als ein Ausdruck der Härte der inhaltlichen Auseinandersetzung zu werten sein. „Aus rechtlicher wie auch aus sicherheitstechnischer und umweltpolitischer Sicht gilt es daher, relative Sicherheit und das korrespondierende Restrisiko der jeweiligen Anlagen, Produkte oder Betriebsweisen zu ermitteln und mit den Risiken verfügbarer technischer Alternativen und sonstiger zivilisatorischer und technischer Umweltfaktoren sowie mit dem natürlichen Lebensrisiko zu vergleichen.“¹⁰³⁶ Bestärkt werden solche Ideen offensichtlich aufgrund der rechtlichen Erfahrungen in anderen Ländern. 1988 wurde in den Niederlanden (offenbar zum ersten Mal) ein solcher Risikogrenzwert in ein Gesetz aufgenommen, der bei

¹⁰³² Kuhlmann 2001, 11 – Hervorhebung durch IR.

¹⁰³³ Fölsing 1980, 188.

¹⁰³⁴ Kuhlmann/ Althoff, 2001, Saarbrücker Erklärung Punkt 6.

¹⁰³⁵ Breuer 2001, 65.

¹⁰³⁶ Breuer 2001, 65.

10^{-6} lag.¹⁰³⁷ Da sich Risiken verschiedener technischer Anlagen addieren können, darf das individuelle Risiko maximal 10^{-5} betragen.¹⁰³⁸ Für Gruppenrisiken sind andere Kriterien entwickelt worden, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.¹⁰³⁹ Der Wert von 10^{-5} als individueller Risikogrenzwert findet offensichtlich auch in anderen Ländern Anwendung: „Other countries than the Netherlands formulated criteria. In the United Kingdom (HSE), Switzerland, California (Santa Barbara county), Western Australia, Hong Kong an individual risk criterion of 10^{-5} per year is common.“¹⁰⁴⁰ Allerdings unterscheidet sich die Ausgestaltung der Risikoberechnungen in den verschiedenen Ländern.¹⁰⁴¹ Pasman geht sogar so weit zu behaupten, dass der Wert von 10^{-5} als Kriterium des individuellen Risikos weltweit akzeptierbar sei: „In recent years some progress has been made in developing criteria for the social assessment of risks of large technical structures. Most straightforward is the criterion for individual risk. As a first approach world-wide 10^{-5} per year seems generally acceptable as individual risk for third parties.“¹⁰⁴²

Es ist damit zu rechnen, dass in den kommenden Jahren die Forderung nach einem einheitlichen Risikogrenzwert als Planungsvorgabe für Anlagenprojekte verstärkt erhoben wird. Es wird auch schon über Institutionalisierungsmöglichkeiten nachgedacht: „Fachkommissionen sollten die Aufgabe übernehmen, die zulässigen Risiken für alle Technologien mit hohem Schadenspotenzial festzulegen, damit sie allgemeine Anerkennung finden können. Von Zeit zu Zeit müssen die Werte fortgeschrieben werden, um den technischen Fortschritt und die wirtschaftlichen Möglichkeiten zu berücksichtigen.“¹⁰⁴³ Daher ist es erstaunlich, dass sich die Sozialwissenschaften mit dem Vorschlag bisher kaum und noch viel weniger kritisch beschäftigt haben.¹⁰⁴⁴

Die Vertreter der Idee eines Risikogrenzwertes wollen sich nach eigener Aussage vor allem an Ingenieure richten: „Um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen: Die Quantifizierung des Risikos einer Technologie oder eines technischen Großobjektes ist in erster Linie eine Planungsvorgabe für den Ingenieur. Sie sollte aber auch dazu beitragen, in der Gesellschaft mehr Vertrauen zur Technik und ihrer dynamischen Entwicklung zu erreichen.“¹⁰⁴⁵ Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit diese „Klarstellung“ ernst zu nehmen ist. Eine Gegenthese wäre diese: Die Risikoberechnungen sollen die gesellschaftliche Auseinandersetzung um Anlagenprojekte im Keim ersticken. Denn wenn ein Risiko berechnet ist und unterhalb des allgemein anerkannten Risikokriteriums liegt, dann müsste es nach dieser Argumentation ohne weitere politisch-gesellschaftliche Debatte hingenommen (akzeptiert) werden.

Das kleinste natürliche menschliche Sterberisiko ist im Grunde nur ein Sonderfall der Maßgrenzenbildung anhand der natürlichen Risiken. Auch hier besteht wieder die Frage der Rela-

¹⁰³⁷ vgl. Pasman/ Vrijling 2001, 155.

¹⁰³⁸ vgl. Kuhlmann 2001, 13.

¹⁰³⁹ vgl. Pasman/ Vrijling 2001, 154.

¹⁰⁴⁰ Pasman/ Vrijling 2001, 156.

¹⁰⁴¹ vgl. Pasman/ Vrijling 2001, 156.

¹⁰⁴² Pasman/ Vrijling 2001, 161.

¹⁰⁴³ Kuhlmann 2000, 84.

¹⁰⁴⁴ Eine Ausnahme bilden Fölsing 1980, 187 oder Reuter 1992, 214.

¹⁰⁴⁵ Kuhlmann 2000, 84.

tion zum so ermittelten Risikogrenzwert. Sollen Risiken technischer Anlagen bis zum Wert des kleinsten natürlichen Sterberisikos zugelassen werden? Dann wäre also zusätzlich das menschliche Sterberisiko durch diese technischen Risiken zu verdoppeln. Ist eine solche Verdoppelung erlaubt oder „nur“ eine Steigerung um ein Drittel? Die Idee, das kleinste natürliche Sterberisiko als Orientierungspunkt zur Beurteilung technischer Risiken heranzuziehen, ist beachtenswert. Nur das offensichtlich gleichlaufend damit verfolgte Ziel, der Berechnung eines Risikoproduktwertes und (sofern der Risikoproduktwert unterhalb des Risikogrenzwertes liegt) der daraus folgenden zwangsläufigen Genehmigung einer technischen Anlage ohne jede weitere Diskussion ist in einer Demokratie, die eine gesellschaftliche Risikosteuerung anstrebt, nicht wünschenswert. Die Risikoberechnungen weisen eine „Scheinobjektivität“ auf. Zwar haben sich einige der Möglichkeiten der Risikoberechnung verbessert, aber diese Verbesserungen rechtfertigen nicht ein quantitativ ausgerichtetes Risikoreferenzkriterium als Risikoakzeptanzkriterium.¹⁰⁴⁶ Auch die ausgefeiltesten Verbesserungen von Risikoberechnungen können nicht die strukturellen Probleme der Durchzogenheit errechneter Risikoergebnisse mit Werturteilen, wie sie für die einzelnen Variablen der Risikoformel nachgewiesen wurden, eliminieren. Damit wird es zumindest immer eine gesellschaftliche Auseinandersetzung um die Berechnung von Risikowerten geben und geben müssen.

2.2.2.2 Vergleich mit explizit erhobenen Risikoakzeptanzwerten

Auf der Suche nach einem Risikogrenzwert für akzeptable Risiken hat man nicht nur die Möglichkeiten der impliziten Ermittlung eines Risikogrenzwertes als Risikoakzeptanzwert ausgelotet, sondern man kann auch versuchen, Risikobewertung und damit Risikoakzeptanz explizit zu erheben. Nach dem „psychometrischen Paradigma“¹⁰⁴⁷ werden also mithilfe oftmals von standardisierten Umfragen die ausdrücklichen Präferenzen der Bevölkerung erhoben. Neben allen üblichen methodischen Erhebungsschwierigkeiten der empirischen Sozialforschung ist jedoch auch dieses so ermittelte Risikoakzeptanzkriterium der Kritik ausgesetzt,¹⁰⁴⁸ die sich vor allem erstens, um die Güte des Bevölkerungsurteils und zweitens, um die Probleme der Übertragbarkeit individueller Risikoakzeptanz auf die gesellschaftliche Akzeptanz ranken.

Oftmals wird in sozialwissenschaftlichen Arbeiten gefordert, die Sicht der von Risiken Betroffenen zum Maßstab der Risikobeurteilung und damit der Risikoakzeptanz zu erheben. Allerdings stellt der, auf der Grundlage der Sicht der Betroffenen gebildete, explizite Risikoakzeptanzwert, den sich der Forderung zufolge, die Wissenschaftler/ Experten/ Entscheider zueigen machen müssten, auch nicht die ideale Lösung dar. Es treten im Prinzip alle die Probleme auf, die im Zusammenhang mit Formen der direkten Demokratie diskutiert werden.¹⁰⁴⁹ Die ausdrückliche Zustimmung kann u.a. nicht alleiniger Maßstab sein, wie sich z.B. durch Übertragung der Ergebnisse zum „informed consent“ im medizinischen Bereich zeigen lässt. Danach dürften Experimente an Patienten nur mit deren ausdrücklicher Zustimmung und unter Berücksichtigung ihres fehlenden Überblicks vorgenommen werden. Auch sind „in unserem Rechtssystem etwa die Tötung auf Verlangen (§216 Strafgesetzbuch) oder die Körperverletzung mit Einwilligung (§ 226a Strafgesetzbuch) aus guten Gründen (...) unter Strafe gesellt.“

¹⁰⁴⁶ vgl. anderslautend Pasman/ Vrijling 2001, 153.

¹⁰⁴⁷ vgl. z.B. Günther 1998, 165.

¹⁰⁴⁸ vgl. Shrader-Frechenette 1991, 62.

¹⁰⁴⁹ siehe hierzu Stiftung Marktwirtschaft 2002.

Begrenzt wird die legitimierende Kraft einer ausdrücklichen Zustimmung vor allem aber durch die vielfältigen kognitiven Unzulänglichkeiten, denen Risikowahrnehmung und -beurteilung erfahrungsgemäß unterliegen.¹⁰⁵⁰ Wenn also die Bevölkerung beispielsweise Risiken unterschätzen sollte, so wäre es unangebracht, ihren ausdrücklichen Wunsch zum *alleinigen* Maßstab zu nehmen.

Risikoakzeptanz kann individuell oder kollektiv beschrieben werden. Es gibt große interindividuelle Unterschiede, beispielsweise in der Akzeptanz von Risiken mit katastrophalem Schadensausmaß in Kombination mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit.¹⁰⁵¹ Diese hohen interindividuellen Unterschiede bestehen in allen Bereichen: „Ob das Eingehen eines Risikos (die Teilnahme an einer Lotterie) klug oder unklug, vernünftig oder unvernünftig ist, hängt von Faktoren ab, die individuell unterschiedlich ausgeprägt sind und nicht ohne weiteres verallgemeinert werden können.“¹⁰⁵² Die Vielzahl der interindividuellen Unterschiede und die Heterogenität der Ergebnisse der Risikowahrnehmungs- und Risikoakzeptanzforschung haben dazu geführt, dass einige Autoren Risikoakzeptanzprognosen generell für unmöglich erklären.¹⁰⁵³ Lediglich in Bezug auf Differenzierungen, z.B. räumlicher oder sozialer Art, könne man in der Risikoakzeptanzforschung einige Aussagen treffen.

So ist die Idee entstanden, eine gesamtgesellschaftliche Präferenz für oder gegen ein Risiko zu ermitteln. „Wenn es sich um gesellschaftliche Entscheidungen handelt, ist es fragwürdig, ob man eine ‚gesellschaftliche Präferenzfunktion‘ (...)“¹⁰⁵⁴ konstruieren kann, und vor allem, ob Entscheidungsmodelle auf Situationen anwendbar sind, in denen Entscheidungsbefugnisse und Entscheidungsfolgen auf unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen unterschiedlich verteilt sind. Insbesondere scheint die Annahme nicht sehr begründet zu sein, dass die Folgen für den Entscheidenden mit den Folgen für die Gesellschaft identisch seien.¹⁰⁵⁵ Immer wieder besteht die Schwierigkeit, zwischen Gesellschaft und Individuum zu unterscheiden und einen gerechten Ausgleich zu treffen. Die Aggregation der individuellen Risikoakzeptanz muss dabei nicht zwingend die kollektive Risikoakzeptanz darstellen.

Zusammenfassend ist zu den Bemühungen, einen Risikogrenzwert als Risikoakzeptanzwert zu finden, eine ernüchternde Bilanz zu ziehen. Weder implizit über Vergleiche mit vermeintlich akzeptierten, natürlichen wie zivilisatorischen, Risiken noch über den Vergleich mit dem kleinsten natürlichen menschlichen Sterberisiko noch explizit über eine direkte Abfrage der Risikobeurteilung sind unproblematisch Risikogrenzwerte als Risikoakzeptanzwerte zu ermitteln. Möglicherweise können sich alle drei Ansätze zu seiner Ermittlung ergänzen. Allerdings ist zu erwarten, dass die Risikoakzeptanzwerte für alle drei Ansätze unterschiedlich hoch sind und es ist fraglich, ob zu deren Verbindung ein einfacher Mittelwert zu bilden wäre.

Losgelöst von den methodischen Schwierigkeiten, stellt sich die Frage, wozu ein Risikoakzeptanzkriterium dienen soll, wenn die Berechnungen der Risikoproduktwerte, die an ihm

1050 Birnbacher 1996, 206.

1051 vgl. Luhmann 1997, 329.

1052 Birnbacher 1996, 203.

1053 vgl. Krohn/ Krücken 1993, 28.

1054 Cogoy verweist hier auf Krelle/ Coenen; Arrow und Frey.

1055 Cogoy 1984, 147 mit Verweis auf Rowe.

gemessen werden sollen, aufgrund ihrer Abhängigkeit von vielfältigen Werturteilen, niemals eindeutig sein können.

2.2.3 Zusammenfassende Überlegungen zum Wertcharakter der Risikowerte

Für die Risikoformel gilt wie für jede Formel, dass ihre Anwendung und Anwendbarkeit an Voraussetzungen gebunden sind, die gemäß einer „guten wissenschaftlichen Praxis“ stets zu bedenken *und* zu dokumentieren sind. Zusammenfassend werden im Folgenden Überlegungen zur Aussagekraft und zum Wertcharakter von Risikoberechnungen vorgenommen.

Überprüfung der empirischen Basis

Die vorausgegangene Analyse der Variablen der Risikoformel hat gezeigt, dass Erfahrungen qualitativer und quantitativer Art über mögliche Schadensszenarien, Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaße vorliegen müssen, um den Variablen angemessene Variablenwerte zuordnen zu können. Die Erfahrungen bilden die empirische Basis: Die Anzahl der Vergleichseinheiten, die Vergleichbarkeit (Homogenität der Einheiten untereinander, Konstanz der Gegebenheiten der Umgebung) und die Dauer der empirischen Beobachtung müssen hinreichend sein: „Die günstigste Voraussetzung für realistische Werte ist, dass sie sich auf Sachverhalte (a) einer größeren Zahl (b) gleichartiger Elemente oder Komponenten und (c) vergleichbaren Umgebungsbedingungen über (d) einen längeren Zeitraum beziehen, d.h. eine statistische Grundgesamtheit in einem homogenen und weitgehend geschlossenen Ereignisraum betreffen. Das ist nun aber nicht immer – genauer: nur selten – der Fall.“¹⁰⁵⁶ Beispiele für diese seltenen Fälle bilden jene technischen Bereiche „wo es z.B. um Risikoanalysen im Zusammenhang mit Lebensdauer- und Zuverlässigkeitssberechnungen von Bauteilen, um die Bestimmung von Ausfallraten oder Versagenswahrscheinlichkeiten von Systemelementen, also um Aussagen über große Gesamtheiten geht.“¹⁰⁵⁷ Die Risikoformel sollte dementsprechend nur für statistisch empirisch ermittelbare Risiken Anwendung finden: „Es ist irreführend, wenn man den wohldefinierten Risikobegriff des empirisch abgesicherten Bereichs ohne weiteres in den nicht abgesicherten Bereich ausdehnt. Stattdessen sollte die Risikodefinition neu überdacht werden, so dass der qualitative Unterschied zwischen dem empirisch abgesicherten und dem subjektiv prognostizierten Bereich unmissverständlich zum Ausdruck gebracht wird.“¹⁰⁵⁸

Des Weiteren muss eine Quantifizierung im Zuge der Risikobetrachtungen grundsätzlich möglich sein.¹⁰⁵⁹ Außerdem ist die Möglichkeit eines Kausalitätsnachweises notwendig. Wie will man beispielsweise nachweisen, wie viel die Emissionen eines lokalen Industriebetriebs in der Stadt X zum „global warming“ beitragen? Die Herstellung eines Kausalitätsnachweises im Sinne einer direkten Ursachen-Wirkungs-Beziehung ist aber notwendig, um überhaupt die betrachteten möglichen Schadensereignisse für Risikoberechnungen zu bestimmen.

¹⁰⁵⁶ Banse 1996b, 51. Banse bezieht sich hier auf die technische Risikoanalyse, seine Ausführungen sind auf die Risikoformel übertragbar. Die Punkte b und c lassen sich zu dem einen Punkt der Vergleichbarkeit zusammenfassen.

¹⁰⁵⁷ Banse 1996b, 36.

¹⁰⁵⁸ Tittes, zitiert nach Banse 1996b, 52.

¹⁰⁵⁹ vgl. Bechmann/ Wolf 1993, 13; Banse 1996b, 36.

Eine Schlussfolgerung aus den genannten empirischen Erfordernissen und den bei den Variablen diskutierten weiteren Voraussetzungen ist, dass die Risikoformel nur auf qualitativ alte Risiken angewendet werden sollte, wobei selbst bei dieser Anwendung strukturelle Probleme auftreten und Voraussetzungen zu berücksichtigen sind.¹⁰⁶⁰

Offenlegung von „Aufrechnungen“

Durch die Risikoformel kann es – insbesondere dem unerfahrenen Anwender – passieren, dass *unreflektiert* potenzieller Nutzen und Schaden von Techniken¹⁰⁶¹ und bzw. oder Wahrscheinlichkeiten und Schadensausmaße¹⁰⁶² gegeneinander „aufgerechnet“, mit einander verrechnet, werden. Extrem hohe Schadensausmaße (Bedrohung des Fortbestehens der Menschheit) werden bei extrem hohen Nutzenpotenzialen und extrem geringen Wahrscheinlichkeiten verschleiert.

Für qualitativ alte Risiken gilt die Kritik im Prinzip auch. Allerdings sind hier andere Argumente und Ausgangsbedingungen mit heranzuziehen. Insofern gestaltet sich die Kritik differenzierter. Nur sehr wenige qualitativ alte Risiken (z.B. Talsperren oder Tanker) haben hohe Schadenserwartungen kombiniert mit extrem hohen Nutzenerwartungen bzw. existenziell-katastrophale Schadensausmaße bei sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten. Qualitativ alte Risiken weisen in der Regel ein ausgewogeneres Verhältnis zwischen möglichen Nutzen und möglichen Schäden und zwischen Wahrscheinlichkeiten und Schadensausmaßen auf und können deshalb mithilfe der Risikoformel berechnet werden. Allerdings muss auch hierbei strukturellen Problemen in der Präsentation der Rechenergebnisse genüge getan werden: Insbesondere sind hierbei die Offenlegung der genannten Aufrechnungsoperationen, die in die Risikoformel eingeflossen sind und die Offenlegung, der in die Risikoermittlung eingeflossenen sicherheitsrelevanten Werturteile zu nennen.

Offenlegung von sicherheitsrelevanten Werturteilen

Beim Arbeiten mit der Risikoformel müssen subjektive Leistungen, kreativer und vor allem normativer Art, für alle Variablen erbracht werden. Diese in ingenieurwissenschaftlicher Perspektive erbrachten sicherheitsrelevanten subjektiven Leistungen müssen ebenso wie die entsprechenden Leistungen in ingenieurpraktischer Perspektive offengelegt werden.

Das generelle Ziel der Risikoformel, Risiken „objektiv“ quantitativ zu bestimmen, ist unmöglich zu erreichen. Durch die Offenlegung aller wertbasierten Prämissen kann eine Annäherung an das objektive Risiko versucht werden. Außerdem können die Probleme von Risikoproduktwerten sowohl auf der Ebene der Risikoermittlung (Wissensproblem), als auch auf der Ebene der Werte (Wertproblem) verursacht sein. Selbst wenn zwischen unterschiedlichen Akteuren auf der Wissensebene Einigkeit vorliegen sollte (und gleiche Zahlen zugrunde gelegt

¹⁰⁶⁰ Hinweise auf die sinnvolle Beschränkung auf qualitativ alte Risiken liefert im Übrigen auch die Versicherungswirtschaft als „Wiege“ der Risikoformel: Von Versicherungen werden nur qualitativ alte Risiken abgedeckt, über die Statistiken vorliegen. Qualitativ neue Risiken sind nicht – zumindest bei weitem nicht im Umfang ihres potenziellen Schadensausmaßes – versicherbar (vgl. Löffler 1996, 5).

¹⁰⁶¹ siehe Kapitel 2.2.1.1 Schadensereignisse.

¹⁰⁶² siehe Kapitel 2.2.1.2 Wahrscheinlichkeit.

werden), so wird auf der Wertebene, aufgrund unterschiedlicher Wertprioritäten, verschiedener gesellschaftlicher Gruppen ein Konsens nur schwer möglich sein.

Das Problem der Risikoermittlung ist bei qualitativ alten Risiken geringer, da die mathematisch-statistische Basis zumindest vom Prinzip her gesichert ist. Aber auch bei der Berechnung qualitativ alter Risiken müssen sicherheitsrelevante Werturteile gefällt werden, die offen zu legen sind. Dies zu fordern, ist einfach, die Umzusetzen hingegen schwierig. Wenn man den oft vollzogenen Zweischritt der Risikoerkennung und der Risikobewertung mitmacht (wohlwissend, dass auch die Risikoerkennung schon auf der Grundlage von Werten geschieht), so gestaltet es sich in der Ingenieurpraxis schwierig, überhaupt über diese Werte (geschweige denn, über ihre Umsetzung in der konkreten Anlagengenese) zu kommunizieren. Dies setzt starke Reflexionsleistungen der Ingenieure voraus, die fortlaufend im Arbeitsalltag erbracht werden müssen und die Grundlage für eine sinnvolle Sicherheitskommunikation bilden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass herausragende Ingenieure (Professionelle/ Semi-Professionelle) sich sehr wohl der Voraussetzungsabhängigkeit ihrer Berechnungen bewusst sind. Einige, der angesprochenen Punkte werden in ihren Texten – jeweils unter der konkreten fachlichen Perspektive – diskutiert. So lehnt beispielsweise der Ingenieur Greiving für die Raumplanung eine „Verobjektivierung des Risikos, die mit der Reduktion auf die Parameter Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß vorgenommen wird“¹⁰⁶³ ab und sieht diese nur als einen Teilaspekt des raumplanerischen Risikobegriffs. Um auf diese Kompromissformel bei Risikoberechnungen nicht verzichten zu müssen, wohl aber deren vielfältige Voraussetzungen offen zu legen, müsste diese in der Ingenieurprofession insgesamt noch viel stärker verbreitet werden. Dann könnten andere gesellschaftliche Akteure mit den Berechnungen mehr anfangen und sie als Basis für ganzheitliche Wertentscheidungen heranziehen.

Schlussbetrachtung zur Risikoformel

Die Risikoformel ist keine „Zauberformel“. An ihrer einfachen Grundform wurden strukturelle Probleme aufgezeigt, die durch Formelerweiterungen allenfalls abgeschwächt, jedoch nicht grundsätzlich beseitigt werden können. Letztlich hängt die ernüchternde Einschätzung von Risikoberechnungen mit dem hochgesteckten Anspruch zusammen, Risiken objektiv und damit werturteilsfrei, berechnen zu wollen. Risikoberechnungen können eine wertvolle Hilfe zur Unterstützung der Risikobeurteilung sein. Sie sind jedoch unausweichlich von den subjektiven, kreativen und normativen Leistungen der sie durchführenden Ingenieure abhängig, die daher, soweit dies möglich ist, auch die Problemhintergründe für sicherheitsrelevante Werturteile, die sie gefällt haben, zusammen mit dem Zahlenergebnis präsentieren sollten.

Letztlich wäre es theoretisch sogar denkbar, alternative Risikoberechnungsszenarien für verschiedene sicherheitsrelevante Werturteile vorzunehmen. Das Problem des Vergleichs des errechneten Risikoproduktwertes mit einem, wie auch immer bestimmten, als akzeptabel gesetzten Risikogrenzwert, stellt sich in dem Sinne gar nicht, da es zur Beurteilung einer technischen Anlage niemals ein einziges Risikoergebnis geben wird, sondern – abhängig von der Ausgestaltung der einzelnen Werturteile – eine Vielzahl von Ergebnissen. Wenn diese Rechenergebnisse sowohl unterhalb als auch oberhalb des als akzeptabel gesetzten Risiko-

¹⁰⁶³ Greiving 2002, 73.

grenzwertes liegen, dann hat sich die Entscheidungsfrage nicht von allein beantwortet, wie es sich die Verfechter von Risikoberechnungsverfahren wünschen.

2.3 Institutionalierte Technik-Analyseverfahren oder: Wieso ist es so schwer, technische Systeme zu analysieren?

Die Betrachtungen, die mithilfe der Risikoformel vorgenommen werden, stehen nicht im „luftleeren Raum“. Sie sind eingebunden in verschiedene institutionalisierte Analyseverfahren, zu denen als wichtigste, die Risikoanalyse und die Sicherheitsanalyse zu zählen sind. Im Folgenden werden ingenieurwissenschaftliche Analyseverfahren für technische Anlagen vorgestellt.

Zunächst einmal steht man vor einem großen Abgrenzungsproblem. Einerseits weisen unterschiedlich bezeichnete Analyseverfahren starke Überschneidungen auf, andererseits wird unter der gleichen Bezeichnung eines Analyseverfahrens, beispielsweise der „Sicherheitsanalyse“, inhaltlich Unterschiedliches verstanden. Darüber hinaus gibt es einige Autoren, die die Bezeichnungen wohl nur als sprachliche Abwechslung betrachten und deshalb verschiedene Begriffe benutzen.¹⁰⁶⁴ Im Folgenden findet sich eine Sammlung von in der Literatur vorkommenden Bezeichnungen¹⁰⁶⁵:

Sammlung von Analysebezeichnungen

- Analyse Potenzieller Probleme
- Analyse technischer Störungen
- Ausbreitungs- und Expositionsanalyse
- Ausfalleffektanalyse
- Entscheidungsanalyse
- Ereignisablaufanalyse
- Ereignisanalyse
- Ereignisbaumanalyse
- Fehlerbaumanalyse
- Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse
- Fehler-Möglichkeits-Einfluss und Kritikalitätsanalyse
- Gefährdungsanalyse
- Gefahren- und Funktionsfähigkeitsanalyse
- Overhead Value Analysis

¹⁰⁶⁴ Ein Beispiel für den offensichtlich synonymen Gebrauch, z.B. der Bezeichnungen „Gefährdungsanalysen“, „Störfallanalysen“ und „Sicherheitsanalysen“, ist Bussenius 1995, bzw. für den allgemein undifferenzierten Gebrauch findet sich bei Lemke 2000.

¹⁰⁶⁵ In dieser Aufzählung, die nur zur Illustration der verschiedenen Bezeichnungen dient, sind nur solche Verfahren aufgelistet, die die Bezeichnung „Analyse“ enthalten. Darüber hinaus existieren natürlich anders bezeichnete Verfahren, wie beispielsweise der Standsicherheitsnachweis.

- Problemanalyse
- Risikoanalyse
- Sensitivitätsanalyse
- Sicherheitsanalyse
- Störfallanalyse
- Systemanalyse
- Unfallanalyse
- Unsicherheitsanalyse
- Wertanalyse
- Zuverlässigkeitsanalyse

Natürlich bestehen in der Literatur Ansätze zur Systematisierung, wie etwa der Ansatz von Seeliger, der deterministische, probabilistische und risikoqualifizierende Methoden unterscheidet.¹⁰⁶⁶ Allerdings bleiben die meisten Systematisierungen – wie auch die genannten, das wird von Seeliger selbstkritisch angemerkt – nicht überschneidungsfrei. Im Folgenden werden, in Anlehnung an Kuhlmann, die Systemanalyse, Sicherheitsanalyse und Risikoanalyse unterschieden.¹⁰⁶⁷

Auf Inkonsistenzen in der Literatur bezüglich der drei Analysearten wird dabei nur am Rande eingegangen, denn der Zweck der Darstellung ist es, den Grundgedanken der ingenieurwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Sicherheit und Risiko in Form von institutionalisierten Analysen nachzuzeichnen und zu reflektieren.

Ein Teil der in der obigen Tabelle genannten Analysen ist genormt, wie beispielsweise die Ausfalleffektanalyse (DIN 25448), die Fehlerbaumanalyse (DIN 25424), die Ereignisablaufanalyse (DIN 25419) oder die Entscheidungstabellentechnik (DIN 66241). Die letztgenannten Verfahren werden zwar – teilweise in der Norm selbst – als Analysen bezeichnet, sie werden jedoch eher als Werkzeug für die drei näher zu betrachtenden Analysearten eingesetzt und deshalb hier nicht als eigenständige Verfahren behandelt.

Die Rahmendaten von institutionalisierten Analysen zur Anlagentechnik sind vielfältig. Institutionalisierte Analysen werden zumeist aufgrund einer rechtlichen Forderung, vor allem im Zuge von Genehmigungsverfahren, aufgestellt. Die Sicherheitsanalyse – die nach der neueren Gesetzgebung als „Sicherheitsbericht“ bezeichnet wird¹⁰⁶⁸ – ist beispielsweise nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz aufzustellen. Im Bereich des Atomrechts werden „Risikoanalysen“ gefordert. Die Bauherren technischer Anlagen führen die entsprechenden institutionalisierten Analysen durch, um erstens, sich selbst und zweitens, der Genehmigungsbehörde gegenüber Rechenschaft über die Sicherheit der zu erstellende Anlage abzulegen. Zumeist wird diese Arbeit an ein Ingenieurbüro oder den TÜV delegiert. Die Organisationen, die Analysen durch-

¹⁰⁶⁶ Seeliger 1993, 26.

¹⁰⁶⁷ vgl. Kuhlmann 1995.

¹⁰⁶⁸ vgl. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2000.

führen, sollten vom Ideal her in enger Zusammenarbeit mit dem Bauherren auch schon zu Beginn des Konstruktionsprozesses kooperieren.

Große Unternehmen, vor allem der chemischen Industrie, haben eigene Analysekonzepte entwickelt, z.B. Schering¹⁰⁶⁹, BASF, Hoechst und Bayer. Es gibt eine Reihe von Computerprogrammen, die bei der Erstellung von institutionalisierten Analysen behilflich sein können. Beroggi/ Kröger zählen beispielsweise rund 35 Computerprogramme auf,¹⁰⁷⁰ z.B. für die Gefahren- und Fehlererkennungsanalyse (HazOp) das Programm „CAHAZOP“, für Fehlerbäume „FaultrEASE“, für Ausbreitungsberechnungen/ Wirkdistanzenberechnung „Inter-CLAIR“, für die Schadensanalyse „IRIS: Integrated Risk Information System“ oder Softwarepakete, die die umfassende Risikoanalyse abdecken, z.B. „RISKMAN“ zur quantitativen Risikoanalyse von Nuklearanlagen (oder anderen technischen Systemen).

Betrachtet man die Systemanalyse, die Sicherheitsanalyse und die Risikoanalyse näher, so fällt die Zuordnung von verschiedenen „Gegensatzpaaren“ auf. Die Analysen können empirisch oder theoretisch, qualitativ oder quantitativ, deterministisch oder probabilistisch sein. Es finden sich nahezu alle Kombinationen mit den drei Analysebezeichnungen, doch gibt es zahlenmäßig dominante Kombinationen: die *empirische* Systemanalyse, die *qualitative* Sicherheitsanalyse und die *probabilistische* Risikoanalyse.

Während die Systemanalyse als Ausgangspunkt ihrer Betrachtung das funktionierende technische System wählt, betrachten die Sicherheitsanalyse und Risikoanalyse das technische System insbesondere hinsichtlich seiner möglichen Dysfunktionalität. Im Folgenden werden die drei Analysearten näher beschrieben.

2.3.1 Analysen zur Beschreibung eines funktionierenden technischen Systems

Das System als Ganzes, die technische Anlage, kann nur über seine Strukturen und Prozesse beschrieben werden. Dabei geht es zunächst um die reine Darstellung der Funktionseinheiten und der Funktionen der Anlage. Teilweise wird auch das Nicht-Funktionieren als Bestandteil der Systemanalyse aufgefasst.¹⁰⁷¹ Ein erster Schritt ist die Abgrenzung des zu untersuchenden Systems gegen die Umgebung, dann werden die Elemente (Strukturen/ Funktionseinheiten) mit ihren Eigenschaften dargestellt und schließlich werden die Wechselwirkungen zwischen den Elementen betrachtet. Teilweise wird zwischen empirischen und theoretischen Systemanalysen differenziert, wobei erstere anlagen- und letztere technologiebezogen gesehen werden.

Zur Beschreibung eines technischen Systems sind theoretische Modellannahmen, z.B. in Form von Struktur- und Ablaufmodellen oder Computersimulationen, wichtig. Neben theoretischen Modellannahmen spielen empirische – teils experimentell gewonnene – Erkenntnisse eine Rolle. Dabei gibt es verschiedene Vorgehensweisen zur Erstellung von Systemanalysen, die sich auf eine empirische Basis beziehen:

- „rückblickende Auswertung des Verhaltens real existierender Systeme,

¹⁰⁶⁹ vgl. Seeliger 1993, 33.

¹⁰⁷⁰ Beroggi/ Kröger 1993, 877ff.

¹⁰⁷¹ vgl. Kuhlmann 1995, 46.

- Experimente an real existierenden Systemen unter Laborbedingungen und
- Experimente an physikalischen Modellen der zu analysierenden Systeme (experimentelle Simulation).“¹⁰⁷²

Hilfs- und Darstellungsmittel für Analysen sind Pläne, bei stoffumwandelnden Anlagen insbesondere Fließbilder. Strukturen der technischen Anlage können insbesondere über Pläne, aber auch Komponentenlisten dargestellt werden. Im Baubereich sind dabei verschiedene Schnitte (Ansicht, Draufsicht, Querschnitt usw.) üblich, die es ermöglichen, das (zukünftige) technische Objekt in seiner Dreidimensionalität entsprechend den bautechnischen Erfordernissen, zu erfassen.

Die Prozesse in den bautechnischen Anlagen mit Verfahrenstechnik können über Fließbilder (natürlich auch eine Form von Plänen) verfolgt werden. „Ein *Fließbild verfahrenstechnischer Anlagen* ist eine – mit Hilfe von graphischen Symbolen und Schriftzeichen vereinfachte – zeichnerische Darstellung von Aufbau und Funktion verfahrenstechnischer Anlagen.“¹⁰⁷³ Hierbei gibt es bestimmte Fließbildarten. Gemäß DIN 28004¹⁰⁷⁴ unterscheidet man Grundfließbild, verfahrenstechnisches Fließbild (VT-Fließbild) und Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild (RI-Fließbild). Das Grundfließbild, das auch schematisches Fliessbild genannt wird, ermöglicht die Darstellung der allgemeinen Funktionsstruktur eines Prozesses auf der Funktionsebene. „Jedes Element der Funktionsstruktur besteht aus – einem Anfangs- und einem Endzustand, beschrieben durch den jeweiligen Zustandsfaktor $Z_{A,E};$ – aus einer Operation, zeichnerisch dargestellt durch einen rechteckigen Kasten mit eingeschriebener Nummerierung oder begrifflicher Beschreibung; – aus Relationen, d.h. Verknüpfungen der Operationen mit Eingangs- und Ausgangszuständen.“¹⁰⁷⁵ Fließbilder entstehen im fachlichen Austausch: „Für eine sachgerechte Bearbeitung der Aufgabenstellung ist es erforderlich, schon während der Bearbeitung von Fließbildern, Spezialisten anderer Fachbereiche zur Überprüfung von Auswirkungen verfahrenstechnischer Festlegungen unter den Aspekten ihres Fachgebietes einzuschalten.“¹⁰⁷⁶

An den Fließbildern ist beispielhaft zu zeigen, wie wenig die Beschreibung der technischen Anlage von ihrer Sicherheit loszulösen ist, denn die Verwendung von RI-Fließbildern zur Sicherheitsbetrachtung ist durchaus üblich¹⁰⁷⁷ wie auch in der empirischen Untersuchung gezeigt werden konnte.¹⁰⁷⁸ In der ingenieurwissenschaftlichen Literatur gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen, die sich damit beschäftigen, wie anhand von Fließbildern die Sicherheit von technischen Anlagen verbessert werden kann.¹⁰⁷⁹ Die meisten systematischen Methoden

¹⁰⁷² Kuhlmann 1995, 48.

¹⁰⁷³ Graßmuck/ Hauben/ Zollinger 1994, 36 – Hervorhebung im Original.

¹⁰⁷⁴ DIN 28004 Teil 1 (Mai 1988): Fließbilder verfahrenstechnischer Anlagen; Begriffe, Fließbildarten, Informationsinhalt.

¹⁰⁷⁵ Blaß 1989, 104 – Hervorhebung im Original.

¹⁰⁷⁶ Mevenkamp 1980, 67.

¹⁰⁷⁷ Kuhlmann 1995, 102 unter Bezugnahme auf Lawey.

¹⁰⁷⁸ vgl. hierzu Kapitel 1.2.4.2.7 Nichtverbalsprachliches Denken.

¹⁰⁷⁹ vgl. Mevenkamp 1980, 66.

für Sicherheitsbetrachtungen verwenden Fließbilder.¹⁰⁸⁰ Göring hat eine Methodik entwickelt, die eine rechnergestützte sicherheitstechnische Überprüfung einer verfahrenstechnischen Anlage auf der Grundlage von RI-Fließbildern ermöglicht. Computerprogramme werden dabei zur Unterstützung herangezogen. Durch die automatische Verwendung von mit CAD-Systemen erstellten Fließbildern im wissensbasierten System „können systematische sicherheitstechnische Überprüfungen bereits in einem frühen Stadium der Verfahrens- und Anlagenentwicklung Fehlplanungen verhindern helfen.“¹⁰⁸¹

2.3.2 Analysen zur Vermeidung eines dysfunktionalen technischen Systems

Bevor auf die Sicherheits- und die Risikoanalyse eingegangen wird, sollen die schon kurz erwähnten Baummodelle vorgestellt werden. Baummodelle, die auch als Baumanalysen, logische Strukturbäume oder Ursachenbäume bezeichnet werden, sind ein wichtiges Hilfsmittel zur Erstellung von institutionalisierten Analyseverfahren.

2.3.2.1 Baummodelle als wichtige Hilfsmittel für Analyseverfahren

Zwei Formen von Baummodellen sind zu unterscheiden: Fehlerbaum und Ereignisbaum.¹⁰⁸² Beide Bezeichnungen werden auch in Verbindung mit dem Suffixoid „Analyse“ verwendet, es wird also auch von „Fehlerbaumanalyse“ und „Ereignisbaumanalyse“ gesprochen.

Das genormte Verfahren zur Fehlerbaumanalyse nach DIN 25424¹⁰⁸³ wurde vom „Normenausschuss Kerntechnik (NKe)“ des DIN erarbeitet. Die Norm kann jedoch für „Systeme aller Art verwendet werden.“¹⁰⁸⁴ „Bei der Fehlerbaumanalyse wird für das zu beurteilende System ein unerwünschtes Ereignis vorgegeben, z.B. Stromausfall oder Unterbrechung des Fördermediums in einem System. Danach werden alle logischen Verknüpfungen bzw. Ausfallkombinationen von Komponenten- oder Teilsystemausfällen zusammengestellt, die zu dem vorgegebenen unerwünschten Ereignis führen können. Diese Zusammenstellung ergibt den sogenannten Fehlerbaum. Die Bildzeichen des Fehlerbaums sind genormt.“¹⁰⁸⁵ Das oberste Ziel der Fehlerbaumanalyse „ist die systematische Identifizierung aller möglichen Ausfallkombinationen (Ursachen), die zum unerwünschten Ereignis führen.“¹⁰⁸⁶ Gleichzeitig dient dies zur Identifikation der effektivsten Maßnahmen: „Bewertet man die im Fehlerbaum angesiedelten Ereignisse mit Hilfe statistischer Daten oder unter Nutzung von Erfahrungswerten, so erkennt man im Fehlerbaum eine einzige oder mehrere dominante Verästelungen, die von unten bis zum Kopfereignis führen und die sich dadurch von

1080 vgl. Göring 1992, 3.

1081 Göring 1992, 4.

1082 Im Englischen spricht man allgemein von „logic tree methods“ und unterscheidet „fault trees“ und „event trees“ (vgl. Pasman/ Vrijling 2001, 151f.).

1083 vom September 1981 Teil 1: „Fehlerbaumanalyse. Methode und Bildzeichen“, DIN 25424 Teil 2 vom April 1990: „Fehlerbaumanalyse. Handrechenverfahren zur Auswertung eines Fehlerbaumes“.

1084 DIN 25424 Teil 1 1981, 2.

1085 Kuhlmann 1995, 82.

1086 DIN 25424 Teil 1 1981, 2.

den anderen Zweigen abheben, dass ihnen die größten Wahrscheinlichkeiten anhaften.“¹⁰⁸⁷ Man versucht, Fehler bzw. Fehlerquellen möglichst „weit oben“ im Fehlerbaum zu beheben. Außerdem soll es durch Quantifizierung in den Fehlerbäumen möglich werden, zu erkennen, durch „welche Maßnahmen Sicherheit am wirkungsvollsten beeinflusst wird.“¹⁰⁸⁸ Außerdem sollen mithilfe von Fehlerbäumen die Wahrscheinlichkeiten für den Ausfall des Gesamtsystems ermittelt werden, insbesondere, wenn diese aufgrund geschätzter sehr kleiner Wahrscheinlichkeiten nicht direkt statistisch ermittelbar sind. „Die Fehlerbaumanalyse ist eine systematische Methode, um die Abhängigkeit zwischen dem Ausfall eines *Systems* und dem Ausfall seiner *Komponenten* zu ermitteln und die *Wahrscheinlichkeit* des Ausfalls des Systems aus der *Nichtverfügbarkeit* von Komponenten zu berechnen.“¹⁰⁸⁹

Der Ereignisbaum nach DIN 25419 wird auch als „Ereignisbaumanalyse“ oder als „Ereignisablaufanalyse“ bezeichnet. Auch die Bezeichnung „Störfallanalyse“, die von einer veralteten Fassung der DIN-Norm her röhrt, hält sich beharrlich in der Literatur. In der Ereignisablaufanalyse wird „für jedes auslösende Ereignis (.) ermittelt, welche Wirkung es nach sich zieht (z.B. veränderte Anlagenparameter) und welche Reaktionen in der Anlage durch diese Wirkung ausgelöst werden.“¹⁰⁹⁰ Den Ausgangspunkt bildet „der Ausfall einer oder mehrerer Systemkomponenten. Induktiv wird dann der mögliche Verlauf dieses Ereignisses und das Verhalten anderer Systemkomponenten untersucht.“¹⁰⁹¹

Fehlerbaum-Methode	Ereignisbaum-Methode
deduktiv	induktiv
Ursachen ← unerwünschte Anlagen-Ereignisse, Folgen	unerwünschte Anlagen-Ereignisse, Ursachen → Folgen
Wenn ein unerwünschtes Ereignis auftritt, welche Ursachen hat dies?	Wenn ein unerwünschtes Ereignis auftritt, welche Folgen hat dies?
Suche nach den Ursachen	Suche nach den Folgen

Tabelle 9: Unterscheidung zwischen Fehlerbaum und Ereignisbaum.

Im Vergleich ergibt sich eine bessere Übersicht über die Unterschiede zwischen Fehler- und Ereignisbäumen. Während bei der Fehlerbaum-Methode, ausgehend von den unerwünschten Anlagen-Ereignissen, deduktiv nach den Ursachen gesucht wird, wird beim Ereignisbaum – genau umgekehrt – von den unerwünschten Anlagen-Ereignissen nach den Folgen gesucht. Aus der Darstellung und Beschreibung ergeben sich jedoch Abgrenzungsschwierigkeiten. Problematisch sind Ursachen-Folgen-Ketten, in deren Mittelteil je nach Betrachtung ein- und

¹⁰⁸⁷ Uhlig 1992, 87.

¹⁰⁸⁸ Jordan 1980, 166.

¹⁰⁸⁹ Werner 1989, 105f. – Hervorhebungen im Original.

¹⁰⁹⁰ Werner 1989, 103.

¹⁰⁹¹ Renn/ Kals 1990, 65; Löffler 1996, 137 mit Verweis auf die DIN-Norm.

derselbe Gegenstand mal als Ursache und mal als Folge behandelt werden kann. Da jedoch bei der Fehlerbaum-Methode als unerwünschtes Anlagenereignis in der Regel das „Top-Event“ betrachtet wird, also beispielsweise die Kernschmelze bei einem Atomkraftwerk oder der Zusammenbruch einer Brücke, hebt sich dieser Widerspruch auf, denn das „Top-Event“ könnte zumeist kein Basisereignis darstellen, das zu Beginn einer Ereignisbaum betrachtung untersucht wird.

Die Baummodelle weisen einige methodische Schwächen auf. *Erstens* wird, in Bezug auf Fehlerbäume, auf die unzureichende Erfassung von Common-Cause-Fehlern¹⁰⁹² hingewiesen, die durch abweichende Gewichtungen beim Aufstellen der Fehlerbäume nur ansatzweise berücksichtigt werden können.¹⁰⁹³ Hier bilden Ereignisbäume die wichtige Ergänzung. Gerade mit ihnen können Common-Cause-Fehler gut erfasst werden.

Zweitens werden die notwendigen Abbruchentscheidungen kritisiert: Auch eine tief schürfende Analyse¹⁰⁹⁴ „muss beim gedanklichen Aufbau eines Ursachenbaums (einer Kausalstruktur) irgendwann abbrechen. Sie wird stets mit Ereignissen bzw. Zuständen abbrechen, von denen man zwar annimmt, dass auch sie determiniert sind, bei denen man jedoch darauf verzichtet, die Ursachen zu erkennen, und sie folglich vereinfachend als zufällig einstuft. Allenfalls bemüht man die Statistik, um das Maß dieser Zufälligkeit beschreiben bzw. abschätzen zu können, und man verwendet dazu vor allem relative Häufigkeiten oder Wahrscheinlichkeiten.“¹⁰⁹⁵ Auch hier muss eine verantwortete Stoppentscheidung gefällt werden.

Drittens werden mögliche Schwächen durch die „Rückschlusssbildung“ angenommen: „Wie sicher können wir sein, dass die ermittelten Ausfallwahrscheinlichkeiten einzelner Komponenten einen guten Anhaltspunkt für das Systemverhalten in einem konkreten Störfall bieten?“¹⁰⁹⁶ Schließlich wird eine Schwäche der Baumanalysen bei der Erfassung dynamischer Prozesse beschrieben: „Hier zeigt der Fehlerbaum (übrigens genau wie der Ereignisbaum) wegen der ihm zugrundeliegenden binären Betrachtungsweise (Ereignis: ja oder nein?) eindeutige Schwächen: mengen-, raten- und zeitabhängige Vorgänge können direkt überhaupt nicht und mittelbar nur auf relativ komplizierte Weise dadurch berücksichtigt werden, dass man beispielsweise ratenabhängige Eintrittswahrscheinlichkeiten einführt (z.B. die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein Druckanstieg von – im Mittel – 1 bar/sec stattfindet und bis 20 bar führt).“¹⁰⁹⁷ Die dynamischen, zeit- und ratenabhängigen Prozesse seien für Chemieanlagen aber typisch. Ein Ausweg ist es „für den dynamischen Vorgang mehrere Fehlerbäume auf(zu)stellen. Häufig ist es aber auch hinreichend, die Zeitabhängigkeit von einzelnen Komponentenzuständen in den Fehlerbaum mit aufzunehmen.“¹⁰⁹⁸

¹⁰⁹² zu Common-Fehlern siehe Kapitel 2.1.2 Betrachtung der Ursachen von Schadensfällen.

¹⁰⁹³ vgl. Kuhlmann 1995, 83.

¹⁰⁹⁴ Der Autor spricht hier von der „Gefährdungsanalyse“, seine Aussage kann aber auch allgemeiner verstanden werden.

¹⁰⁹⁵ Uhlig 1992, 86f.

¹⁰⁹⁶ Renn/ Kals 1990, 66.

¹⁰⁹⁷ Pilz 1980, 234.

¹⁰⁹⁸ Kuhlmann 1995, 83.

Viertens wird kritisiert, dass durch die Baummodelle keine neuen Problemlagen ermittelt würden. Die größte Leistung sei die *graphische Darstellung* der logischen Zusammenhänge, nur wird kritisiert, dass man nicht über die ohnehin bekannten Mechanismen hinaus gehe. Allerdings gibt es auch genau gegenteilige Aussagen, dass durch die Beschäftigung mit den Baummodellen gerade auch neue Fehlerquellen entdeckt werden könnten. Am letzten Kritikpunkt zeigt sich die Voraussetzungsabhängigkeit der Baummodelle. Voraussetzung zur Durchführung einer Ereignisbaumanalyse „ist wie bei der Fehlerbaumanalyse die genaue Kenntnis des zu beurteilenden Systems. Deshalb muss auch in diesem Fall eine grobe Systemanalyse vorausgehen, in der Funktionen des Systems, die Umgebungsbedingungen, die Organisation und das sonstige Systemverhalten behandelt werden.“¹⁰⁹⁹

2.3.2.2 Risiko- und Sicherheitsanalyse

In der Systemanalyse stehen die Strukturen und Prozesse der funktionierenden Anlage im Mittelpunkt. Im Folgenden geht es um Analysen, die das Nicht-Funktionieren der Anlage fokussieren.

Bei der Sicherheitsuntersuchung eines entworfenen technischen Artefaktes muss man das System, genau wie beim Entwerfen, in Teilsysteme untergliedern. Die generelle Schwierigkeit besteht im Wechsel zwischen der Gesamtbetrachtung der Anlage und der Betrachtung von Anlagenteilen auf unterschiedlichen Konkretisierungsebenen. Und auch hier sind – wie beim Konstruieren – starke subjektive Leistungen zu erbringen.¹¹⁰⁰

In der Literatur werden direkte Abgrenzungen zwischen den beiden Bezeichnungen Sicherheitsanalyse und Risikoanalyse umgangen. Dies geschieht aus gutem Grund, denn auch hier herrscht große begriffliche Unklarheit und Vielfalt. Trotzdem und gerade deshalb soll hier der Versuch unternommen werden, beide Analysebegriffe abzugrenzen, auch wenn, wegen der Inhomogenität der Begriffsverwendung in der Literatur, nicht alle so bezeichneten Verfahren damit der hier vorgenommenen begrifflichen Definition zuzurechnen sind. Im Grunde nämlich zeigt sich bei den beiden Analyseverfahren etwas Ähnliches wie bei den Baummodellen: Risikoanalysen gehen von dem Schaden zu den Ursachen (sind hierin also den Fehlerbaumanalysen ähnlich) und Sicherheitsanalysen betrachten eher die Anlage und daraus entstehende mögliche Folgen (sind hierin also den Ereignisbaumanalysen ähnlich). Beide Analysen beziehen mögliche Schutzmechanismen in die Betrachtung mit ein. Es wäre gut – ähnlich wie bei den Baummodellen – eine offene Frage zu beantworten, nämlich, wie sich die Ergebnisse unterscheiden würden, wenn für ein und dieselbe Anlage eine Sicherheits- und eine Risikoanalyse durchgeführt würde bzw. in welchem Ergänzungsverhältnis beide zueinander stehen.

Die Sicherheitsanalyse kommt prototypisch im Bereich des BImSchG vor, die Risikoanalyse prototypisch im Bereich des AtomG. Die Analysen in beiden Technikbereichen strahlen in andere Technikbereiche aus. Insgesamt ist wohl von einer starken rechtlichen Wirkung hinsichtlich der institutionalisierten Analyseverfahren auszugehen. Es stellt sich sogar die Frage, ob es die Analyseverfahren auch gäbe, wenn sie rechtlich nicht gefordert wären. Soweit die Sicherheitsmaximen einen konstitutiven Faktor in der praktischen Ingenieurrationaleität darstellen, kann sich diese Frage hinsichtlich der Inhalte von institutionalisierten Analysever-

¹⁰⁹⁹ Kuhlmann 2000, 100.

¹¹⁰⁰ vgl. mit Bezug auf die Risikoanalyse Seeliger 1993, 24.

fahren nicht stellen. Was jedoch die Form und die Ausdrücklichkeit der Analyseverfahren angeht, so ist davon auszugehen, dass institutionalisierte Analyseverfahren ohne rechtliche Forderung anders aussähen und anders umgesetzt würden.

2.3.2.2.1 Sicherheitsanalyse

Die Sicherheitsanalyse kann als eine, auf die Sicherheit zugespitzte, Systemanalyse angesehen werden.¹¹⁰¹ Dabei kann offen gelassen werden, ob die Systemanalyse der Sicherheitsanalyse vorausläuft oder als ein Bestandteil von ihr angesehen werden sollte. Beide Auffassungen sind in der Literatur vertreten. Festzuhalten ist zunächst, dass das systematische Vorgehen auf der Grundlage eines vollständig beschriebenen Systems entscheidend für den Erfolg einer Sicherheitsanalyse ist. Es handelt sich um eine doppelte Systematik mit Vollständigkeitsbestreben, die bei der Beschreibung des Funktionierens und des möglichen Nicht-Funktionierens angestrebt wird. Das Hauptziel der Sicherheitsanalyse ist, „auf der Grundlage der Anlagenkonzeption durch funktionssichere Gestaltung eine bestmögliche Gesamtlösung zu erreichen“¹¹⁰², also mögliche Gefahrlagen zu identifizieren und Vorschläge zu ihrer Reduktion zu erbringen. Dabei geht es sowohl um den Schutz vor Störfällen, als auch die Beherrschung von Störfällen. Aufgeteilt in störfallbezogene Teilziele, ist es das Ziel der Sicherheitsanalyse folgende Fragen zu beantworten:

- „Welche Störfälle sind als wesentlich zu betrachten?
- Welche Störfälle können durch geeignete Änderungen der Systemstruktur verhindert werden?
- Welche Störfälle sind nicht vollständig auszuschließen und mit welcher Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit ist ihr Auftreten zu erwarten?
- Welcher Art und Größe sind deren Auswirkungen auf Personen und Sachen der näheren und weiteren Umgebung und welche Schutzmaßnahmen müssen getroffen werden?“¹¹⁰³

Wie schon eingangs erwähnt, gibt es verschiedene Bezeichnungen für Sicherheitsanalysen. Hier sollen Definitionen qualitativer und quantitativer Sicherheitsanalysen vorgestellt werden: „Es gibt zwei Möglichkeiten, Sicherheitsanalysen durchzuführen: die *qualitative* Methode, eine mehr oder minder verbale Beschreibung und Bewertung, die *quantitative* Methode, eine Bewertung mit mathematischen Hilfsmitteln, wie Qualimetrie oder mathematische Statistik.“¹¹⁰⁴ In qualimetrischen Verfahren definiert man „Sicherheitsbedingungen und bewertet Abweichungen entweder durch skalierte Faktoren oder durch Wichtungen (z.B. 0 ... 1).“¹¹⁰⁵ „Bei der qualitativen Sicherheitsanalyse erfolgt eine ganzheitliche Systembetrachtung hinsichtlich Belastungs- und Verschleißerscheinungen der technischen Anlage. Diese Analyse soll eine bestmögliche Systemgestaltung bewirken. Alle sicherheitsrelevanten Komponenten müssen er-

¹¹⁰¹ vgl. Kuhlmann 1995, 59.

¹¹⁰² Kuhlmann 1995, 60.

¹¹⁰³ Kuhlmann 1995, 59.

¹¹⁰⁴ Bussenius 1995, 6f. – Hervorhebungen im Original.

¹¹⁰⁵ Bussenius 1995, 15.

kannt und bestimmt werden. Diese Bestimmung ist durch die bekannten und verfügbaren Beurteilungskriterien eingeschränkt, die sich aus Erfahrungen vergleichbarer Bedingungen gebildet haben. (...) Die quantitative Sicherheitsanalyse ermittelt die Eintrittswahrscheinlichkeit unerwünschter Ereignisse, die Störfälle auslösen können.“¹¹⁰⁶

Parallelen lassen sich zur Unterscheidung von deterministischer und probabilistischer Sicherheitsanalyse auffinden. Man spricht vom „Probabilistic Safety Assessment“ (PSA), teilweise auch vom „Probabilistic Risk Assessment“ (PRA). Zum PSA bzw. PRA finden jährlich Konferenzen statt.¹¹⁰⁷ Die Aufstellung von probabilistischen und deterministischen Sicherheitsanalysen ist ein Ziel der Sicherheitswissenschaft: „Zufrieden können wir erst dann sein, wenn prinzipiell für alle Technologien mit höherem Schadensrisiko deterministische und probabilistische Sicherheitsanalysen durchgeführt werden.“¹¹⁰⁸

2.3.2.2.2 Risikoanalyse

In einer Risikoanalyse werden mit wissenschaftlichen Methoden die Eintrittswahrscheinlichkeiten von konkreten Schadensfällen und ihre Schadensausmaße durch Beobachtung, Modellierung und Szenariobildung qualitativ und, so weit wie möglich, quantitativ weitestgehend realitätsgerecht zu bestimmen versucht.¹¹⁰⁹ Was theoretisch einfach klingt, ist jedoch praktisch schwer umsetzbar. „In der Bundesrepublik wurde 1979 mit der Risikostudie Kernkraftwerke, Phase A, erstmals eine umfassende Risikountersuchung einer komplexen Industrieanlage vorgenommen.“¹¹¹⁰ Der Abschluss der Studie, die das Kernkraftwerk Biblis B als Referenzanlage betrachtete, hat 10 Jahre gedauert. Die Abfassung beanspruchte einen so langen Zeitraum, weil die Verfasser tatsächlich einen Vollständigkeitsanspruch hatten.

Selbst in dieser Studie, die als das herausragendste Beispiel einer deutschen Risikoanalyse von einem Großteil der Literatur angesehen wird, mischen sich die Bezeichnungen, so spricht Werner in Bezug auf sie, von einer probabilistischen *Sicherheitsanalyse*.¹¹¹¹ „Die systemtechnischen Untersuchungen im Rahmen der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B, führten zu einer Reihe wesentlicher Verbesserungen der Anlagentechnik des Kernkraftwerkes Biblis B und der Vorgehensweise zur Störfallbeherrschung. Die Ergebnisse bestätigen das große Potenzial probabilistischer Sicherheitsanalysen zur Verbesserung der sicherheitstechnischen Auslegung komplexer technischer Systeme.“¹¹¹² Vorbild für die DRS war die große US-Studie „WASH 1400“, auch „Rasmussen-Report“ genannt. „Die allgemeine Struktur einer probabilistischen Risikoeinschätzung wurde 1975 mit der Veröffentlichung der Sicherheitsstudie von US-amerikanischen Reaktoren eingeführt; es handelt sich dabei um ein zehn Kilogramm schweres Dokument, das unter der Kurzbezeichnung WASH-1400 bekannt wurde.“¹¹¹³

¹¹⁰⁶ Wessel 1999.

¹¹⁰⁷ z.B. unter dem Thema „Probabilistic Safety Assessment and Risk-Informed Decision Making“ <http://www.-grs.de/psarid/> (06.09.2002).

¹¹⁰⁸ Kuhlmann 2001, 10.

¹¹⁰⁹ vgl. WBGU 1999, 39.

¹¹¹⁰ Werner 1989, 101.

¹¹¹¹ vgl. Werner 1989, 109.

¹¹¹² Werner 1989, 112.

¹¹¹³ Reason 1994, 268.

Als eines der Hauptziele von Risikoanalysen wird die Quantifizierung angesehen. „Hinter der Forderung nach Risikoanalysen steht allerdings der zunächst verständliche Wunsch, einen quantitativen Bewertungsmaßstab für konkrete technische Projekte zu schaffen, indem man nämlich diese Projekte einer Risikoanalyse unterzieht und das prognostizierte Risiko an einem zulässigen Hintergrundrisiko misst.“¹¹¹⁴ Im Einzelnen betrachtet werden Risikoanalysen zur Umsetzung folgender Zielen genutzt:

- zu einer Verständigung über die ratio von Risikoentscheidungen,
- für konkrete Entscheidungen über die Einführung neuer Technologien,
- für Risikovergleiche,
- für die Abgrenzung erforderlicher Schadensvorsorge,
- für eine ausgewogene Risikoverminderung in bestimmten Anlagen,
- für eine globale Optimierung des Mitteleinsatzes zur Risikominderung,
- als Orientierungshilfe für Prioritätensetzung in der Forschung usw.“¹¹¹⁵

Ein Teil dieser Abschätzungen kann in Genehmigungsverfahren Niederschlag finden.¹¹¹⁶ Risikoanalysen sind vorwiegend für den Bereich der Kerntechnik durchgeführt worden. In den 1980er Jahren wurde diskutiert, Risikoanalysen auch auf Chemieanlagen anzuwenden.¹¹¹⁷ Die Diskussion über die Anwendung von probabilistischen Methoden (wie der Risikoanalyse) auch für chemische Prozesse und verfahrenstechnische Anlagen „wird unter Fachleuten kontrovers geführt.“¹¹¹⁸ Pilz etwa schreibt: Es „erscheint uns auch die probabilistische Risikoanalyse, d.h. die Bewertung von möglichen Gefahren durch Wahrscheinlichkeitsangaben für ihr Auftreten und durch Abschätzung des entstehenden Schadens für chemische Prozesse kaum durchführbar und für die Sicherheitstechnik wenig hilfreich: Zu viele für den Einzelfall wichtige Aspekte würden pauschal durch den probabilistischen Ansatz verwischt, ganz abgesehen von der chemietypischen Problematik, dass, angesichts der Stoff- und Typenvielfalt einerseits, und des singulären Charakters von Chemieanlagen andererseits, eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung wahrscheinlichkeitstheoretischer Betrachtungen fehlt: nämlich die ausreichend große Zahl vergleichbarer Zustände.“¹¹¹⁹ Pilz argumentiert, dass Risikoanalysen für Chemieanlagen nicht durchführbar seien, weil hier viel mehr Risikoarten untersucht werden müssten im Vergleich zur Kerntechnik, wo es immer „nur“ um die Freisetzung von Radioaktivität gehe. Das Erkennen, Bewerten und Beherrschen von Risiken erfordere bei Planung, Entwicklung und Betrieb von Produktionsverfahren in der chemischen Industrie „sorgfältige naturwissenschaftliche Experimente, systematische Analysen, ingenieurtechnische

¹¹¹⁴ Pilz 1980, 229.

¹¹¹⁵ Seipel 1983, 10.

¹¹¹⁶ van Reijen/ Vinck, zitiert nach Cogoy 1984, 163.

¹¹¹⁷ vgl. Pilz 1980, 229.

¹¹¹⁸ Jansen 1990, 2.

¹¹¹⁹ Pilz 1984, 70.

Berechnungen und Auslegungen, also in erster Linie deterministische Methoden.“¹¹²⁰ Nichtsdestotrotz gibt es einige Beschreibungen für Risikoanalysen in der chemischen Industrie,¹¹²¹ in denen insbesondere auf die Güte der Erarbeitung des der Risikoanalyse zugrunde liegenden Datenmaterials eingegangen wird.

„*Klingmüller und Bourgund*¹¹²² haben gezeigt, inwieweit (.) Risikoanalysen auch im konstruktiven Ingenieurbau Anwendung finden können. Risikoanalysen in diesem strikten Sinn fußen auf dem Entwurf von Versagensszenarien, auf zuverlässigem, auf das entsprechende Szenario bezogenem, validem Datenmaterial für eine probabilistische Beschreibung von Einwirkung und Widerstand, sowie auf Schadenswertbestimmungen, die rechtlichen und politisch-legitimatorischen Anforderungen genügen. Ungeachtet dieser anscheinend strikten Voraussetzungen bleibt die Validität dieser speziellen Risikoanalysen ebenso wie die der Sicherheitsanalysen allgemein an professionelle, gestalterische Leistungen der Personen gebunden, die diese Analysen anstellen.“¹¹²³

Wie oben schon mehrfach angeklungen, wird in der Literatur auch zwischen deterministischen und probabilistischen Risikoanalysen unterschieden. Die probabilistische Risikoanalyse¹¹²⁴ (PRA) (teilweise wird auch vom Probabilistic Risk Assessment (PRA) gesprochen, das ebenfalls mit „PRA“ abgekürzt¹¹²⁵ wird), ist dabei der Hauptgegenstand der Betrachtung, ja der Begriff der deterministischen Risikoanalyse taucht eigentlich nur als Abgrenzung, jedoch nicht als Konzept auf. Wer Risikoanalyse sagt, meint mithin die probabilistische Risikoanalyse.

„Die *probabilistische Risikoanalyse* (PRA) ist eines der Verfahren, um die Wahrscheinlichkeiten von Systemausfällen und ihren Folgen im voraus abzuschätzen und dabei die Schwachstellen aufzudecken, an denen technische Verbesserungen oder Training des Personals notwendig sind. Derartige Analysen sind hypothetischer Natur, das heißt die Randbedingungen für statistische Trends werden nicht als gegeben vorausgesetzt (Hauptmann u.a. 1987). Die PRA wird in der Regel bei drei unterschiedlichen Arten von *Risikoquellen* angewandt (...):

- bei sehr seltenen Systemausfällen, bei denen nicht genügend Datenmaterial für eine aussagekräftige Statistik vorliegt (Dammbruch, Bersten des Containments von Kernkraftwerken);
- bei neuen Technologien mit geringem Erfahrungswert (Gentechnologie, Magnetschwebebahnen, neue Arzneimittel);
- bei statistisch nicht explizit nachweisbaren Beziehungen zwischen Dosis und Wirkung auf Gesundheit und Umwelt (geringe Strahlendosen, Pestizidrückstände, organische Noxen im Klärschlamm);“¹¹²⁶

¹¹²⁰ Pilz 1984, 72.

¹¹²¹ vgl. Seeliger 1993.

¹¹²² siehe Klingmüller/Bourgund 1992.

¹¹²³ Ekardt u.a. 2000, 96.

¹¹²⁴ Probabilistische Risikoanalyse – So der Titel eines, von der Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft und Wolfgang Braun, herausgegebenen Buches, in dem verschiedene Aufsätze zur Kerntechnik zu finden sind.

¹¹²⁵ vgl. Werner 1989.

¹¹²⁶ Renn/ Kals 1990, 64 – Hervorhebungen im Original.

Auch der Detailliertheitsgrad von Risikoanalysen ist angelehnt an die technischen Konkretisierungsebenen. „Bei der Diskussion über versuchsweise durchgeführte praktische Risikoanalysen (...) geht man, was die Detailliertheit betrifft, von den Ausfallarten einzelner Komponenten auf der typischen Gliederungsebene von Ventilen, Pumpen, Filtern und Schaltern aus. Analysen mit noch feinerer Auflösung sind durchaus möglich; z.B. erfassen sie dann die einzelnen Flansche an Behältern, Transistoren oder Schalterfedern. Man kann Analysen sogar bis zu den Ursachen von Komponentenausfällen treiben, also beispielsweise Korrosion, Schwingungen, Überlastung, Unterdimensionierung usw.“¹¹²⁷ „Risikoanalysen lassen sich auch weniger detailliert durchführen, wenn z.B. Teilsysteme wie Destillationskolonnen, Speicherbehälter und chemische Reaktoren als Komponenten betrachtet werden. Bei noch geringerem Auflösungsgrad gilt vielleicht eine vollständige Raffinerie oder ein Ammoniakspeicher als Einheit. Die Risikoanalysen gründen sich in solchen Fällen auf statistische Daten aus ähnlichen Anlagen, vielleicht mit Skalierungsfaktoren, die Unterschiede in der Anlagengröße berücksichtigen.“¹¹²⁸

Kritik an Sicherheits- und Risikoanalysen

Da Sicherheits- und Risikoanalysen große Parallelen aufweisen, soll hier die Kritik an diesen Analyseverfahren gemeinsam behandelt werden. (Schon der Hinweis auf die Unklarheiten über das Konzept, das mit dem Begriff verbunden wird, und das Verhältnis des Konzeptes zu anderen Konzepten, zeigt Klarstellungsbedarf auf.) Die einzelnen Kritikpunkte treffen auf beide Analyseverfahren zu. Ein fast vernichtendes Gesamtresumé zieht Fölsing: Risikoanalysen scheinen „jedoch mindestens so viele Probleme aufzuwerfen, wie sie lösen.“¹¹²⁹ Dies zeigt sich in der Kritik an Einzelstudien, wie etwa die am Rasmussen-Report¹¹³⁰ oder den Analysen zur Kerntechnik.¹¹³¹

Die Arbeiten von Pilz sind ein Beispiel für die Kritik eines Ingenieurs am ingenieurwissenschaftlichen Instrument der Analyse. Seine wichtigsten Argumente sollen daher hier exemplarisch wiedergegeben werden:

- „Die sogenannten Risikoanalysen sind in Wirklichkeit *Prognosen*, behaftet mit allen Unsicherheiten, die sich aus dem Versuch, die Zukunft vorherzusagen, zwangsläufig ergeben müssen.“¹¹³²
- „Die *wahrscheinlichkeitstheoretische Betrachtung* hat zur Folge, dass nur zufällige, von einander unabhängige Ereignisse erfasst werden können.“¹¹³³ Aber: „Ausfälle aufgrund einer gemeinsamen Ursache sind eher zu erwarten als rein zufallsbedingte.“¹¹³⁴

¹¹²⁷ Taylor 1984, 90.

¹¹²⁸ Taylor 1984, 90.

¹¹²⁹ Fölsing 1980, 179.

¹¹³⁰ vgl. Fölsing 1980, 180.

¹¹³¹ Pilz 1980, 236 mit Verweis auf TÜV Rheinland. Zu einer Kritik an nuklearen Risikoanalysen im Einzelnen siehe Kollert 1997.

¹¹³² Pilz 1980, 237 – Hervorhebung im Original.

¹¹³³ Pilz 1980, 237 – Hervorhebung im Original.

¹¹³⁴ Pilz 1980, 237.

- Pilz kritisiert die fehlenden ausreichenden Grundgesamtheiten.¹¹³⁵ „Bei chemischen Prozessen ist es wegen fehlender oder unsicherer Eingabedaten und wegen der für die verwendete Analysenmethode zu komplexen Vorgänge kaum möglich, einen realistischen Wert für die Eintrittswahrscheinlichkeit von Störfällen vorherzusagen.“¹¹³⁶
- Pilz weist auf die „begrenzte menschliche Phantasie“¹¹³⁷ in der Bestimmung der möglichen Schadensereignisse hin.¹¹³⁸
- Manche Analysen seien nicht viel mehr als ein Darstellungsmittel von Altbekanntem: „Die hier behandelten Methoden der Sicherheitsanalyse (...) sind im wesentlichen ein Mittel der Darstellung (Veranschaulichung) von im Prinzip bekannten Gefahrenquellen und der Identifikation von Wegen, auf denen diese wirksam werden können. Das Erkennen und Bewerten von Gefahrenquellen in einem chemischen Verfahren erfordert naturwissenschaftliche Experimente und ingenieurmäßige Berechnungen.“¹¹³⁹

Eine der Hauptschwierigkeiten ist jedoch, dass Konstruktionsprobleme durch Analysen nur unzureichend erfasst werden (können). Zur Analyse ganzer Anlagen auf der Grundlage von Zuverlässigkeitsdaten einzelner Einheiten hat beispielsweise Taylor ein Verfahren (IFAL) für ein petrochemisches Werk angewendet und kommt zu dem Schluss: „Mit dieser Methode lassen sich detaillierte Konstruktionsprobleme nicht aufzeigen.“¹¹⁴⁰ Hier zeigt sich wieder das Kreativitätserfordernis: „Die Gefahrensuche ist mit Abstand der kreativste Schritt der gesamten Risikoanalyse.¹¹⁴¹ Der Erfolg aller weiteren Schritte – und damit der gesamten Risikoanalyse – hängt davon ab, wie umfassend die Gefahrensuche durchgeführt wurde.“¹¹⁴² Neben Konstruktionsproblemen werden aber auch Organisationsprobleme in Analyseverfahren zwangsweise strukturell vernachlässigt: Fietkau kritisiert, dass die implizite Sicherheitskonzeption der Störfallverordnung technikzentriert sei, also organisatorische Strukturen und Prozesse vernachlässigt würden.¹¹⁴³ Diese Vernachlässigung wirkt sich aber stark negativ aus, weil personenbedingte und organisatorische Bedingungen bei Schadensfällen/ Störfällen als enorm wichtig angesehen werden müssen.¹¹⁴⁴ Hierauf beziehen sich auch Universalkritiken: „Problematisch sind (...) vor allem die Ermittlungen aller (relevanten) Entscheidungs-, Verhaltens- und Folgemöglichkeiten, die Erfassung von Eintrittswahrscheinlichkeiten, die (ein-

¹¹³⁵ vgl. Pilz 1980, 237.

¹¹³⁶ Pilz 1980, 234.

¹¹³⁷ Pilz 1980, 238f.

¹¹³⁸ Hierzu noch ein interessantes Zitat von jemandem, der selbst Analysen durchgeführt hat: „Die meisten Risikoanalytiker, die sich aus dem Laboratorium in die Industriepraxis hinausgewagt haben, wissen aus Erfahrung, dass kurz nach dem Abschluss einer Analyse eine Unfallart eintritt, mit der man vorher überhaupt nicht gerechnet hatte. Das ist auch dem Autor passiert. Es trifft auf den Canvey-Bericht zu und gilt für die Reaktorsicherheitsstudie WASH 1400.“ Taylor 1984, 89.

¹¹³⁹ Pilz 1984, 70, bezieht sich hierauf HAZOP, DIN 25443 (Ausfalleffekt) und vorläufige Gefahrenanalyse.

¹¹⁴⁰ Taylor 1984, 105.

¹¹⁴¹ Seeliger spricht hier nur von Risikoanalyse. Seine Aussage könnte sich aber auch auf die Sicherheitsanalyse beziehen. (Anmerkung d.V.)

¹¹⁴² Seeliger 1993, 24.

¹¹⁴³ vgl. Fietkau 1990, 15.

¹¹⁴⁴ siehe Kapitel 2.1 Lernen aus Schadensfällen.

heitliche) Quantifizierung unterschiedlicher Schadensdimensionen und die Verbindung qualitativer mit quantitativen Größen in der Risikoanalyse.“¹¹⁴⁵

Der WBGU kommt zu dem Ergebnis: „Technisch-naturwissenschaftliche Risikoanalysen sind hilfreiche und notwendige Instrumente einer rationalen Risikopolitik. Nur mit ihrer Hilfe lassen sich relative Risiken miteinander vergleichen und Optionen mit dem geringsten Erwartungswert von Schäden auswählen. *Sie können und dürfen jedoch nicht als alleinige Richtschnur für die Bewertung von und den Umgang mit Risiken dienen.* Ihre Universalität wird nämlich mit der Abstraktion vom Kontext und einer Ausblendung der auch unter rationalen Gesichtspunkten sinnvollen Risikomerkmale aus den Wahrnehmungsmustern erkauf. Kontext- und situationsspezifische Begleitumstände müssen bei jeder Risikoanalyse mit berücksichtigt werden.“¹¹⁴⁶ Viel mehr als durch den Kontextfaktor sind Risikoanalysen m.E. jedoch, aufgrund der in ihnen eingebundenen Werturteile, nicht als alleiniger Maßstab heranzuziehen.

Das zentrale Problem von Analysen besteht in der Objektivität, die ihnen zugeschrieben wird bzw. deren Anschein sie teilweise zu erwecken versucht. Die Einzelschritte der Analysen sind von Werturteilen durchzogen. Die sicherheitsrelevanten Werturteile stellen nur dann ein Problem dar, wenn sie nicht als solche aufgezeigt werden. Vielmehr kann es die Qualität von Analysen wesentlich steigern, wenn Werturteile offen gelegt werden. Das Herausarbeiten von Werturteilen kann somit zu einem positiv zu wertenden Qualitätsmerkmal von Analysen werden!

2.3.3 Zusammenfassende Überlegungen zu den institutionalisierten Technik-Analyseverfahren

Ein verbindender Leitgedanke, der den institutionalisierten Technik-Analyseverfahren zu Grunde liegt, ist der der Systematik. Sowohl in der Ingenieurpraxis als auch in der Ingenieurwissenschaft kann ein Bestreben festgestellt werden, im Konstruktionsprozess und dessen Bewertung, möglichst *systematisch* vorzugehen. Das systematische, geordnete Analysevorgehen, das natürlich auch von der zuvor entwickelten Systematik und den kreativen subjektiven Leistungen zur „Ausfüllung“ dieser Systematik abhängig ist, wird von Ingenieuren als entscheidendes Konzept zur Verwirklichung von Sicherheit beschrieben.

Es wurde dargestellt, dass die institutionalisierten Technik-Analyseverfahren unterschiedliche Konzepte verfolgen, es aber auch viele Überschneidungen gibt. Die Analyseverfahren enthalten zwar vielfach quantitative Aussagen, aber umfangreiche qualitative Anteile sind auch deshalb von so starker Bedeutung, weil erst aufgrund der Identifikation von Schadensereignissen oder ganzen Schadensszenarien über den Einsatz von, in Sicherheitsstrategien eingebundenen, konkreten Schutzmaßnahmen nachgedacht werden kann. Eine der größten Schwierigkeiten der ingenieurpraktischen wie ingenieurwissenschaftlichen Risikobeurteilung liegt in der fehlenden Berücksichtigung (fehlenden Konstitution) von möglichen Schadensereignissen/ Schadensszenarien. Innerhalb einer institutionalisierten Analyse ist also Kreativität zum Identifizieren möglicher Schadensfälle bzw. Schadensursachen gefragt. Qualitative wie quantitative, deterministische wie probabilistische Technik-Analysen enthalten immer Schätzungen und subjektive Urteile, wobei die individuelle wie kollektive ingenieurtechnische Erfahrung eine wesent-

¹¹⁴⁵ Banse 1996b, 51.

¹¹⁴⁶ WBGU 1999, 41 – Hervorhebung durch d.V.

liche Beurteilungsgrundlage bildet.¹¹⁴⁷ Die technische Risikoanalyse wird oftmals als „objektiv“ bezeichnet, da sie natur- und technikwissenschaftliche Darstellungsformen benutzt und in ihren Berechnungen auf die Risikoformel aufbaut. Damit wird verschleiert, dass auch viele normative Festlegungen in die Analysen eingeflossen sind. Es werden Annahmen gemacht und damit Wertungen, beispielsweise zur Beurteilung von Auswirkungen als positiv oder negativ, zur Abgrenzung des räumlichen oder zeitlichen Rahmens u.s.w., die das Ergebnis von Risikoanalysen beeinflussen.¹¹⁴⁸

Analysen beziehen sich auf bereits entworfene technische Anlagen. Umfassende Risiko- und Sicherheitsanalysen können nur auf der Grundlage der zuvor entworfenen Technik nach schädlichen Mechanismen suchen und daraufhin Sicherheitsstrategien entwickeln. Sicherheitsbezogene Einzelaspekte müssen aber sehr wohl kontinuierlich mit behandelt werden, wie in Kapitel 1 gezeigt wurde. Insofern werden die in der Ingenieurpraxis fortlaufend getroffenen (im Idealfall reflektierten) sicherheitsbezogenen analytischen Leistungen durch die institutionalisierten Analysen nur ein zweites Mal durchdacht, zusammengefasst und systematisiert. Das Analysieren teilt sich auf in das Beschreiben des Systems (seiner Strukturen und Prozesse) und das Beschreiben möglicher Dysfunktionalitäten. Auch letztere Beschreibung ist immer werturteilsbehaftet. Wenn in der Ingenieurpraxis unumgehbar Sicherheitsurteile gefällt werden, so kann sich die Ingenieurwissenschaft, die sich in mittel- und unmittelbarer Weise auf diese Praxis bezieht, solche sicherheitsrelevanten Werturteile nicht umgehen.

Für die ingenieurwissenschaftlichen institutionalisierten Analyseverfahren bleibt festzuhalten: Unter Berücksichtigung aller Einschränkungen und unter deren Offenlegung können institutionalisierte Analyseverfahren sehr wohl eine Grundlage für Entscheidungen über technische Anlagen darstellen. Sie können hilfreich sein, nur sie dürfen nicht zur alleinigen Richtschnur werden. Institutionalisierte Analyseverfahren sind das Ergebnis einer Vielzahl subjektiver kreativer aber vor allem normativer Leistungen, die als solche verdeutlicht werden müssen.

¹¹⁴⁷ vgl. Birkhofer 1983, 35f.

¹¹⁴⁸ vgl. Banse 1996b, 50.

3 Interdisziplinäre Anregungen für gesellschaftliche Risikosteuerung

Ingenieurpraktische und ingenieurwissenschaftliche Umgangsweisen mit Risiken wurden in den beiden ersten Kapiteln jeweils mithilfe sowohl ingenieur- als auch sozialwissenschaftlicher Literatur analysiert. Auf dieser Grundlage werden im dritten Kapitel die Hintergründe für die Entwicklung eines Modells der Sicherheitsgenese erläutert, welches in der Schlussbetrachtung zusammenfassend präsentiert wird.

3.1 Disziplinärer Zusammenhang der Arbeit

Zunächst wird auf den disziplinären Zusammenhang der Arbeit eingegangen: Bezüge zu verschiedenen Wissenschaftsbereichen werden hergestellt, um daraufhin Potenziale für interdisziplinäres Lernen zu identifizieren.

3.1.1 Einordnung der Arbeit in Forschungszusammenhänge

Beiträge zum Teil höchst unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen wurden in den ersten beiden Kapiteln zur Analyse des Umgangs von Ingenieuren mit Risiken herangezogen. Oftmals handelte es sich nur um einzelne Teilauspekte dieser Literaturquellen, die auf die Fragestellung transferiert werden mussten, denn zum Umgang von Ingenieuren mit Risiken baulicher Infrastrukturanlagen liegen bisher nur sehr wenige Untersuchungen vor. Vielmehr ist diese Arbeit in einem „Niemandsland“ zwischen unterschiedlichen Forschungs- bzw. Veröffentlichungstraditionen angesiedelt. In den ersten Kapiteln wurden deshalb zur Diskussion der Fragestellung Arbeiten verschiedener Forschungsbereiche verbunden und somit gegenstandsbezogen ein interdisziplinärer Austausch angeregt.

Im Folgenden stehen die Disziplinen im Mittelpunkt, um disziplinäre Stärken und Schwächen hinsichtlich ihrer Beiträge zur Bearbeitung der Fragestellung zu identifizieren und Potenziale für interdisziplinäres Lernen aufzuzeigen. Zu den Veröffentlichungen aus ingenieur- und sozialwissenschaftlichen Forschungsbereichen, die zur Bearbeitung einzelner Themen dieser Arbeit – in qualitativ und quantitativ höchst unterschiedlichem Maß – herangezogen wurden, gehören Veröffentlichungen zum Konstruieren („Konstruktionsforschung“), Veröffentlichungen über Risiken (Risikoforschung), Veröffentlichungen über Ingenieure („Ingenieurforschung“¹¹⁴⁹) und Veröffentlichungen über Technik (Technikforschung). In allen Bereichen liegen jeweils sowohl ingenieurwissenschaftliche als auch sozialwissenschaftliche Arbeiten vor. Die Arbeiten aus beiden Wissenschaftskulturen (also Natur-/ Technik-/ Ingenieurwissenschaften und Geistes-/ Sozial-/ Literaturwissenschaften bzw. Literatur)¹¹⁵⁰ unterscheiden sich zum Teil

¹¹⁴⁹ Ingenieurforschung und Konstruktionsforschung sind bei der ersten Nennung im Text in Anführungszeichen gesetzt, weil die Bezeichnungen nicht etabliert sind. Bezeichnungen von Teilbereichen dieser Forschungsbereiche, wie beispielsweise Konstruktionswissenschaft, sind hingegen etabliert.

¹¹⁵⁰ Zur Klarheit der Darstellung wird hier auf eine Spezifizierung verschiedener Ansätze, die jeweils verschiedene Wissenschaftskulturen als „Gegenpole“ benennen, verzichtet.

stark in ihren inhaltlichen Schwerpunkten. Insofern wird durch die Rezeption dieser Literaturquellen auch die Debatte um die zwei¹¹⁵¹ Kulturen, die vom britischen Physiker und Literaten Charles Percy Snow angestoßen wurde, berührt. Snow zeigte auf, wie sich unterschiedliche Wissenschaftskulturen (seine Ausgangsbasis bildeten die Bereiche Literatur und Physik) nicht nur durch Spezialisierung, sondern auch in Bezug auf den jeweils anderen Bereich durch Überheblichkeit, Ignoranz oder Abwertung kennzeichnen. Die Spezialisierung auf beiden Seiten, die in ihren Ausprägungen als unterschiedliche Rationalitäts-/ Vernunftsformen der Moderne aufgefasst werden könnten,¹¹⁵² würden unterschwellige oder sogar offene Feindseligkeit erzeugen. Mittlerweile wurde die These von der Gegensätzlichkeit der Wissenschaftskulturen derart verschärft diskutiert, dass insbesondere im Zusammenhang mit der Diskussion um sozialkonstruktivistische Thesen von „Science Wars“ die Rede war: „Manche Beobachter sehen in den ‚Science Wars‘ ein Wiederaufleben der Debatte um die ‚zwei Kulturen‘.“¹¹⁵³ Seit Snows These weltweit diskutiert wurde, wird auch nach Mechanismen zur Überwindung der Gegensätze in den zwei Kulturen gesucht. Grundsätzlich wird von einer partiellen Überwindbarkeit oder zumindest einer Integration beispielsweise im Rahmen des Konzeptes einer „Doppelvernunft“¹¹⁵⁴ ausgegangen. Der Begriff der „Wissenschaftskultur“ wird in dieser Arbeit in einem solchen auf Verständigung und gegenseitige Anerkennung ausgerichteten Sinn verstanden.

Die Forschungsbereiche innerhalb der Wissenschaftskulturen und zwischen den Wissenschaftskulturen sind nicht trennscharf. Schwierig ist zudem die Zuordnung von konkreten Arbeiten zu einzelnen Forschungsbereichen. Auch Selbstzuordnungen der Autoren können nur eine erste Orientierung bieten, da sich die jeweils zu Grunde gelegten, zumeist impliziten, Zuordnungsschemata stark unterscheiden. Ohnehin ordnen die meisten Autoren ihre eigenen Arbeiten nicht ausdrücklich einem Forschungsbereich zu.

Damit die Nennung der einzelnen Forschungsbereiche nicht im Ungefahren bleibt, wird im Folgenden für jeden Forschungsbereich jeweils *ein* einschlägiger Titel genannt. Dabei wurden vorzugsweise solche Werke gewählt, bei denen die Zugehörigkeit zu einem Forschungsbereich schon aus dem Titel hervorgeht. Natürlich gibt es eine Vielzahl von einschlägigen Veröffentlichungen eines Forschungsbereichs, die nicht die Bezeichnung des jeweiligen Forschungsbereichs im Titel führen.

Sozialwissenschaften:

- Risikoforschung (Risikosoziologie¹¹⁵⁵, Risikopsychologie¹¹⁵⁶, Risikopolitik¹¹⁵⁷, Risikophilosophie¹¹⁵⁸, Risikokommunikation¹¹⁵⁹),

¹¹⁵¹ Teilweise wird auch von den „drei Kulturen“ gesprochen, da zu den ursprünglich von Snow beschriebenen Kulturen Literatur und Naturwissenschaften die Soziologie hinzukomme (vgl. Lepenies 1988, IX).

¹¹⁵² vgl. Spinner 1989.

¹¹⁵³ http://www.datadiwan.de/magazin/index.htm?/magazin/dz0112d_.htm (26.07.2003).

¹¹⁵⁴ vgl. Spinner 1989.

¹¹⁵⁵ z.B. Luhmann 1991: „Soziologie des Risikos“.

¹¹⁵⁶ z.B. Böhm/ Henning 1997: „Strategien psychologischer Risikoforschung“.

¹¹⁵⁷ z.B. Münch 1996: „Risikopolitik“.

¹¹⁵⁸ z.B. Birnbacher 1996: „Sicherheit und Risiko – philosophische Reflexionen“.

- Ingenieurforschung (Ingenieursoziologie¹¹⁶⁰, Ingenieurpsychologie¹¹⁶¹, Ingenieur-ethik¹¹⁶²),
- Konstruktionsforschung (Konstruktionssoziologie¹¹⁶³, Konstruktionspsychologie¹¹⁶⁴) und
- Technikforschung (Techniksoziologie¹¹⁶⁵, Industriesoziologie¹¹⁶⁶, Technikpsychologie¹¹⁶⁷, Technikphilosophie¹¹⁶⁸, Technikethik¹¹⁶⁹, Technikpolitik¹¹⁷⁰).

Ingenieurwissenschaften:

- Risikoforschung (Sicherheitswissenschaft¹¹⁷¹, diverse fachspezifische Forschung),
- Ingenieurforschung (Ingenieurethik¹¹⁷²),
- Konstruktionsforschung (Konstruktionswissenschaft¹¹⁷³, CAD-Forschung¹¹⁷⁴, diverse fachspezifische Forschung) und
- Technikforschung (Allgemeine Technologie¹¹⁷⁵, umfangreiche fachspezifische Forschung¹¹⁷⁶).

Bei manchen der aufgeführten Forschungsbereiche handelt es sich um „echte“ Teildisziplinen. Andere sind nur wenig etabliert und stellen daher streng genommen keinen eigenständigen Forschungsbereich dar. Zur Vereinfachung der Beschreibung der für die Fragestellung einschlägigen Veröffentlichungen wird hier – losgelöst vom Stand der tatsächlichen Etablierung –

¹¹⁵⁹ z.B. Compare 1995: „Risikokommunikation als Machtproblem“.

¹¹⁶⁰ z.B. Ekardt 1995: „Berufsfeld Bauingenieure. Ingenieursoziologische Einführung und Handreichung zur Ingenieurbefragung; Umdruck zur Lehrveranstaltung Soziale und ökonomische Bedingungen der Ingenieurarbeit im Bauwesen“. Bis 1999 gab es an der Universität Kassel am Fachbereich Bauingenieurwesen das Fachgebiet „Ingenieursoziologie“, an dem auch die Verfasserin beschäftigt war. <http://www.uni-kassel.de/fb14/ingsoziologie/fginfo.html> (17.09.2002).

¹¹⁶¹ z.B. Hoyos/ Zimolong 1990: „Ingenieurpsychologie“.

¹¹⁶² z.B. Vogelsang 1998: „Ingenieurethik“.

¹¹⁶³ z.B. Glock 1997: „Zur Soziologie des Konstruierens“.

¹¹⁶⁴ z.B. Görner 1994: „Zur psychologischen Analyse von Konstrukteur- und Entwurfstätigkeiten“.

¹¹⁶⁵ z.B. Rammert 1994a: „Techniksoziologie“.

¹¹⁶⁶ z.B. Beckenbach 1991: „Industriesoziologie“.

¹¹⁶⁷ z.B. Hexel: Seminar zur „Technikpsychologie“ <http://info.tuwien.ac.at/itg/vortragende.html> (24.09.2002).

¹¹⁶⁸ z.B. Rapp 1990: „Technik und Philosophie“.

¹¹⁶⁹ z.B. Hubig 1996: „Nachhaltigkeit als Problem angewandter Technikethik“.

¹¹⁷⁰ z.B. Martinsen/ Simonis 1995: „Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik?“

¹¹⁷¹ z.B. Kuhlmann 1995: „Einführung in die Sicherheitswissenschaft“.

¹¹⁷² z.B. Detzer 1994: „Dimensionen der Ingenieurverantwortung“.

¹¹⁷³ z.B. Pahl/ Beitz 1997: „Konstruktionslehre“.

¹¹⁷⁴ z.B. Koob 2001: „CAD-Praxis im Bauwesen“.

¹¹⁷⁵ z.B. Wolffgramm 1978: „Allgemeine Technologie“.

¹¹⁷⁶ Es handelt sich hierbei um den Großteil aller ingenieurwissenschaftlichen Veröffentlichungen.

von Forschungsbereichen gesprochen. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Forschungsfeldern, wie beispielsweise die Professionsforschung¹¹⁷⁷ oder Technikfolgenabschätzung¹¹⁷⁸ die „quer“ zu den disziplinären Forschungsbereichen liegen.

Aufgrund der Fülle des potenziellen Materials, die die obige Aufzählung verdeutlicht, ergibt sich die Notwendigkeit zur Auswahl: Aus den einschlägigen sozial- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungsbereichen wurden diejenigen Beiträge ausgewählt, die zur Behandlung der Fragestellung nutzbar gemacht werden können, wodurch der Umfang der Darstellung der Forschungsbereiche stark variiert.

Außerdem kann durch die Beschäftigung mit Normen zum Teil auf Ergebnisse der Rechtssoziologie,¹¹⁷⁹ insbesondere der Rechtstatsachenforschung¹¹⁸⁰ zurückgegriffen werden. Auch originär rechtswissenschaftliche Quellen, v.a. des Umwelt- und Technikrechts¹¹⁸¹, bzw. speziell einer akademischen Diskussion um das Risikorecht¹¹⁸², können herangezogen werden. Der Forschungsbereich Rechtsforschung fällt aus der obigen Auflistung insofern heraus, da er nicht in eine sozial- und eine ingenieurwissenschaftliche Forschungsrichtung aufgeteilt werden kann.

Schließlich sind diverse Wissenschaftsbereiche, z.B. Wirtschaftspsychologie¹¹⁸³, Umweltpsychologie¹¹⁸⁴ oder Technikgeschichte¹¹⁸⁵, zu nennen, aus deren Themenfeld vereinzelt Beiträge für die Untersuchung der Fragestellung von Interesse waren. Der Umfang der Rezeption rechtfertigt jedoch nicht eine eigenständige Behandlung dieser Forschungsbereiche. Es folgt die angesprochene Beschreibung der herangezogenen Literatur aus den Bereichen Risiko-, Ingenieur-, Technik- und Konstruktionsforschung sowohl sozial- als auch ingenieurwissenschaftlicher Provenienz.

3.1.1.1 Risikoforschung

Zwischen sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Risikoforschung bestehen eine Vielzahl von Verknüpfungsmöglichkeiten und auch schon tatsächlich vorhandene Verknüpfungen, die aus der folgenden Analyse der Einzelbereiche deutlich werden.

¹¹⁷⁷ z.B. Daheim 1992: „Zum Stand der Professionssoziologie“.

¹¹⁷⁸ z.B. Petermann/ Coenen 1999: „Technikfolgen-Abschätzung in Deutschland“.

¹¹⁷⁹ z.B. Raiser 1987: „Rechtssoziologie“.

¹¹⁸⁰ z.B. Nußbaum 1968 (Erstveröffentlichung 1914): „Die Rechtstatsachenforschung“.

¹¹⁸¹ z.B. Breuer/ Kloepfer/ Marburger/ Schröder 1988: „Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts“.

¹¹⁸² z.B. Seiler 1996: „Aktuelle Tendenzen des Risikorechts“.

¹¹⁸³ z.B. Kirchler 1999: „Wirtschaftspsychologie“.

¹¹⁸⁴ z.B. Stengel/ Wüstner 1997: „Umweltpsychologie“.

¹¹⁸⁵ z.B. Radkau 1989.

3.1.1.1.1 Sozialwissenschaftliche Risikoforschung

Die sozialwissenschaftliche Risikoforschung¹¹⁸⁶ ist eine noch relativ junge Disziplin,¹¹⁸⁷ auch wenn die Sozialwissenschaft das Risikothema durchaus schon früher für sich hätte entdecken können: Einige Disziplinen „wie z.B. die Mathematik oder ingenieurwissenschaftliche Disziplinen, befassen sich schon seit geraumer Zeit mit dieser spezifischen Form von Unbestimmtheit, für andere, z.B. die Soziologie oder die Politikwissenschaft, sind technische Risiken (oder Risiken generell) erst seit kurzem zum Forschungsfeld geworden.“¹¹⁸⁸ Die sozialwissenschaftliche Risikoforschung entwickelte sich aus der sozialwissenschaftlichen Technikforschung¹¹⁸⁹ und bekam ihre Initialimpulse insbesondere aufgrund der Debatte um die Atomtechnik,¹¹⁹⁰ an der beispielhaft die Auswirkungen qualitativ neuer technischer Risiken auf die gesellschaftlichen Strukturen und Prozesse gezeigt werden können. Nicht mehr der mit einer Technik verbundene Nutzen, sondern ihr potenzieller Schaden standen im Mittelpunkt der Betrachtung, denn „bei der Atomtechnik wurde zum ersten Mal die Akzeptanz gegenüber einer modernen Technologie in ernst zunehmendem Ausmaß aufgekündigt.“¹¹⁹¹ Die durch die Auseinandersetzung mit atomtechnischen Risiken angeregten Überlegungen und Forschungsbemühungen wurden schon bald auf andere Technikbereiche übertragen.¹¹⁹² Auch die heutige sozialwissenschaftliche Risikoforschung ist, zumeist implizit, durch die Bezugnahme auf die Atomtechnik geprägt, auch wenn andere Technikbereiche, v.a. Gentechnik und Informations- und Kommunikationstechnik, zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Es entwickelten sich darüber hinaus verschiedene Themenfelder sozialwissenschaftlicher Risikoforschung, wobei die Risikowahrnehmung und Risikoakzeptanz, insbesondere hinsichtlich ihrer Unterschiede bei bestimmten Risikogruppen (z.B. Experten und Laien), einen zentralen Bezugspunkt der Forschung darstellten und darstellen.

Konjunkturen der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung

In der Literatur wird – zumeist mit kritischem Unterton – von „Konjunkturen“ der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung gesprochen. Hierzu zwei anschauliche Belege von Auffassungen, die beide – was zur Einordnung der Zitate von Bedeutung ist – um 1990 verfasst wurden: „Die Komplementärtänen ‚Risiko‘ und ‚Sicherheit‘ beschäftigen gegenwärtig zuständige Wissenschaften mit rasch wachsender Intensität. Die Menge der Titel fachlicher wie außerfachlicher Literatur schwollt an und demonstriert die Aktualität der genannten Themen. Hochschulen widmen ihnen interdisziplinäre Vorlesungsreihen. Sogar zur Gelegenheit herausragender Universitätsjubiläen gilt es als passend, Symposien zu modernitätsspezifischen Un-

¹¹⁸⁶ Die Ansätze, die sich selbst der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung und die, die sich selbst der Risikosoziologie zuordnen, werden hier gemeinsam behandelt. Die Risikosoziologie ist der größte Teil der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung, zudem werden von ihr Arbeiten anderer Teilbereiche, insbesondere der psychologischen und politischen Risikoforschung, oftmals integriert.

¹¹⁸⁷ vgl. Banse 1996b, 61; Bonß 1991, 258.

¹¹⁸⁸ Banse 1996b, 61.

¹¹⁸⁹ vgl. Tschiedel 1995, 303.

¹¹⁹⁰ vgl. Kollert 1997, 25; Jungermann/ Slovic 1997, 181.

¹¹⁹¹ Bechmann/ Wolf 1993, 12.

¹¹⁹² vgl. Krohn/ Krücken 1993, 25.

sicherheitserfahrungen auf den Veranstaltungskalender zu setzen. Großforschungseinrichtungen und ihre Arbeitsgemeinschaften beschäftigen sich mit einschlägigen Fragen schon aus Betroffenheitsgründen. Für Industrien und ihre Verbände einschließlich zugeordneter Berufsgenossenschaften gilt das ohnehin.“¹¹⁹³ Oder: „Die Risikoforschung ist ein ebenso junges wie expandierendes Feld. (...) Die Rede vom Risiko hat längst Eingang in ganz andere Forschungszusammenhänge gefunden. So gibt es in der Medizin die ‚Risikofaktorenmedizin‘, in der Psychologie wird über ‚Risikoängste‘, ‚Risikopersönlichkeiten‘ und ‚Risikokinder‘ geforscht. Ökonomie und Betriebswirtschaftslehre wiederum beschäftigen sich mit ‚Risiko und Risikopolitik‘, und die Juristen schließlich debattieren über ‚Irrtum und Risiko‘ und juristische Behandlung von ‚Gefahr – Risiko – Restrisiko‘.“¹¹⁹⁴ Der Zenit der Risikoforschung war, als diese Texte veröffentlicht wurden, eigentlich schon überschritten. Die „Hoch-Konjunktur“ der Risikoforschung kann wohl in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre verortet werden. So war 1986 ein markantes Jahr für die Risikoforschung: „In der Bundesrepublik Deutschland wurden ökologische Probleme in breitem Umfang etwa zur selben Zeit in Politik und Soziologie entdeckt. Das Jahr 1986 markiert die ökologische Wende: in diesem Jahr machten die Massenmedien auf das antarktische Ozonloch aufmerksam, es explodierte der Reaktor von Tschernobyl, es gab eine große Umweltkatastrophe am Rhein, das Umweltministerium wurde gegründet, Beck veröffentlichte seine *Risikogesellschaft* und Luhmann die *Ökologische Kommunikation*.“¹¹⁹⁵ Mittlerweile ist das Risikothema weniger prominent, obwohl es durch Forschungen zur Gentechnik und IuK-Technik durchaus neue Impulse erfahren hat.

Risikosteigerung in der Gesamtbilanz?

Die Suche nach den Gründen für die Konjunkturen der Risikoforschung berührt eine zentrale Grundfrage der Risikoforschung: Entspringt die zunehmende gesellschaftliche (und damit auch die sozialwissenschaftliche) Beschäftigung mit Risiken ausschließlich einer gesteigerten Risikowahrnehmung (respektive einem gewachsenen Bedürfnis nach Sicherheit), oder haben sich tatsächlich die „objektiven“ Gegebenheiten gewandelt? Es geht also um die Frage, ob die Welt heute risikoreicher geworden ist¹¹⁹⁶ oder ob sie – aus welchen Gründen auch immer – nur als risikoreicher eingeschätzt wird. Ulrich Beck vertritt die These von einer *Zunahme realer Risiken* in der Industriegesellschaft,¹¹⁹⁷ wohingegen Niklas Luhmann von der Zunahme der Risikowahrnehmung, des Risikobewusstseins aufgrund von *gestiegener sozialer Sensibilität* spricht:¹¹⁹⁸ Nach letzterer Auffassung könnte das Risikobewusstsein „steigen, auch wenn die technologische Entwicklung selbst relativ ungefährlich wäre oder sogar die reale Gefährdung

¹¹⁹³ Lübbe 1989, 15.

¹¹⁹⁴ Bonß 1991, 258.

¹¹⁹⁵ Grundmann 1999a, 44 – Hervorhebungen im Original.

¹¹⁹⁶ vgl. Krohn/ Krücken 1993, 9.

¹¹⁹⁷ Erschwert werden Aussagen über die Risikozunahme durch mögliche gegenläufige Tendenzen. So spricht Ortwin Renn davon, dass in modernen Gesellschaften das Gefährdungs-/ Katastrophenpotenzial zugenommen habe, wobei gleichzeitig die Eintrittswahrscheinlichkeiten gesunken seien. Aufgrund dieser gegenläufigen Entwicklungen sei es schwierig, eine Veränderung der Gesamtrisikobilanz festzustellen. Auch wird von generellen Entwicklung hin zu einer „Ausweitung des Katastrophenpotenzials bei Verringerung des Individualrisikos“ (WBGU 1999, 30) gesprochen, jedoch ebenfalls keine Aussage zur Gesamtrisikobilanz getroffen.

¹¹⁹⁸ vgl. Wiedemann/ Rohrmann/ Jungermann 1991, 1.

¹¹⁹⁹ vgl. Luhmann 1990.

verringerte.“¹²⁰⁰ Diese erheblichen Differenzen in der Darstellung der Risikoproblematik korrespondieren mit dem Selbstverständnis der entsprechenden Sozialwissenschaftler (Soziologen), wonach Beck einer engagierten, Luhmann einer distanzierten Position zugeordnet werden könnte, die sich jedoch zu einer stärkeren Anerkennung ökologischer Probleme gewandelt hat.¹²⁰¹

Die Frage der Zunahme realer Risiken versus Zunahme sozialer Sensibilität wirft verschiedene sozialkonstruktivistische Debatten neu auf und es finden sich eine Reihe von Ansätzen, die zu ihrer Behandlung fruchtbar zu machen sind. Die Zunahme der Thematisierung von Risiken ist etwa nach dem Gouvernmentalität-Ansatz¹²⁰² nicht darauf zurückzuführen, dass Risiken objektiv existieren und aufgrund der Ausbreitung technologischer Großgefahren zugenommen haben. Vielmehr basiert der Risikobegriff auf einem im 19. Jahrhundert entstandenen Gesellschaftsverständnis, das auf einen bestimmten Rationalitätstypus verweist und „eine der großen geistigen Erfahrungen des Okzidents“¹²⁰³ widerspiegelt. Durch die Bezugnahme auf den Risikobegriff verlagert sich die Zukunft bewusstseinsbezogen in die Gegenwart vor. Sie wird mithilfe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung als kalkulierbar dargestellt, wodurch neue Interventions- und Einflussmöglichkeiten auf „Schicksalsschläge“ erschlossen werden und die Zukunft nun zunehmend als beherrsch- und beeinflussbar erscheint.¹²⁰⁴ Aufbauend auf Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung entwickelt sich die *Technologie des Risikos*¹²⁰⁵ als eine neue Form der politischen Steuerung. Diese ist verbunden mit einem „Wahrheitsprogramm“, welches als bestimmte Repräsentation sowohl für praktische als auch kognitive Konstruktionen von Mensch-Natur- Technik- und Gesellschaftsbeziehungen dient¹²⁰⁶.

1200 Wiedemann/ Rohrmann/ Jungermann 1991, 2.

1201 vgl. Grundmann 1999a, 45.

1202 In seinen Untersuchungen zur „Gouvernementalität“ hat Foucault den Begriff des Regierens mit dem der Denkweise gekoppelt, um so die sozialen Beziehungen der Menschen mit dem Fokus der „Menschenführung“ genauer beschreiben zu können. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei das Beziehungsgefüge Macht und Subjektivität, Herrschaftstechniken sowie „Technologien des Selbst“. Durch diese begrifflichen Raster können die ansonsten getrennt erscheinenden Bereiche Politik, Ökonomie und Soziales in ihrem Beziehungsgefücht beschrieben werden. Die Gouvernementalität bildet ein analytisches Raster, mit dessen Hilfe die Schnittstelle zwischen Machtstrategien und Subjektivität beschrieben werden kann. Dabei geht es um die Frage, durch welche Machttechnologien welche Handlungsoptionen gefördert oder gebremst werden. Gemeinsamer Ausgangspunkt gegenwärtiger Studien zur Gouvernementalität sind die neoliberalen Regierungsformen, die eine „Ökonomisierung des Sozialen“ anstreben. Dem liegt das Leitbild des eigenverantwortlichen und autonomen Menschen zugrunde, wobei in der Aufforderung zur Eigenverantwortlichkeit der Zwang besteht, sein Leben an betriebswirtschaftlichen Effizienzkriterien auszurichten (vgl. Foucault 2000, 41ff.; Lemke/ Krasmann/ Bröckling 2000, 7ff.).

1203 vgl. Ewald 1993, 10.

1204 vgl. Rose 2000, 95.

1205 Man begann die Technologie des Risikos im 19. Jahrhundert „als allgemeine Matrix zur Formulierung sozialer Probleme einzusetzen und dieser einer modernen institutionellen Lösung zuzuführen – den *Ver sicherungen*. Der enorme Erfolg dieser Technologie ist nach wie vor unwidersprochen.“ Ewald 1993, 173 – Hervorhebung im Original.

1206 vgl. Lemke 2000, 229.

Diese Art des Denkens steht in einem engen Zusammenhang mit Max Webers Konzept des okzidentalnen Rationalismus. Danach lässt sich die Entstehung moderner Gesellschaft als ein Prozess beschreiben, in dem neuzeitliche Formen der Rationalität entstanden sind. Gemeint ist ein Umgang mit Objekten auf der Basis eines ausgeprägten Zweck-/Mittel-Denkens, welches mit den Prinzipien der Rechenhaftigkeit und der Systematik ordnend in die Welt eingreift und damit alte Orientierungen überwindet.¹²⁰⁷ Dieser spezifische Rationalitätstypus war auch die Geburtsstunde des Risikobegriffs, da „die Welt erstmals als eine durch menschliches Handeln veränderbare begriffen wurde, in der Strukturen bewusst zur Disposition gestellt werden konnten (...) um einer Chance willen.“¹²⁰⁸ Demnach stellt der Risikobegriff ein Rationalitätskonzept und damit auch einen spezifischen Handlungstypus dar, mit dessen Hilfe das Versprechen oder der Glaube verbunden ist, individuelle und gesellschaftliche Risiken kontrollieren zu können. Dabei gründet sich das dem Risikobegriff zugrundeliegende Rationalitätskonzept durch Zweckrationalität, zeitliche Linearitätsannahmen sowie Kausalitätsdenken auf dem Weltbild der Moderne.¹²⁰⁹ Durch die Risikoterminologie kommt es auch zu „Neutralisierung der Werte“ und damit zu einer Distanzierung von religiösen oder moralischen Beurteilungen zur Welt, da es „moralisch gesehen weder Gut noch Böse“ gibt, sondern „materiell gesehen lediglich Risiken.“¹²¹⁰

Das Besondere an der Sichtweise im Sinne der Gouvermentalität ist es, dass Risiken *nicht gegenstandsbezogen* definiert werden, sondern Ausdruck einer Denkweise sind: Die Konstitution und Bewältigung von Risiken stehen in einem unmittelbaren Zusammenhang, der auf einen neuen Rationalitätstypus verweist; dieser Rationalitätstypus besteht in der Durchsetzung des Wahrscheinlichkeitskalküls, seine soziale Verankerung findet er in der Institution der Versicherung; dies hat ein neuartiges Wirklichkeitsverständnis zur Folge und bewirkt die Ausdehnung gesellschaftlicher Handlungspotenziale.¹²¹¹ Die Zunahme der Thematisierung von Risiken ist demnach Ausdruck einer „Risiko-Rationalität, die zum Ziel hat, die Gesellschaft unter dem Aspekt technischer und sozialer Sicherheiten und Garantien regierbar zu machen. Risiken existieren demnach nicht jenseits sozialer Definitionsprozesse im Sinne eines objektiven Risikorealismus, sondern sind das Resultat einer durch soziale Institutionen erzeugten Wirklichkeit: „Risiken folgen also nicht unmittelbar aus der industriell-gesellschaftlichen Realität, sondern sie repräsentieren eine Form des Denkens der Realität – mit dem Ziel, sie regierbar zu machen. Auf der Grundlage dieser Risiko-Rationalität lassen sich mögliche Subjekte von Interventionen bestimmen und Gegenstände wie Grenzen legitimen Handelns festlegen.“¹²¹² Die Gouvermentalitätsstudien richten sich damit gegen einen sozialwissenschaftlichen Realismus, der die Gültigkeit von Argumenten in den Mittelpunkt stellt. Stattdessen wird die Art und Weise, wie Argumente und damit „Wahrheiten“ sozial konstruiert werden und als „Wirklichkeitsprogramm“ funktionieren, identifiziert. Die politischen, ökonomischen und sozialen Konsequenzen dieser Konstruktionen und die durch sie hervorgebrachten Wahrnehmungs- und Beurteilungsstrategien werden so thematisiert.¹²¹³

1207 vgl. Weber 1947, 12.

1208 Evers/ Nowotny 1987, 35.

1209 vgl. Kleinwellfonder 1996, 139f.

1210 Ewald 1993, 269f.

1211 vgl. Krücken 1997, 34.

1212 Lemke/ Krasmann/ Bröckling 2000, 22.

1213 vgl. Lemke 2000, 229ff.

Die zunehmende Thematisierung von Risiken und die damit einhergehende Intensivierung der Risikoforschung kann jedoch nicht nur als Ergebnis sich verändernder und neuer Bedrohungslagen¹²¹⁴ oder als veränderte Risikowahrnehmung¹²¹⁵ aufgefasst werden, sondern auch auf eine Kombination dieser beiden Mechanismen¹²¹⁶ zurückgeführt werden. Diese sowohl-als-auch-These wird wiederum als theoretisch ungenügend kritisiert.¹²¹⁷ Diese Kritik vernachlässigt, dass das „sowohl-als-auch“, also ein Prozess zweier unterschiedlicher, sich gegenseitig bestärkender Entwicklungen, zwar theoretisch für den einen oder anderen Soziologen unbefriedigend sein mag, aber deshalb logisch nicht ausgeschlossen ist. Es ist sogar zunächst einmal davon auszugehen, dass die gesteigerte Wahrnehmung mit gesteigerten Risiken in einem Zusammenhang steht. Dies ist auch unter Bezugnahme auf den Entscheidungsbegriff zu erklären: Wenn faktisch die Anzahl bewusster Entscheidungen schon allein aufgrund des Wissenszuwachses steigt, so bleibt dies nicht ohne Auswirkungen auf das Risikobewusstsein.

Es ist zu diskutieren, ob die Frage nach der Zunahme von Risiken überhaupt richtig gestellt ist, denn die gestiegene Thematisierung des Risikothemas darf nicht nur im Hinblick auf eine (vermeintlich) veränderte Quantität von Risiken, sondern muss auch im Hinblick auf eine neue Qualität von Risiken betrachtet werden. Wenn generell hinsichtlich der Veränderung der Quantität von Risiken Uneinigkeit herrscht, so besteht hinsichtlich der Veränderung der Qualität von Risiken ein breiter Konsens. Diese neue Risikoqualität, die fraglos mit dem Katastrophenpotenzial auch *einen* quantitativen Aspekt hat, ist entscheidend für die zunehmende Thematisierung von Risiken.

Selbst- und fremdgestellte Aufgaben der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung

Der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung werden – abgesehen von der jeden Forschungsbereich bestimmenden genuin wissenschaftlichen Erkenntnisorientierung – erstens Politikberatung und zweitens Akzeptanzbeschaffung als Aufgabenbereiche zugeschrieben, wobei beides insofern miteinander verbunden sind, als die Politik oftmals im Hinblick darauf beraten werden möchte, wie die Akzeptanz von bestimmten Risiken v.a. in der Bevölkerung erhöht werden kann. Die Aufgabe der Politikberatung wird übrigens auch von Vertretern der ingenieurwissenschaftlichen Risikoforschung (oder allgemeiner: von Vertretern mit nicht-sozialwissenschaftlichem Hintergrund) hervorgehoben. Als „Beraterin politischer Entscheidungsträger“¹²¹⁸ solle sich die Risikoforschung verstehen. Implizit oder explizit¹²¹⁹ könne die „wissenschaftliche Politikberatung als eine gesellschaftliche Funktion der Risikoforschung“¹²²⁰ verstanden werden. Die von der Risikoforschung „verlangte Orientierungshilfe in technologiepolitischen Entscheidungen integriert sie zunehmend im Begründungs- und Legitimationssystem der Politik.“¹²²¹

¹²¹⁴ vgl. Beck 1986.

¹²¹⁵ vgl. Douglas/ Wildavsky, 1982.

¹²¹⁶ vgl. Giddens 1990.

¹²¹⁷ vgl. Krohn/ Krücken 1993, 9.

¹²¹⁸ Cogoy 1984, 145.

¹²¹⁹ vgl. Conrad 1983, 3.

¹²²⁰ Frederichs 1983, 122.

¹²²¹ Cogoy 1984, 146.

Auch die Ingenieurpraxis im Infrastrukturbau ist in vielfacher Weise mit politischen Entscheidungen verbunden. Neben der Durchführung von Baumaßnahmen und dem Betrieb bautechnischer Infrastrukturanlagen kann daher der bautechnischen Politikberatung ein nicht unerheblicher Anteil zukommen.¹²²² Während in der ingenieurwissenschaftlichen Risikoforschung Politikberatung mit dem Ziel der Akzeptanzbeschaffung durchweg positiv gewertet wird, zeigen sich Teile der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung skeptischer. Sie wollen Sozialwissenschaft nicht als „Sozialtechnik“ missverstanden sehen und sind auch ein wenig stolz darauf, dass das an die sozialwissenschaftliche Risikoforschung herangetragene Ziel der Akzeptanzbeschaffung häufig zurückgewiesen worden sei.¹²²³

Sozialwissenschaftliche Forschung stellt ganz überwiegend Risiken in den Mittelpunkt der Betrachtung. Ein Indiz für die Marginalisierung von Sicherheit mag die Tatsache sein, dass es seit der Veröffentlichung einer über 30 Jahre alten sozialwissenschaftlichen Monographie von Kaufmann¹²²⁴ zum Sicherheitsbegriff bis heute keine umfassende sozialwissenschaftliche Arbeit hierzu vorliegt. Außerdem beschäftigte sich Kaufmanns nicht nur mit technischer Sicherheit, sondern auch und *vor allem* mit der sozialen Sicherheit, der Absicherung des Individuums durch Sozialversicherungssysteme. Generell ist jedoch die – oftmals vorgenommene – gemeinsame Behandlung von sozialen und technischen Risiken, wie sie auch von Ulrich Beck vorgenommen wird, mit einer Reihe von Problemen belastet, weil die Gegenstandsbereiche keineswegs aufeinander übertragbar sind.

3.1.1.2 Ingenieurwissenschaftliche Risikoforschung

Die Wurzeln der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung liegen, auch wenn diese sich dessen größtenteils nicht bewusst ist, im ingenieurtechnischen Bereich.¹²²⁵ Ingenieure befassen sich schon seit der Industrialisierung mit Risiken – allerdings kaum unter dem selbstgewählten „Label“ Risikoforschung: „Im Zusammenhang mit der Sicherheit und Zuverlässigkeit technischer Systeme entwickelte sich im Bereich des technischen Wissens ab Mitte des 19. Jahrhunderts eine Risiko- und Sicherheitsforschung, vor allem vor dem Hintergrund gravierender Havarien und technischer Katastrophen, die als ‚manmade‘-Gefährdungen erkannt wurden.“¹²²⁶ Ging es zu Beginn nur um eine systemisierte Speicherung und Weitergabe von Erfahrung, so gewann zunehmend die Forschung an Bedeutung, in deren Zuge es angestrebt wurde, „Risiken zu identifizieren, das aus ihnen abgeleitete Risiko zu quantifizieren und Maßnahmen zu seiner Minderung zu entwickeln und zu verwirklichen.“¹²²⁷ Als Reaktion auf technische Katastrophen, insbesondere Dampfkesselexplosionen im 19. Jahrhundert,¹²²⁸ entwickelte sich die Sicherheitstechnik, die heute ein wichtiger Bestandteil der Sicherheitswissenschaft ist.¹²²⁹

¹²²² vgl. Ekardt 1997a, 28.

¹²²³ vgl. Krohn/ Krücken 1993, 25.

¹²²⁴ vgl. Kaufmann 1970.

¹²²⁵ vgl. Krücken/ Weyer 1999, 227.

¹²²⁶ Banse 1996b, 30.

¹²²⁷ Hauptmanns/ Herttrich/ Werner 1987, 1.

¹²²⁸ vgl. Banse 1996b, 30.

¹²²⁹ Die Dampfkesselexplosionen waren im Übrigen auch der Hintergrund für die Erarbeitung der ersten sicherheitsrelevanten technischen Normen (vgl. Zubke-von Thünen 1999, 231ff.).

Dieser, in der Literatur üblichen, Darstellung sind „vergessene“, noch frühere Wurzeln hinzuzufügen: Die gesamte Bautechnik mit ihren mathematisch-physikalischen Instrumentarien der Standsicherheitsanalyse ist der Sache nach auch als Sicherheitstechnik aufzufassen und als solche mindestens seit 1800 kanonisiert.

Die Sicherheitstechnik ist der wichtigste Teilbereich der umfassenderen Sicherheitswissenschaft.¹²³⁰ Die Sicherheitswissenschaft hat es sich zur Aufgabe gemacht, interdisziplinär sowohl zwischen einzelnen Ingenieurdisziplinen, als auch zwischen humanwissenschaftlichen Disziplinen und technikwissenschaftlichen Disziplinen zu vermitteln.¹²³¹ Zur Entwicklung eines gemeinsamen – transdisziplinären – Bezugssystems für Sicherheitsbetrachtungen bedarf es auch einheitlicher Definitionen. „In der endgültigen Festlegung ihres eigenen Begriffssystems liegt eine wichtige Aufgabe der Sicherheitswissenschaft.“¹²³² Schaden und Wahrscheinlichkeit¹²³³ werden als die „Stammbegriffe“ der Sicherheitswissenschaft bezeichnet und Gefahr, Gefährdung, Sicherheit und Risiko als von diesen Stammbegriffen abgeleitete Begriffe. Die Sicherheitswissenschaft stellt den Risikobegriff stark in den Vordergrund, weshalb sie in „Risikowissenschaft“ umbenannt werden könnte: In einem Einführungsbuch in die Sicherheitswissenschaft wird „Sicherheit“ nur mit einem einzigen Satz erwähnt, als „das Maß an Gewissheit, dass die möglichen Schäden nicht auftreten.“¹²³⁴ Diese Marginalisierung des Sicherheitsbegriffs trifft auf andere Bereiche, wie den konstruktiven Ingenieurbau, nicht zu. Zentrale Gegenstände des ingenieurwissenschaftlichen Bemühens sind dort beispielsweise die neue „Sicherheitstheorie“ bzw. die neue „Sicherheitskonzeption“ und der „Standsicherheitsnachweis“.

Ein wesentliches Ziel der Sicherheitswissenschaft ist – wie in Kapitel 2 ausführlich beschrieben – die *Quantifizierung von Risiken* und darüber hinausgehend die *Bereitstellung eines allgemeingültigen Risikokriteriums*,¹²³⁵ als Maßstab für die Einordnung und Beurteilung der quantifizierten Risiken. Die Quantifizierung der Risiken wird – nach vorheriger Bestimmung möglicher Schadensszenarien v.a. aufgrund von vergangenen Schadensfällen – mithilfe der Risikoformel in institutionalisierten Analyseverfahren (v.a. Sicherheitsanalyse, Risikoanalyse) vorgenommen. Als allgemein gültiges Risikokriterium wird von einer Reihe von Sicherheitswissenschaftlern das kleinste natürliche menschliche Sterberisiko gefordert.¹²³⁶

1230 vgl. Kuhlmann 1995, 14.

1231 Wahlweise wird – ganz im Sinn der Snowschen Trennung – auf der einen Seite von Humanwissenschaften, Geisteswissenschaften, Gesellschaftswissenschaften (oder auch einzelnen Disziplinen wie Literaturwissenschaften) und auf der anderen Seite von Technikwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Naturwissenschaften gesprochen.

1232 Kuhlmann 1995, 19.

1233 Teilweise wird auch anstelle von „Wahrscheinlichkeit“ der Begriff der „Häufigkeit“ genannt, obwohl beide Begriffe logisch verschieden sind, da Häufigkeiten Fakten beschreiben, Wahrscheinlichkeiten jedoch Fakten-Expectationen.

1234 Kuhlmann 1995, 22.

1235 siehe hierzu auch ausführlich Kapitel 2.2.2.1.3 Vergleich mit dem kleinsten natürlichen menschlichen Sterberisiko als Risikokriterium.

1236 vgl. Kuhlmann 2001, 13.

Die Sicherheitswissenschaft beschäftigt sich mit „der methodischen und systematischen Analyse und Kontrolle der Risiken, speziell der Mensch-Technik-Umwelt-Systeme, zu Zwecken der Verringerung der Häufigkeit und Schwere von Schäden und Verlusten mit risikologischen Strategien.“¹²³⁷ Der Mitbegründer und einer der Hauptvertreter der Sicherheitswissenschaft ist der Ingenieur und Professor Dr. Albert Kuhlmann. Als er 1981 die erste Auflage des Buches „Einführung in die Sicherheitswissenschaft“ veröffentlichte, war nach seiner Einschätzung der Begriff „Sicherheitswissenschaft“ nur einem kleinen Kreis bekannt. Mittlerweile etabliert sich die Sicherheitswissenschaft zunehmend. An der Universität des Saarlands besteht eine Honorarprofessur für Sicherheitswissenschaft, die zur Zeit der Geschäftsführer des TÜV Saarland, Prof. Dr. Jürgen Althoff, inne hat. Schon 1975 wurde der international erste universitäre Fachbereich mit interdisziplinärer sicherheitswissenschaftlicher Konzeption an der Bergischen Universität in Wuppertal eingerichtet.¹²³⁸ Des Weiteren beschäftigen sich einige Organisationen aus übergeordneter Perspektive mit Sicherheit, so beispielsweise die Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft (GfS)¹²³⁹ oder – ganz traditionell – die Technischen Überwachungs-Vereine (TÜV). Die TÜV, insbesondere der TÜV Rheinland, können als besondere Förderer der Sicherheitswissenschaft gesehen werden. Der TÜV insgesamt hat sein Selbstverständnis gewechselt, indem er neue Entwicklungen in der Sicherheitstechnik mit anstößt und sich nicht mehr als reine Prüfinstitution definiert.¹²⁴⁰ Es gibt Fachzeitschriften (beispielsweise „Safety Science“) und regelmäßige Kongresse (beispielsweise der Weltkongress für Sicherheitswissenschaften, 2001 in Saarbrücken). Trotzdem wird die Sicherheitswissenschaft von ihren Vertretern als eine Disziplin charakterisiert, die sich noch im Selbstfindungsprozess befindet.

Die Erforschung von Schadensereignissen bildet traditionell das Kernstück der Sicherheitswissenschaft. „Objekte der Sicherheitswissenschaft sind der Unfall und der Schaden. Untersuchungsgegenstand bei der Erforschung von Unfallursachen und -faktoren sowie der Schadensprävention ist das Unfallrisiko.“¹²⁴¹ Dabei werden sowohl „unfallartige Schadensereignisse“ (Unfall, Gefahrenfall, Störfall, Zwischenfall) als auch „chronische Schadensvorkommnisse“ betrachtet.¹²⁴² Historisch gesehen bildete der Arbeitsschutz den Hauptbezugspunkt der sicherheitswissenschaftlichen Bemühungen. Mittlerweile gibt es verstärkte, aber uneinheitliche, Entwicklungen hin zu einem, in der Terminologie dieser Arbeit, ganzheitlichen Sicherheitsverständnis, welches alle Dimensionen von Sicherheit, insbesondere auch den Umweltschutz, umfasst.

Auch die Forschungsbemühungen großer Versicherungsgesellschaften haben sicherheitswissenschaftliche Überlegungen vorangetrieben. Beispielsweise das Allianz Zentrum für Technik (AZT)¹²⁴³, welches sich als ein neutrales und unabhängiges Forschungsinstitut versteht, bearbeitet als Tochterunternehmen der Allianz Versicherung v.a. Aufträge für die

¹²³⁷ http://www.fsa.de/gfs/Wir_ueber_uns.html (28.03.2001).

¹²³⁸ http://w3.uni-wuppertal.de/www/FB14/Studium/body_studium.html (18.08.2002).

¹²³⁹ http://www.fsa.de/gfs/Wir_ueber_uns.html (28.03.2001).

¹²⁴⁰ so Hajo Hoffmann bei der Eröffnung des Weltkongresses Sicherheit moderner technischer Systeme im Jahr 2001.

¹²⁴¹ Brockhaus, Stichwort Sicherheitswissenschaft 1998, 171.

¹²⁴² vgl. Kuhlmann 1995.

¹²⁴³ siehe auch Kapitel 2.1.1.1 Schadensfälle in ingenieurwissenschaftlicher Betrachtung.

Mutter, aber auch für andere Versicherungsgesellschaften und Drittakten.¹²⁴⁴ Die Auftraggeber bilden zusammen mit den Allianz Risk Consultants (ARC), dem Allianz Risiko Service (ARS) und den unzähligen „Schadensingenieuren“¹²⁴⁵ ein „Risikonetzwerk“ der Allianz (GRD).¹²⁴⁶ Auch andere Versicherungsunternehmen beschäftigen zur Untersuchung von Schadensfällen und darauf aufbauender Prävention Ingenieure in eigenen Organisationseinheiten. Darüber hinaus widmen sich einige Versicherungsunternehmen, wie beispielsweise die Bayrische Rückversicherung¹²⁴⁷ oder der Gerling-Konzern,¹²⁴⁸ auch übergeordneten Risikofragen und unterstützen Erfahrungsaustausche zwischen Ingenieur- und Sozialwissenschaften.¹²⁴⁹ Hinzuweisen ist auch darauf, dass wiederum einige sozialwissenschaftliche Arbeiten der Risikoforschung die sich wandelnde Rolle der Versicherungen und die gesellschaftlichen Implikationen, die sich aus den „Grenzen der Versicherbarkeit“ ergeben, untersuchen.¹²⁵⁰

Losgelöst von der transdisziplinären Sicherheitswissenschaft thematisieren einzelne Ingenieurdisziplinen Risikofragen. Auch deren Arbeit kann zwischen einzelnen Disziplinen vermittelt sein. Dies ist schon in der Ingenieurpraxis angelegt: Da in der Genese baulicher Anlagen mehrere Ingenieurdisziplinen zusammen arbeiten, sind Sicherheitsvorstellungen nicht *unbedingt* fachdisziplinär repräsentiert. So ist beispielsweise der Staubexplosionsschutz, der den zentralen Sicherheitsbereich in einem der empirisch betrachteten Infrastrukturprojekte (der Klärschlammtröcknungsanlage) darstellte, ein Querschnittsthema, mit dem sich Bauingenieure, Maschinenbauingenieure, Elektrotechnikingenieure, Verfahrensingenieure und Computerspezialisten beschäftigen.

Veröffentlichungen einzelner ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen befassen sich in unterschiedlicher Weise – was den Grad der Ausdrücklichkeit und den Umfang angeht – mit Sicherheit und Risiko. Innerhalb der Fachveröffentlichungen einzelner Ingenieurdisziplinen kann unterschieden werden zwischen erstens Fachveröffentlichungen, die sich explizit und umfangreich mit Sicherheit beschäftigen, zweitens Fachveröffentlichungen, in denen Sicherheit nur randständig explizit thematisiert wird und drittens Fachveröffentlichungen, in denen Sicherheit nur implizit thematisiert wird.

¹²⁴⁴ vgl. Biebel 1999, 127ff.

¹²⁴⁵ so die Selbstbezeichnung, vgl. <http://www.allianz-azt.de/industrietechnik/unternehmen/index.html> (29.08.2002).

¹²⁴⁶ vgl. <http://www.allianz-azt.de/industrietechnik/unternehmen/index.html> (29.08.2002).

¹²⁴⁷ Die Bayrische Rückversicherung heißt inzwischen „SwissRe“ und ist nicht zu verwechseln mit der „Münchener Rück“, die ebenfalls in der Behandlung übergeordneter Risikofragen sehr aktiv ist.

¹²⁴⁸ In einer Broschüre des Gerling-Konzerns wird beschrieben, dass die Gerling Akademie für Risikoforschung AG in Anbetracht der Grenzen der Versicherbarkeit nach interdisziplinären Denkansätzen sucht und neue Erkenntnisse der Risikoforschung zur Beförderung eines neuen Risikobewusstseins in Seminaren und Veröffentlichungen an Kunden und weitere Interessierte weitergeben will (vgl. Gerling-Konzern ohne Erscheinungsjahr, 5).

¹²⁴⁹ siehe z.B. den 1993 von der Bayrischen Rückversicherung herausgegebenen Band „Risiko ist ein Konstrukt“.

¹²⁵⁰ siehe auch Kapitel 2.1.1.2 Exkurs zur Rolle von Versicherungen (nicht nur) in der Schadensforschung.

Der Schwerpunkt der betrachteten ingenieurwissenschaftlichen Literatur lag auf deutschsprachigen Veröffentlichungen, da sich auch die empirischen Befunde auf die spezifisch deutschen Bedingungen der Ingenieurpraxis im Infrastrukturbau beziehen. Insbesondere die in dieser Praxis wirkenden rechtlichen und nationalen technischen Normen bilden spezielle und teilweise auch einzigartige Rahmenbedingungen deutscher Infrastrukturprojekte, die sich auch in der darauf bezogenen ingenieurwissenschaftlichen Literatur widerspiegeln. Eine Rezeption der internationalen Diskussion ist, wie bei jedem Thema, prinzipiell wünschenswert, jedoch erzeugt schon die in dieser Arbeit praktizierte Einbeziehung von Veröffentlichungen unterschiedlichster ingenieurwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Teildisziplinen und deren Verbindung eine nicht unerhebliche Menge an zu beachtender Literatur. Es wurde somit eine verantwortete Stoppentscheidung bei der Literaturauswahl getroffen, die am Geltungsbereich der für die empirische Untersuchung relevanten Normen orientiert ist.

Die Fachliteratur der einzelnen ingenieurwissenschaftlichen Technikbereiche, und damit auch der drei empirisch herangezogenen Technikbereiche, kann im Rahmen dieser Arbeit keiner systematischen Untersuchung unterzogen werden. Bei der stichprobenartigen Betrachtung einzelner Fachveröffentlichungen ist aufgefallen, dass Sicherheit selten ein explizites „Hauptthema“ ist, sondern zumeist nur am Rande explizit, aber in der Mehrzahl der Fälle völlig implizit behandelt wird. Auch fällt auf, dass die Ansätze der sich transdisziplinär verstehenden Sicherheitswissenschaft in den einzelnen Fachdisziplinen kaum aufgegriffen werden. Dabei gäbe es viele Anschlusspunkte. So ist auch in den ingenieurwissenschaftlichen Zugängen der einzelnen Fachdisziplinen die Quantifizierung von Risiken oftmals ein erklärtes Ziel. In der empirischen Untersuchung zeigte sich, dass die explizite Behandlung von Sicherheitsfragen überaus wichtig ist. Somit wäre es zu wünschen, dass auch in der ingenieurwissenschaftlichen Fachliteratur Sicherheit verstärkt ausdrücklich zum Thema gemacht wird und, dass es der Sicherheitswissenschaft gelänge, stärker von den einzelnen ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen rezipiert zu werden.

Beispiele für eine übergeordnete Selbstreflexion geben eine Reihe von Veröffentlichungen verschiedener wissenschaftlicher Bereiche, die zumeist der Sicherheitswissenschaft, wenn nicht institutionell so doch gedanklich nahe stehen, oftmals in Form von interdisziplinären Sammelbänden¹²⁵¹ oder in Monographien von „Einzelkämpfern“.¹²⁵² Sie behandeln die Risikothematik aus übergeordneter Perspektive vor dem Hintergrund ihrer eigenen Ingenieurfahrung und ihres Bewusstseins als Ingenieure.¹²⁵³

Generell mag die Reflexion über Sicherheit und Risiko deshalb eher ausbaubedürftig erscheinen, weil generell die kritische Selbstreflexion in den Ingenieurwissenschaften nicht unumstritten ist: So schreiben die beiden Ingenieure Paul Fuchs-Frohnhofer und Klaus Hennig in einem Aufsatz über Technikbeurteilung/ Technikfolgenabschätzung in den Ingenieurwissenschaften: Der „Prozess der kritischen Selbstreflektion ist allerdings noch nicht abgeschlossen, ja er ist in bestimmten Teilen der Ingenieurwissenschaften immer noch verpönt und wird dort eher als

¹²⁵¹ z.B. Schneider 1991; Compes 1988.

¹²⁵² z.B. Edeling 2001; Fritsche 1986.

¹²⁵³ siehe Kapitel 3.1.1.4.2 Ingenieurwissenschaftliche Ingenieurforschung.

„Nestbeschmutzung“¹²⁵⁴ denn das wichtiger Beitrag zu einer zukunftsorientierten Technikgestaltung betrachtet. Die Zahl der für Technikfolgenabschätzung grundsätzlich offenen Ingenieurwissenschaftler/innen nimmt aber zu – auch wenn dies nicht in jedem Fall Ausdruck tiefgehender moralisch/ ethischer Gesinnung ist, sondern oft durch die ökonomische Erfahrung geprägt ist, dass rechtzeitiges Nachdenken über ökologische und soziale Auswirkungen neuer Technologien für den ökonomischen Erfolg derselben sehr hilfreich sein kann.“¹²⁵⁵ Losgelöst von Spekulationen über die möglichen Beweggründe ist somit eine positive Bereitschaft zur Veränderung festzustellen. Eine solche Veränderung wurde sogar schon als ein neues Paradigma der Ingenieurwissenschaften bezeichnet: „Der kognitive Kern des ingenieurwissenschaftlichen Handelns mit seiner Orientierung an technischer Effizienz sowie an einer Wert- und Interessenfreiheit muss durch ein neues Paradigma der Ingenieurwissenschaften ersetzt werden. Ein solches neues Paradigma der Ingenieurwissenschaft muss den technischen Gestaltungsprozess als ein mehrdimensionales Optimierungsproblem verstehen, in dem gesellschaftliche Anforderungen ebenso wie ökonomische Prinzipien eine Rolle spielen.“¹²⁵⁶ Eine „reflexive Ingenieurwissenschaft“ muss auf die konkrete Ingenieurpraxis ausgerichtet sein. „Der Paradigmenwechsel in den Ingenieurwissenschaften kann nur gelingen, wenn die Techniksoziologie die Mikroebene des technischen Handelns miteinbezieht und seine normativen Grundlagen freilegt. Einen Anfang dazu hat die Technikphilosophie gemacht, die aber ihrerseits die Interessenbedingtheit technischen Handelns auf der Makroebene kaum zur Kenntnis nimmt.“¹²⁵⁷ Im Übrigen ist auch darauf hinzuweisen, dass die Betonung „neutraler Sachlichkeit“ durch viele Ingenieurverbände zur Weitergabe dieser Sichtweise beiträgt – und darüber hinaus die Ingenieurverbände wichtige Möglichkeiten der Einflussnahme auf der obersten Konkretisierungsebene von Technik leichthin verspielen. Auch Ropohl plädiert in seinem eigens diesem Thema gewidmeten Buch für einen Paradigmenwechsel¹²⁵⁸ in den Ingenieurwissenschaften.¹²⁵⁹ Demnach wird das „szenitifische Paradigma“, welches nach seiner Darstellung geprägt ist durch das Verständnis der Ingenieurwissenschaften als „angewandte Naturwissenschaften“ – man könnte allgemeiner ergänzen durch den Glauben an die Wertfreiheit von Technik¹²⁶⁰ – langsam durch das „technologische Paradigma“¹²⁶¹, welches viele Gemeinsamkeiten zu Konzepten der „Allgemeinen Technologie“ aufweist¹²⁶² und eine umfassende Selbstreflexion der Ingenieurwissenschaften umfasst, ersetzt. Die Leugnung des Wertaspektes durch die Ingenieurwissenschaften wurde von Sozialwissenschaften oftmals

1254 Hierin zeigt sich u.U. auch eine mögliche „Negativwirkung“ von Professionen, die in der professionssoziologischen Literatur dahingehend beschrieben wird, dass „nach innen“ teilweise heftige fachliche professionsinterne Kämpfe ausgetragen werden, „nach außen“ aber, v.a. gegenüber Kritik, Geschlossenheit demonstriert wird. Ein Paradebeispiel hierfür sei das unter Ärzten „ungeschriebene Gesetz“, vor Gericht niemals gegen einen Kollegen auszusagen.

1255 Fuchs-Frohnhofer/ Henning 1999, 66.

1256 Mai 1994, 456.

1257 Mai 1994, 456.

1258 Ropohl 1998.

1259 Im Original verwendet Ropohl den Begriff „Technikwissenschaften“ anstelle von „Ingenieurwissenschaften“ (vgl. Ropohl 1998, 7 und 32).

1260 vgl. Kapitel 1.2.1.2 Ingenieure zur vermeintlichen Wertfreiheit der Ingenieurpraxis.

1261 vgl. Ropohl 1998, 37.

1262 vgl. Ropohl 1998, 48; siehe Kapitel 3.1.1.2.2 Ingenieurwissenschaftliche Technikforschung.

angeprangert: So kritisiert beispielsweise Reuter die „verborgene Ideologie“¹²⁶³ derjenigen, die sich der Ideologiefreiheit „rühmen“¹²⁶⁴. Allerdings ist der Ideologievorwurf insofern missverständlich, da man Ideologie leicht auf politische Ideologien verengt missverstehen kann. Ropohl fasst den Ideologiebegriff ausdrücklich weiter und kommt zu dem Ergebnis: „dass Ingenieure sich selbst für unideologisch halten, ist (...) ironischerweise geradezu ein Teil ihrer Ideologie.“¹²⁶⁵ M.E. sollte der Ideologiebegriff in diesem Zusammenhang aufgrund seiner Missverständlichkeit und seiner vorwiegend negativen Lesart fallen gelassen werden und im Sinne der interdisziplinären Verständigung stattdessen allgemein vom Wertaspekt gesprochen werden.

Zu dem neuen, Wertaspekte umfänglich berücksichtigenden, Paradigma gehört es auch, technische Sachverhalte nicht mehr als ein „Sonderwissen“ zu verstehen, „dass den Laien prinzipiell verschlossen sei.“¹²⁶⁶ Wichtig ist auch, dass das neue Paradigma explizit ist, das alte hingegen allenfalls implizit vorliegt und nur in wenigen Veröffentlichungen Ansätze zu seiner expliziten Rekonstruktion vorzufinden sind.¹²⁶⁷ Eine „reflexive Ingenieurwissenschaft“ nach dem „technologischen Paradigma“ kann somit zur Verbesserung des Umgangs erhebliche Beiträge leisten. Insgesamt muss festgehalten werden, dass der geforderte Paradigmenwechsel erst in Anfängen zu erkennen ist und deshalb über Möglichkeiten seiner Förderung, beispielsweise in der Ingenieurausbildung, nachgedacht werden könnte.

3.1.1.2 Technikforschung

Technikforschung in sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Sicht weist einige Überschneidungen auf. Dies zeigt sich insbesondere an den Autoren, die aufgrund von Doppelqualifikationen – als Ingenieure/ Ingenieurwissenschaftler und Sozialwissenschaftler/ Geisteswissenschaftler – in beiden Bereichen beheimatet sind.

3.1.1.2.1 Sozialwissenschaftliche Technikforschung

„Homogen und überschaubar erscheint die *sozialwissenschaftliche Technikforschung* nur ex negativo, in Abgrenzung von der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Perspektive.“¹²⁶⁸ Im Folgenden wird trotzdem ein allgemeiner Überblick versucht: Technikgeneseforschung und die Technikfolgenforschung als Hauptgebiete der sozialwissenschaftlichen Technikforschung¹²⁶⁹ sind eng miteinander verwoben. Historisch gesehen stand die Technikbewertung (zumeist wird

¹²⁶³ An späterer Stelle spricht er neutraler in Bezug auf die Sicherheitswissenschaft von den verborgenen theoretischen Annahmen (vgl. Reuter 1992, 215).

¹²⁶⁴ vgl. Reuter 1992, 181 und 198ff.

¹²⁶⁵ Ropohl 1998, 11.

¹²⁶⁶ vgl. Ropohl 1998, 96.

¹²⁶⁷ vgl. Ropohl 1998, 7.

¹²⁶⁸ Hack 1999, 194 – Hervorhebung im Original.

¹²⁶⁹ Das Verhältnis zwischen sozialwissenschaftlicher Technikforschung und Techniksoziologie ist ähnlich wie das Verhältnis zwischen sozialwissenschaftlicher Risikoforschung und Risikosoziologie. Die Techniksoziologie bildet den Hauptbestandteil der sozialwissenschaftlichen Technikforschung.

von „Technikfolgenabschätzung“ gesprochen¹²⁷⁰) im Mittelpunkt des Interesses. Die sozialwissenschaftliche Technikforschung kümmert sich zum einen um die Entstehungs-, zum anderen um die Verwendungszusammenhänge von Technik inklusive deren „Nebenfolgen“¹²⁷¹. Rammert sieht die Techniksoziologie „gewissermaßen im Kontrast zu den Technik- und Ingenieurwissenschaften“¹²⁷², die soziale Vorgaben oder kulturelle Leitbilder ausblenden würden: „Diese untersuchen ihre Gegenstände in technologischer Perspektive, d.h., sie fragen nach energetischen, stofflichen und informationellen Beziehungen und nach leistungssteigernden Kombinationen, ohne die soziale Vorgabe von technischen Normen, wie Kraftersparnis oder Sicherheit, und ohne die heimliche Lenkung durch kulturelle Leitbilder zu bedenken.“¹²⁷³ In der sozialwissenschaftlichen Technikforschung stehen hingegen die sozialen Einflüsse auf Technik im Vordergrund.

Die Bezeichnung „sozialwissenschaftliche Technikforschung“ stand über lange Jahre nicht nur für einen wissenschaftlichen Forschungsbereich, sondern auch für eine besondere Form der Institutionalisierung in Form von Förderprogrammen und Projektverbünden, wie dem „Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung“, der 1985 auf der Grundlage eines von sechs sozialwissenschaftlichen Instituten vorgelegten Memorandums mit Förderung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie gegründet wurde.¹²⁷⁴ Neben diesem großen Verbund gab es mehrere kleinere Verbunde, wie die „Arbeitsgemeinschaft Sozialwissenschaftliche Technikforschung Niedersachsen“. Viele dieser Verbundprojekte sind inzwischen ausgelaufen, haben allenfalls weniger umfangreiche Nachfolgeorganisationen gegründet. Insgesamt ist es in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung in den letzten Jahren ruhiger geworden.

In der sozialwissenschaftlichen Literatur herrscht spätestens seit den 1970er Jahren Konsens, Technik als einen sozialen Prozess zu verstehen. Diese Haltung ist entstanden aus der Kritik daran, dass die frühe Sozialwissenschaft, Technik – in der Nachfolge Marxscher und Weberscher Thesen¹²⁷⁵ – zu sehr als Realtechnik verstanden habe. Allerdings mehren sich auch Stimmen, die die Entfernung von der Real- oder Sachtechnik kritisieren. „Möglicherweise ist allerdings auch die Bereitschaft der Sozialwissenschaften, sich tatsächlich in die Niederungen der Maschinenwelt zu begeben, begrenzt geblieben. Klassische Gerätetechnik, im Soziologen-

¹²⁷⁰ Der Begriff der „Technikfolgenabschätzung“ wird in mehrfacher Weise kritisiert. Berg, Coenen und Grunwald (2002, 6) referieren sechs Kritikpunkte, um den Begriff dann zu verteidigen. Gegen die meisten Kritikpunkte kann wohl wenig hervorgebracht werden, aber da der Begriff „eingebürgert“ ist und ihn zudem einige prominente Institutionen im Titel führen, wird er wohl noch lange erhalten bleiben. vgl. auch Ropohl, der den Begriff „Technikfolgenabschätzung“ schon seit langem stark kritisiert und vorschlägt, ihn durch den Begriff der „Technikbewertung“ zu ersetzen (z.B. in Ropohl 1999, 83). Sein Konzept der „innovativen Technikbewertung“, welches nach Ansicht von Hartmann in „innovationsorientierte Technikbewertung“ umgenannt werden müsste (vgl. Hartmann 1999, 324), setzt in den frühen Phasen der Technikentwicklung an.

¹²⁷¹ Es wird auch von „Nebenwirkungen“, „second-order-consequences“, „side effects“ oder „externen Effekten“ gesprochen.

¹²⁷² Rammert 1993, 9f.

¹²⁷³ Rammert 1993, 9f.

¹²⁷⁴ vgl. <http://infosoc.informatik.uni-bremen.de/verbund/frame.htm> (23.03.2001).

¹²⁷⁵ vgl. März 1997, 197.

jargon auch ‚Realtechnik‘ genannt, hat nie wirklich zu den Lieblingsthemen der Forscher gehört.“¹²⁷⁶ Allerdings ist auch zu fragen, ob es eine detailgetreue Sachnähe je gegeben hat.

Die Technikgeneseforschung betrachtet vorwiegend die Technik-Phylogenie (Innovationen wie beispielsweise der Personal Computer,¹²⁷⁷ Dieselmotoren,¹²⁷⁸ Schreibmaschinen¹²⁷⁹ oder das Satellitenfernsehen¹²⁸⁰). Technikgenese wird überwiegend an innovativen Produktlinien der stationären Industrie untersucht. Die sozialwissenschaftliche Technikgeneseforschung und die v.a. betriebswirtschaftlich eingebettete Innovationsforschung beschreiben das Entstehen von Technik als Prozess von Invention, Innovation i.e.S. und Diffusion. Dabei gibt es sowohl rein theoretische Arbeiten als auch empirische Ansätze, beispielsweise umgesetzt in Fallstudien durch „unmittelbare Beobachtung des Handelns von Forschern und Entwicklern“¹²⁸¹. Der Bau von Infrastrukturanlagen und Betrachtungen zur Innovativität im Infrastrukturanlagenbau waren bisher kaum Gegenstand der Technikgeneseforschung.

Sozialwissenschaftliche „Bauforschung“

Nur wenige sozialwissenschaftliche Arbeiten beschäftigen sich mit dem Bauen¹²⁸², was auch angesichts der großen wirtschaftlichen Bedeutung der Baubranche unverständlich ist. Im Vordergrund der wenigen sozialwissenschaftlichen Arbeiten mit Baubezug stehen wirtschaftliche Aspekte des Bauens. Verschiedene übergeordnete Konzeptionen von Organisationsstrukturen der Bauwirtschaft¹²⁸³ und damit verbundene Implikationen für Arbeitsverhältnisse, welche im Baubereich oftmals prekär sind, werden analysiert. Der Großteil dieser Arbeiten ist auf gewerkschaftliches Engagement zurückzuführen. Projekte zur Bauwirtschaft werden dabei von der Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt (IG BAU) gefördert, von „gewerkschaftsnahen“ Stiftungen (Hans-Böckler-Stiftung (HBS)) getragen oder vom gewerkschaftseigenen Forschungsinstitut (Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut des Deutschen Gewerkschaftsbundes (WSI)) durchgeführt. Dementsprechend (auch weil einerseits Ingenieure in Gewerkschaften nie ihre Interessenvertretung gesehen haben und andererseits die Gewerkschaften auf Ingenieure als *eigenständige* Gruppe nie recht eingehen wollten) liegt der Schwerpunkt der Arbeiten vor allem auf der Rolle der handwerklich tätigen Arbeitnehmer in der Bauwirtschaft. Gegenstand sind damit die Arbeits- und Entlohnungsbedingungen von Bauarbeitern. In den wenigen sozialwissenschaftlichen Arbeiten zum Bauen werden folglich vorrangig die in diesem Zusammenhang interessierenden Rahmenbedingungen thematisiert. Die konkreten sozialen und technischen Vorgänge beim Bauen werden zumeist nur gestreift. Bauliche Konstruktionsprozesse und die speziellen Bedingungen dieser Ingenieurarbeit werden in diesen Arbeiten daher kaum beschrieben.

¹²⁷⁶ Dierkes/ Knie 1997, 9.

¹²⁷⁷ vgl. Schmidt 1997.

¹²⁷⁸ Hård 1997, 17ff.

¹²⁷⁹ Buhr 1997, 37ff.

¹²⁸⁰ vgl. Riedl 1997.

¹²⁸¹ Schlese 1999, 251.

¹²⁸² Eine Ausnahme hierzu bilden die Arbeiten von Ekardt, auf die im Kapitel 1 ausführlich eingegangen wurde.

¹²⁸³ z.B. IG BAU 1997; Syben/ Stroink 1995; Voswinkel/ Lücking/ Bode 1996; Syben 1997; Küchele 1996; Steinmann/ Haardt 1996.

Die Arbeits- und Industriesoziologie als ein mit der sozialwissenschaftlichen Technikforschung verwobener Forschungsbereich liefert für die Untersuchung baulicher Konstruktionsprozesse Hinweise, die jedoch einer Übertragungsleistung bedürfen. Die Industriesoziologie untersucht in umfassender Weise Produktionsprozesse und -bedingungen in der „stationären“ Industrie, die sich von den Produktionsprozessen und -bedingungen nichtstationärer Bauwerke, von wandelnden Produktionsstätten, deren Produktionsbedingungen sich mit dem Baufortschritt u.U. täglich verändern, erheblich unterscheiden.¹²⁸⁴ Aber auch von einigen prinzipiell möglichen Übertragungsmöglichkeiten wurde nur wenig Gebrauch gemacht, da die Bauwirtschaft ohnehin von der sozialwissenschaftlichen Forschung kaum beachtet wurde und wird. Gerd Syben bemängelt, dass auch die industriesoziologische Forschung die Produktion von Bauwerken nur in wenigen Ausnahmefällen zu ihrem Gegenstand gemacht habe.¹²⁸⁵ Er möchte daher mit seinem 1992 erschienenen Buch „Beiträge zur Industriesoziologie des Bausektors“, so der Untertitel des Buches,¹²⁸⁶ leisten und anregen. Sein Buch stellt das Bauunternehmen in den Mittelpunkt. Die (Konstruktions-)Arbeit von Ingenieuren wird von den Kassler Soziologen Ekardt¹²⁸⁷, Löffler¹²⁸⁸, Abel¹²⁸⁹ und Beckenbach¹²⁹⁰ auch unter Bezugnahme auf industriesoziologische Instrumentarien analysiert. Insbesondere der Ekardtsche arbeitssoziologische und arbeitsstoffliche Ansatz wurde im ersten Kapitel ausführlich gewürdigt. Seine Untersuchung der Konstruktionsarbeit von Ingenieuren stellt ein Ausnahme in einem weitgehend vernachlässigten Forschungsfeld dar. Eine Industriesoziologie, die ihrem Selbstverständnis nach die Arbeits- und Betriebssoziologie umfasst, darf die Arbeit von Ingenieuren nicht ausblenden. Traditionell beschäftigt sich die Industriesoziologie mit Fragen von Macht/ Herrschaft und Konzepten der Rationalisierung. Nachdem über lange Zeit tayloristische Produktionsformen mit entfremdeten¹²⁹¹ Arbeit fokussiert wurden, stehen – einhergehend mit einem fortschreitenden Tertiarisierungsprozess nicht nur auf sektoraler Ebene, sondern auch auf Unternehmensebene und im industriellen Arbeitsprozess¹²⁹² – neue Formen der betrieblichen Rationalisierung, Dezentralisierung, Enthierarchisierung, Vermarktlichung und individuellen Selbstorganisation auf dem Programm. Die neuere Industriesoziologie hat das Subjekt (wieder) entdeckt und der Versuch eines möglichst umfassenden Zugriffs auf die Subjektivität der Arbeitskraft ist festzustellen. Freiheitliche Selbstverwirklichungspotenziale stehen dabei neuen Ausbeutungsformen gegenüber.¹²⁹³ An diese neuere industriesoziologische Diskussion sind auch Analysen der Arbeitsformen von Ingenieuren anschlussfähig.

¹²⁸⁴ siehe Kapitel 1.1.2.1 Vergleich des Bauen mit Produktionsprozessen der stationären Industrie.

¹²⁸⁵ Syben 1992, 7.

¹²⁸⁶ Syben 1992.

¹²⁸⁷ z.B. Ekardt 1997b.

¹²⁸⁸ vgl. Löffler 1990.

¹²⁸⁹ vgl. Abel 1997.

¹²⁹⁰ vgl. Beckenbach 1991, 192ff.

¹²⁹¹ vgl. Mikl-Horke 2000, 174.

¹²⁹² vgl. Deutschmann 2002, 27ff.

¹²⁹³ vgl. Deutschmann 2002, 252; kritisch dazu Schumann 2003, 166.

3.1.1.2.2 Ingenieurwissenschaftliche Technikforschung

Die ingenieurwissenschaftliche Auseinandersetzung mit *der* Technik findet sich in Ansätzen zu einer „Allgemeinen Technologie“¹²⁹⁴ „Allgemeine Techniklehre“ oder „Polytechnik“. Aufbauend auf den grundlegenden Arbeiten des Göttinger Professors für „Weltweisheit und Ökonomie“, Johann Beckmann, der bereits 1806 einen „Entwurf der allgemeinen Technologie“ vorlegte, werden übergreifende System- und Strukturbetrachtungen technologischer Systeme angestellt, grundlegende Gesetzmäßigkeiten aufgedeckt und der Versuch des Entwurfs eines einheitlichen Kategoriengebäudes unternommen.¹²⁹⁵ Allgemeine Technologie wird heutzutage an einigen Hochschulen unterrichtet, ist jedoch kaum fester oder pflichtmäßiger Bestandteil der Ingenieurausbildung. Arbeiten zur Allgemeinen Technologie sind schon seit längerem interdisziplinär im Sinne des Austausches zwischen Sozial- und Ingenieurwissenschaften,¹²⁹⁶ ihre Verfasser haben oftmals Doppelqualifikationen, beispielsweise durch ein entsprechendes Doppel- oder Zweitstudium. Herausragende Forscher zur Allgemeinen Technologie sind Wolffgramm¹²⁹⁷ und Ropohl¹²⁹⁸, deren Erstentwürfe schon einige Zeit zurückliegen; Beachtenswert sind auch die Arbeiten von Banse¹²⁹⁹ („Allgemeine Technikwissenschaft“) und Kornwachs¹³⁰⁰ („Theorie der Technik“).

Die genannten Autoren haben sich relativ weit von ihren ingenieur- bzw. naturwissenschaftlichen Wurzeln entfernt, um auf einem *abstrakteren* Niveau über Technik nachdenken zu können. Die „normalen Ingenieurwissenschaften“ betreiben „Technikforschung“ im Bereich des *konkreten* Entstehens von Technik. Der Großteil der ingenieurwissenschaftlichen Veröffentlichungen befasst sich bekanntlich objektnah mit konkreten Beschreibungen des Entstehens von jeweils spezifischer Technik. Nur ein kleiner Teil der ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten ist dabei ausdrücklich eingebettet in konstruktionswissenschaftlich orientierte Ansätze. Diese Ansätze werden im Folgenden¹³⁰¹ gesondert beschrieben.

Von den Ausbildungs- und Forschungsarbeiten des Bauingenieurwesens sind zwei Bereiche im Zusammenhang dieser Arbeit besonders hervorzuheben: Arbeiten in den Gebieten „Entwerfen und Gestalten“ und zur „Arbeitstechnologie des Bauens“. Beide Gebiete wählen vorwiegend einen pragmatischen, objektbezogenen Zugang. Ansätze der Ingenieurausbildung, die in Teilen mit den hier propagierten Betrachtungsweisen der Ingenieurarbeit vergleichbar sind, lassen sich im Bereich des Projektmanagements finden. Allerdings ist das Projektmanagement von seiner Grundstruktur darauf ausgelegt, ökonomische Prinzipien in den Vordergrund zu stellen. Im Kern handelt es sich beim Projektmanagement um wirtschaftswissenschaftliche – bezogen auf das Bauen – um baubetriebswirtschaftliche Konzepte. Zweifellos haben Konzepte des Projektmanagements im Lauf der wissenschaftlichen Auseinandersetzung und betrieblichen Praxis

¹²⁹⁴ z.B. Wolffgramm 1978 (erweiterter Nachdruck 1994): „Allgemeine Technologie“.

¹²⁹⁵ vgl. Wolffgramm 1994, XII.

¹²⁹⁶ Vertreter von Ansätzen zur Technikforschung sprechen vermehrt von „Technikwissenschaften“ anstatt von „Ingenieurwissenschaften“.

¹²⁹⁷ vgl. Wolffgramm 1978; Wolffgramm 1994; Wolffgramm 1997.

¹²⁹⁸ vgl. Ropohl 1973; Ropohl 1997.

¹²⁹⁹ vgl. Banse 1990.

¹³⁰⁰ vgl. Kornwachs 1996b.

¹³⁰¹ siehe Kapitel 3.1.1.3 Konstruktionsforschung.

auch Erweiterungen erfahren. Es hängt letztlich von der Ausgestaltung eines solchen Faches durch den Lehrenden ab, wie weit Projektmanagement definiert wird. Es dürfte prinzipiell möglich sein, in der Forschung und Lehre zum Projektmanagement Reflexionen anregende Betrachtungen des Konstruierens mit all seinen Sicherheitsbezügen unterzubringen.

3.1.1.3 Konstruktionsforschung

Viele detaillierte Ergebnisse der Konstruktionsforschung sowohl sozial- als auch ingenieurwissenschaftlicher Prägung sind in die Darstellung des baulichen Konstruktionsprozesses im ersten Kapitel im Detail eingeflossen, weshalb die folgende Beschreibung einen, im Vergleich zu den anderen Forschungsbereichen, noch stärkeren Überblickscharakter aufweist.

3.1.1.3.1 Sozialwissenschaftliche Konstruktionsforschung

Von einer sozialwissenschaftlichen Konstruktionsforschung zu sprechen, ist im Grunde eine Übertreibung. Die sozialwissenschaftlichen Autoren bzw. Autorenteams, die sich eingehender mit dem Konstruieren beschäftigen, dürften wohl an zwei Händen abzählbar sein. Die Entwurfsarbeit im Bereich des Tragwerksentwurfs wird von Ekardt¹³⁰² untersucht, der sich aus soziologischer Perspektive auch mit den Ansätzen der ingenieurwissenschaftlichen Konstruktionswissenschaft auseinander setzt. Hervorzuheben ist auch Banse¹³⁰³, der mit einem, von ihm zusammen mit Friedrich herausgegebenem, Sammelband der sozialwissenschaftlichen Konstruktionsforschung aktuelle Impulse gegeben hat. Zu nennen ist weiterhin Glock¹³⁰⁴ vom Institut für Technik und Gesellschaft (ITG) der TU-Wien, das die Konstruktionsforschung als einen von vier seiner Schwerpunktbereiche beschreibt.¹³⁰⁵ Im Rahmen des DFG Projektes „Denkabläufe beim Konstruieren“, in dem vom Lehrstuhl für Psychologie der Universität Bamberg Dörner, von der Weth, Auer und Preußler und vom Lehrstuhl für Konstruktion im Maschinenbau der Technischen Universität München Ehrenspiel, Dylla und Günther mitwirkten, sind eine Reihe von – gemäß der Anlage des Projektes sozial- wie ingenieurwissenschaftliche – Veröffentlichungen zum Konstruieren entstanden.¹³⁰⁶ Darüber hinaus finden sich psychologische bzw. psychologisch orientierte Arbeiten zum Konstruieren.¹³⁰⁷ Die Veränderungen des Konstruktionshandelns durch den Einsatz von CAD haben einige Forschungsbestrebungen angeregt,¹³⁰⁸ auch im Rahmen eines großen Berliner Projektes zum Thema (Gesamtlaufzeit 1986-1992) sind zahlreiche Veröffentlichungen entstanden.¹³⁰⁹ Des Weiteren finden sich immer wieder einzelne Arbeiten zu besonderen Aspekten des Konstruierens, beispielsweise der Geschichte der Konstruktionswissenschaft.¹³¹⁰ Empirische Untersuchungen zur Konstruktionsforschung arbeiten zumeist mit direkter, teilnehmender Beobachtung oder

¹³⁰² Ekardt 1978.

¹³⁰³ vgl. Banse 2000.

¹³⁰⁴ Glock 1997; Glock 1998.

¹³⁰⁵ <http://www.itas.fzk.de/deu/TADN/TADN297/proj.htm> (03.09.2002).

¹³⁰⁶ z.B. Dörner u.a. 1992, Preußler/ Dylla 1988; Dörner 1995, Dylla/ Fricke 1995; Auer/ von der Weth 1994.

¹³⁰⁷ z.B. Eisentraut 1996; Franke 1995; Görner 1994.

¹³⁰⁸ z.B. Frieling/ Hilbig 1990.

¹³⁰⁹ z.B. Mackensen 1997.

¹³¹⁰ vgl. König 1999.

mit Verbalisierungen in „Konstruktionsexperimenten“, welche beispielsweise mit Videokamera begleitet werden.¹³¹¹ Ein übereinstimmendes Ergebnis der empirischen Konstruktionsforschung ist nach Heymann und Wengenroth die Aufwertung praktischen Wissens und die Bedeutung nichtverbaler (und verbalisierbarer!) Anteile des eingesetzten Wissens. Damit „bestätigt sich ein Verständnis des technischen Schaffens, für das der Kybernetiker Herbert A. Simon, der Physiko-Chemiker Michael Polanyi oder die Historiker Eugene S. Ferguson und Henry Petroski wichtige Grundlagen geschaffen haben. Ihre Arbeiten weisen die prinzipielle Unvollständigkeit wissenschaftlichen und technischen Wissens und dessen nicht fassbare, personengebundene Dimension auf.“¹³¹² Diese Dimension wurde im Kapitel 1 anhand der empirischen Ergebnisse des Projektes beschrieben.

3.1.1.3.2 Ingenieurwissenschaftliche Konstruktionsforschung

In der ingenieurwissenschaftlichen Konstruktionsforschung ist die Konstruktionswissenschaft von zentraler Bedeutung.¹³¹³ Sie entstammt der „Maschinenelementelehre“ und stellt eine „Kerndisziplin des Maschinenbaus“¹³¹⁴ dar. Die Konstruktionswissenschaft liefert eine Anleitung zur Untersuchung des Konstruktionsprozesses. Ziele konstruktionswissenschaftlicher Überlegungen waren v.a. erstens die Suche nach Lösungen zur Behebung des „Engpasses Konstruktion“ bzw. der „Krise der Konstruktion“, welche Ende der 1960er Jahren in vielen Ländern aufgrund eines Mangels an qualifizierten Konstrukteuren konstatiert wurde,¹³¹⁵ zweitens die Demonstration neuer computerbasierter Möglichkeiten des Entwerfens und Konstruierens sowie drittens die Verbesserung der Ausbildung der Ingenieure. Die Konstruktionswissenschaft möchte das Konstruieren systematisieren, um es auf dieser Grundlage lehr- und lernbar zu machen. Die Konstruktionsmethodik vermittelt Lehrfach in der Ingenieurausbildung an den Hochschulen, die Methoden, wobei unterschiedliche „Methodikschulen“ bestehen.¹³¹⁶ Die Konstruktionswissenschaft ist, von ihren Ausgangspunkten betrachtet, eng an den sachlichen Strukturen und Funktionen (Prozessen) orientiert. Sie wollte und will das Konstruieren objektivieren und in methodische Regeln fassen beispielsweise durch die Erarbeitung systematischer Ablaufmodelle oder Klassifikationsschemata. Durch die Sicherstellung einer Systematik soll nicht die „erstbeste“ Lösung, sondern „das vollständige Spektrum aller denkbaren Lösungen in diskussions- und bewertungsfähigen Katalogen“¹³¹⁷ dargestellt werden. Da die Produktion von Alternativen für die Sicherheit von Technik von zentraler Bedeutung ist, können somit derartige konstruktionswissenschaftliche Ansätze auch als Formen zur Stärkung der Sicherheit angesehen werden. Allerdings: Trotz großer Fortschritte in der Entwicklung von Modellen und Methoden wird in der Literatur immer wieder die geringe Umsetzung der konstruktionswissenschaftlichen Erkenntnisse in der Konstruktionspraxis beklagt.¹³¹⁸ Schon Anfang der 1980er

¹³¹¹ vgl. Heymann/ Wengenroth 2002, 116.

¹³¹² Heymann/ Wengenroth 2002, 117.

¹³¹³ siehe auch Kapitel 1.2.2 Annäherungen an einen allgemeinen Begriff des Konstruierens.

¹³¹⁴ Heymann/ Wengenroth 2002, 108. Die Autoren sprechen wörtlich von „Konstruktionslehre“.

¹³¹⁵ Heymann/ Wengenroth 2002, 111 mit Verweis auf VDI und Hubka.

¹³¹⁶ vgl. Günther 1998.

¹³¹⁷ Ropohl 1998, 44.

¹³¹⁸ z.B. Eder 1994, 193.

Jahre wurden „Zweifel am Anspruch und der praktischen Relevanz“¹³¹⁹ eines wissenschaftlich angeleiteten Konstruierens geäußert.¹³²⁰ Ehrenspiel beschäftigte sich mit Gründen für das Praxismanko: Die Konstruktionswissenschaft sei zu stark auf das zu konstruierende Objekt ausgerichtet und ignoriere „die individuellen und sozialen Probleme des oft arbeitsteiligen Konstruierens“¹³²¹. Dabei stehe die technische Rationalität derart im Vordergrund, dass alle anderen Rationalitätsaspekte, deren Zusammenwirken gerade von Bedeutung sei, zurückgedrängt würden. Es ist jedoch ein Perspektivwechsel vom technischen Gegenstand hin zum Prozess seines Entwurfs zu verzeichnen.¹³²² Eine weitere Entwicklung vollzieht sich hinsichtlich der Anerkennung von Grenzen der Verwissenschaftlichung. Hierbei bestehen verschiedene Theorietraditionen nebeneinander. Deshalb „wäre es verfrüht, diese Hinwendung zu einer reflexiv modernen Ingenieurwissenschaft bereits als endgültig zu begreifen. Wir stehen vielmehr vor einem offenen Konflikt um die künftige Richtung, in dem nach wie vor für eine ‚Universal Design Theory‘ gekämpft wird, die durch verfeinerte Axiomatisierung und Algorithmisierung mithilfe immer aufwendigerer Computersimulation die Krise überwinden will (Universal Design Theory 1998). Es ist daher keineswegs entschieden, welches Gewicht eine reflexive Modernisierung im Sinne einer Pluralisierung der Methoden und einer Rehabilitierung nichtwissenschaftlicher Wissensformen heute in den Ingenieurwissenschaften hat. Auch in der Konstruktionslehre stehen Bemühungen um eine weitere Verwissenschaftlichung der Konstruktion nach wie vor im Vordergrund und haben ihren Höhepunkt möglicherweise noch nicht einmal erreicht. Aber das Vertrauen in die prinzipielle Überführbarkeit aller Problemstellungen in abgeklärte Algorithmen ist bei den Methodenpluralisten gebrochen.“¹³²³ Gerade in dieser schwierigen Situation könnte eine weitere Intensivierung des Kontaktes zur sozialwissenschaftlichen Konstruktionsforschung ertragreich sein.

3.1.1.4 Ingenieurforschung

Die ingenieurwissenschaftliche Beschäftigung mit Ingenieuren als soziale Gruppe ist im Sinne eines Prozesses zur Entwicklung eines Selbstverständnisses stärker praktisch ausgerichtet und positiv besetzt als die eher deskriptiv und oftmals negativ wertend ausgerichtete sozialwissenschaftliche Ingenieurforschung.

3.1.1.4.1 Sozialwissenschaftliche Ingenieurforschung

Sozialwissenschaftliche Untersuchungen von Ingenieuren lassen sich grob einteilen¹³²⁴ in solche, die die Strukturen der Ingenieurarbeit (z.B. Ausbildung,¹³²⁵ Organisationen,¹³²⁶ histor-

¹³¹⁹ Heymann/ Wengenroth 2002, 115 mit Verweis auf Jorden und Ropohl.

¹³²⁰ vgl. Pahl/ Beitz 1997, 11.

¹³²¹ Heymann/ Wengenroth 2002, 116 mit Verweis auf Ehrenspiel.

¹³²² Davon zu unterscheiden ist die Produktionstechnik (analog Fertigungstechnik/ Baubetrieb), die schon immer den Herstellungsprozess fokussiert hat.

¹³²³ Heymann/ Wengenroth 2002, 120,

¹³²⁴ ähnlich auch. Vogelsang 1998, 95.

¹³²⁵ z.B. Lundgreen 1994.

¹³²⁶ z.B. Volmerg 1990.

ische Betrachtungen,¹³²⁷ geschlechtsspezifische Aspekte¹³²⁸) und solche, die den Ingenieur als Individuum bzw. Ingenieure als Klasse (z.B. „Bewusstseinsstudien“: arbeitsbezogenes „Selbstbewusstsein“,¹³²⁹ gesellschaftliches,¹³³⁰ politisches,¹³³¹ soziales¹³³² und ökologisches Bewusstsein,¹³³³ generell Verantwortungsbewusstsein¹³³⁴ oder ihr Selbstbewusstsein/ Selbstverständnis¹³³⁵) in den Mittelpunkt setzen.

Im Folgenden werden besonders die Veröffentlichungen der zweiten Gruppe und darin speziell solche zum Verantwortungsbewusstsein betrachtet, da sie den Untersuchungen sicherheitsrelevanter subjektiver Leistungen näher stehen, womit Implikationen aus den oben genannten Strukturaspekten für das Risikothema – wie im ersten Kapitel ausdrücklich erläutert – keineswegs geleugnet werden sollen. Von Senghaas-Knobloch und Volmerg, die sich empirisch vor allem auf die Untersuchung von Ingenieuren in der Entwicklung von Informationstechnik stützen, wurde die These der „Zweiteilung der Ingenieure“, der Zweiteilung in die Privatperson und den Ingenieur, sehr anschaulich beschrieben: „Als *Ingenieur* kann man sich angesichts der Herausforderungen neuer Informationstechniken neue wünschenswerte Anwendungen dafür überlegen. Als *Mensch* fürchtet man durch den Einsatz dieser Techniken die negativen Veränderungen der sozialen und kulturellen Lebensqualität.“¹³³⁶ Dies gelte insbesondere für die weitgefasste Sinnfrage: „Bedenken gegen konkrete Projekte und Fragen nach dem Sinn und Nutzen technischer Entwicklungen werden vor allem privat oder im Rahmen außerberuflicher politischer Aktivitäten geäußert.“¹³³⁷ Beruflich würden jedoch nur Themen innerhalb des als gegeben empfundenen Rahmens behandelt. In der dieser Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchung konnte eine solche Zweiteilung auch zum Teil – vor allem bei Professionellen und Semi-Professionellen – vorgefunden werden. Allerdings wird sie dabei nicht vorwiegend in die Teilung eines beruflichen und eines privaten Ichs interpretiert, sondern als ein Umstand, der den Einflussmöglichkeiten auf den unterschiedlichen Ebenen der Konkretisierung von Technik geschuldet ist.¹³³⁸

Fragen zum sozialen und politischen Bewusstsein der Ingenieure hinsichtlich ihrer „Klassenlage“ wurden besonders in den 1970er Jahren diskutiert.¹³³⁹ Es ging somit nicht um das Bewusstsein für soziale und politische Belange von industriellen Produktionsprozessen mit ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft an sich, sondern es wurde vor allem der unmittelbare Pro-

1327 z.B. Ludwig 1994.

1328 z.B. Rudolph 1994.

1329 z.B. Paul 1989, der empirisch zur Frage der Identitätsbildung durch Ingenieurarbeit gearbeitet hat.

1330 z.B. Hortleider 1970.

1331 z.B. Laatz 1979.

1332 z.B. Layton 1986.

1333 z.B. Mock 1994.

1334 z.B. Senghaas-Knobloch/ Volmerg 1988 und 1990.

1335 z.B. Hunning 1987.

1336 Volmerg/ Senghaas-Knobloch 1992, 25 – Hervorhebungen im Original.

1337 Volmerg/ Senghaas-Knobloch 1992, 1.

1338 siehe Kapitel 1.4.3 Ganzheitliche Reflexion (in) der Ingenieurpraxis und besonders Kapitel 1.4.3.1 Beispieldurchgang technischer Umweltschutz.

1339 vgl. z.B. Laatz 1979, 219ff. und 264ff.

duktionsprozess fokussiert. Soziale Fragen bezogen sich also auf die eigene Position, beispielsweise in Abgrenzung zu Arbeitern oder Verwaltungsangestellten, und das politische Bewusstsein bezog sich auf die betrieblichen Interessenvertretungen auf Arbeitgeber- und Arbeitnehmerseite und kapitalismuskritische allgemeinpolitische Fragestellungen.¹³⁴⁰ Sicherheitsbezogene soziale und politische Fragen wurden fast ausschließlich auf den Arbeitsschutz und die Arbeitsbedingungen bezogen behandelt. Ökologische Fragen spielten noch keine Rolle. In der neueren Forschung werden soziales und politisches Bewusstsein weiter gefasst. Es geht im Grunde um das Bewusstsein für die gesellschaftlichen Auswirkungen der eigenen Arbeit. Hierbei wird zunehmend auch das ökologische Bewusstsein von Ingenieuren angesprochen, zu dessen Erfassung es jedoch kaum empirische Studien gibt.

Das „Professionsbewusstsein“ hat mehrere Wirkrichtungen im Sinne der logic of membership und der logic of influence.¹³⁴¹ Layton, der in seinem berühmt gewordenen, erstmals 1971 erschienenen, Buch „The Revolt of the Engineers“¹³⁴² den Gegensatz zwischen progressiven und konservativen Ingenieuren (in Ingenieurorganisationen) beschreibt, unterstreicht das sich auch in diesem Kampf entwickelnde professionelle Bewusstsein der Ingenieure für ihre gesellschaftliche Verantwortung in einem umfassenderen Sinn, welches aber nicht unbedingt im Einklang mit ihrem Handeln stände.¹³⁴³ Generell wird in der Literatur eher der Kampf um die Einigung der Profession beschrieben, denn die Wirkung einer solchen in Verbänden organisierten Profession auf die einzelnen Mitglieder bzw. auf alle Professionsangehörigen. Nach einer inzwischen historischen Untersuchung von Kogon waren 65% der Mitglieder der technischen Intelligenz¹³⁴⁴ „vom Unvermögen der Ingenieure, sich in Verbänden wirksam zu solidarisieren und politisch einheitlich zu handeln“¹³⁴⁵ überzeugt. Hortleder der mit seiner 1970 erschienenen kapitalismuskritischen Arbeit eigentlich der Frage nachgehen wollte, inwieweit der VDI in der Lage war, „gesellschaftspolitische Interessen der Ingenieure, die in ihrer Mehrheit abhängige Arbeitnehmer sind, zu erkennen, zu vertreten und durchzusetzen“¹³⁴⁶, beschrieb über dieses Erkenntnisinteresse hinaus das „Gesellschaftsbild des Ingenieurs“ als konstant. Die politische Abstinenz und Ohnmacht der Ingenieurvereine wird deshalb als kritikwürdig angesehen, weil sich die Ingenieurvereine nach seiner Untersuchung von ihrem Selbstverständnis her nicht wesentlich durch den politischen „Systemwechsel“ vom Nationalsozialismus zur repräsentativen Demokratie gewandelt hätten.¹³⁴⁷ Diese Aussagen

¹³⁴⁰ z.B. Laatz 1979, 294ff.

¹³⁴¹ vgl. Kapitel 3.2.3.1.3 Selbststeuerung durch Einfluss auf Organisationsmitglieder (logic of membership) und Kapitel 3.2.2.2.1.3 Korporatismusansätze.

¹³⁴² Layton weiß im Vorwort zu dem Reprint aus dem Jahr 1986 darauf hin, dass der Verlag auf einen publicitären Titel drängte und er eigentlich den neutraleren Untertitel präferierte (vgl. Layton 1986, vii f.).

¹³⁴³ vgl. Layton 1986, x.

¹³⁴⁴ Der Ausdruck „Technische Intelligenz“, der vor allem in den „realsozialistischen“ Ländern benutzt wurde, wird aktuell wenig verwendet (vgl. frühere Beispiele in den Titeln bei Hortleder 1970 oder Lenk/ Ropohl 1976). Die „Technische Intelligenz“ als soziale Kategorie wird definiert als die Gruppe der Gesellschaftsmitglieder, die eine höhere technische oder technikwissenschaftliche Ausbildung genossen haben und in technischen Berufen oftmals in Leitungspositionen tätig sind (angelehnt an Lenk/ Ropohl 1976, 3).

¹³⁴⁵ vgl. Lenk 1976, 8.

¹³⁴⁶ Hortleder 1970, 11.

¹³⁴⁷ vgl. Hortleder 1970, 16.

müssen für die heutige Zeit sicherlich relativiert werden, in der sich insbesondere der VDI beispielsweise mit der VDI-Richtlinie 3780 stärker zu gesellschaftlichen Fragen äußert und auch einige Ingenieurorganisationen wie beispielsweise die ATV-DVWK sich auch beispielsweise in umweltpolitischen Diskussionen zu Wort melden. Nichtsdestotrotz könnten die Ingenieurverbände überlegen, inwieweit dieses Engagement noch ausbaufähig ist. Außerdem hegt ein Teil der sozialwissenschaftlichen Forschung den genannten Aktivitäten gegenüber den Verdacht, nur „Feigenblätter“ darzustellen und geht nicht von einer hinter diesen Aktivitäten stehenden echten Überzeugung aus. Letztlich ist die Diskussion dieser Frage insofern müßig, als Aktivitäten, die in Richtung einer reflexiven Ingenieurwissenschaft gehen, zu begrüßen sind und als anders als über solche Aktivitäten keine Veränderung möglich ist.

3.1.1.4.2 Ingenieurwissenschaftliche Ingenieurforschung

Des Weiteren gibt es auch eine Reihe von Ingenieuren, die sich selbst zum Thema machen – mit eher praktischem Anliegen¹³⁴⁸ oder Arbeiten, die auch einen theoretischen Anspruch verfolgen. Insgesamt ist die Zuordnung von Arbeiten zur Ingenieurforschung zur sozial- oder ingenieurwissenschaftlichen Richtung insofern schwierig, als sich viele Autoren mit Doppelqualifikationen auf diesem Forschungsfeld betätigen. Die meisten Arbeiten dieser Autoren wurden schon unter dem vorhergehenden Punkt erwähnt und/ oder diskutiert. Auf einen Unterschied ist jedoch hinzuweisen:

In den meisten, vorwiegend sozialwissenschaftlich geprägten, Arbeiten zum Ingenieurbewusstsein wird zumeist das „falsche“ oder „ungenügende“ Bewusstsein kritisiert. Zum Teil werden auch Vorschläge zur Behebung von festgestellten Defiziten unterbreitet, aber insgesamt bleibt das Gros der Arbeiten einer destruktiven Kritik verhaftet. Hiervon unterscheiden sich ingenieurwissenschaftliche Arbeiten, wobei ein Ausschnitt aus einem Vorwort diese andere Zielrichtung auf den Punkt bringt: „Ziel dieses Buches ist nicht, die Welt- bzw. Menschheitsprobleme erneut zu dramatisieren oder einen weiteren moralischen Zeigefinger auf Politiker, Ingenieure, Manager, Journalisten und andere Personengruppen zu richten, sondern brauchbare Argumente für oder gegen bestimmte Verantwortungskriterien und Leitsätze oder allgemeine Verhaltenskodizes und Leitbilder systematisch zu sammeln und vorsichtig zu kommentieren.“¹³⁴⁹ Detzers Arbeit ist ein gutes Beispiel für die produktive Nutzung auch sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur. Er differenziert den Verantwortungsbegriff in individuelle, gruppenbezogene und institutionelle Verantwortung¹³⁵⁰ und legt in seinen Empfehlungen ein Schwergewicht auf letztere. Von den institutionellen Verantwortungsträgern (bei ihm: Unternehmen, Verbände, Gebietskörperschaften) hebt er besonders die Unternehmen hervor, die, bezogen auf den Umweltschutz, durch Unternehmensleitlinien zum Umweltschutz, Handbücher, Anpassung der Aufbau- und Ablauforganisation an die Umweltschutzgesetzgebung, Ausarbeitung von Gefahrenabwehrplänen, Mitarbeiterschulungen auch mit konkreten Übungen und jährlichen Umweltberichten¹³⁵¹ zur Wahrnehmung ihrer Verantwortung beitragen könnten.

¹³⁴⁸ z.B. Hahn 1996.

¹³⁴⁹ Detzer 1995, V.

¹³⁵⁰ vgl. Detzer 1995, 34.

¹³⁵¹ vgl. die Auflistung und die ausführlichere Beschreibung der einzelnen Punkte in Detzer 1995, 241ff.

Von den Arbeiten zur ingenieurwissenschaftlichen Ingenieurforschung soll hier besonders eine hervorgehoben werden. Seit den 1970er Jahren werden im VDI „Fragen des Wertewandels, der Wertgebundenheit technischer Entscheidungen und der Verantwortung des Ingenieurs“¹³⁵² behandelt. Im Zuge dieser Auseinandersetzung wurde die Idee einer technischen Norm zur Technikbewertung geboren. Ein großer Teil der Autoren ingenieurwissenschaftlicher Veröffentlichungen, die sich in übergeordneter Perspektive mit Ingenieuren befassen, hat an der Erarbeitung der VDI-Richtlinie 3780 zur Technikbewertung teilgenommen.¹³⁵³ Zum für die Erarbeitung der Norm zuständigen Ausschuss („Grundlagen der Technikbewertung“) gehör(t)en Banse, Brennecke, Detzer, Holz, Hubig, Hunning, Jischa, König, Kornwachs, Poser, Rapp und Ropohl. Der Normenausschuss selbst hat (unter Redaktion von Volker M. Brennecke) mit dem VDI-Report 15 eine Erläuterung der technischen Norm erarbeitet,¹³⁵⁴ was für technische Normen unüblich ist. Im Jahr 1999 zog man im VDI-Report 29 eine Zwischenbilanz.¹³⁵⁵ Im gleichen Jahr erschien, herausgegeben von Rapp, eine weitere Veröffentlichung, die neben dem gänzlich unverändert übernommenen VDI-Report 29 im zweiten Teil neun Fallbeispiele für die Anwendung der Technikbewertung – über die Technikfolgen der Chlorchemie¹³⁵⁶, klimaverträgliche Energieversorgung¹³⁵⁷ bis hin zur Baukultur im Brückenbau¹³⁵⁸ – präsentierte. Insgesamt hat die Richtlinie 3780 die Diskussion über die Verantwortung der Ingenieure wieder belebt, wie beispielsweise an den Beiträgen in dem von Duddeck herausgegebenen Band „Technik im Wertekonflikt“ ersichtlich ist.¹³⁵⁹ Auch hierin findet sich eine Reihe von Fallbeispielen.

Der Hinweis auf die Fallbeispiele ist von Bedeutung, da die VDI-Richtlinie schon vor ihrer Einführung kontrovers diskutiert wurde und viel Kritik, insbesondere hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit, vorgebracht wurde. Eine Studie, die am Beispiel der Chlorchemie ausdrücklich die Anwendbarkeit der Richtlinie testen wollte, kam zu dem Schluss, dass die VDI-Richtlinie nur einen allgemeinen Zugang ermögliche. Für die „systematische Erfassung der einschlägigen Technikfolgen im konkreten Fall“¹³⁶⁰ sei sie jedoch nicht hilfreich.¹³⁶¹ In der Untersuchung wollte man zunächst den potenziellen Nutzen und den potenziellen Schaden der Chlorchemie erfassen. Zur Bildung dieser Nutzen- bzw. Schadensszenarien konnte die VDI-Richtlinie verständlicherweise wenig beitragen, weil hierzu – so die Interpretation im Sinne der Terminologie dieser Arbeit – konkrete subjektive Leistungen zu erbringen waren. Diese subjektiven kreativen Leistungen werden in der VDI-Richtlinie ausgeblendet. Die Richtlinie geht vielmehr von dem „fertigen“ technischen Gegenstandsbereich aus, der zu bewerten ist. Die von der

¹³⁵² VDI 1991, 6.

¹³⁵³ allgemein und einführend zur VDI-Richtlinie 3780 vgl. Kapitel 1.3.3 Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen.

¹³⁵⁴ VDI 1991.

¹³⁵⁵ VDI 1999.

¹³⁵⁶ Wolff 1999.

¹³⁵⁷ Weimer-Jehle 1999.

¹³⁵⁸ Schlaich/ Bögle 1999.

¹³⁵⁹ Duddeck 2001.

¹³⁶⁰ VDI 1999, 11.

¹³⁶¹ vgl. Wolff 1999, 72.

Richtlinie selbst beschriebene „innovative Technikbewertung“¹³⁶², die begleitend zur Technikentwicklung stattfindet und nicht nur in diesem Punkt Gemeinsamkeiten mit Ropohls Konzept aufweist, ist mit den durch sie bereitgestellten Mitteln wohl kaum durchzuführen.

Es stellt sich die Frage, ob die VDI 3780 eine „Richtlinie zur Erstellung von Studien zur Technikbewertung“ sein will oder eine „Richtlinie zur Unterstützung von Ingenieuren bei praktischen Verantwortungsfragen“. Offensichtlich zielt sie auf ersteres, was beispielsweise an der breiten Behandlung der Institutionen und Institutionalisierungsformen der Technikbewertung ablesbar ist.¹³⁶³ Außerdem entspricht dies der Definition der Zielgruppe der VDI-Richtlinie, in der alle diejenigen angesprochen werden, die an Entscheidungen über phylogenetische technische Entwicklungen und der Gestaltung der Rahmenbedingungen beteiligt sind.¹³⁶⁴ Man muss die Richtlinie fairerweise auch an ihrem eigenem Anspruch messen, der eindeutig handlungsfern ist: „Von ihrem Ansatz her kann und will die Richtlinie also keine spezifischen, direkt auf den Einzelfall zugeschnittenen Handlungsempfehlungen geben.“¹³⁶⁵ Gleiches gilt im Übrigen für das Fehlen einer Begründung der gewählten Werte, der Diskussion der Gültigkeit der Werte und der Thematisierung der priorisierend gemeinten Rangfolge der Werte.¹³⁶⁶ Das eigene Selbstverständnis, das einer Absage an Handlungsanleitung gleichkommt, darf aber kritisiert werden. Denn es fragt sich, warum dann die Form einer technischen Norm gewählt wurde. Technische Normen richten sich an Ingenieure und sind konkret auf deren Praxis bezogen.¹³⁶⁷ Muster zum Vorgehen bei wissenschaftlichen Studien (in diesem Fall zur Erstellung von Studien zur Technikbewertung) bedürften nicht der Abfassung in Form einer technischen Norm.

Die VDI-Richtlinie unterscheidet zwar zwischen probleminduzierter und technikinduzierter und zwischen reaktiver und innovativer Technikbewertung, doch alle Unterscheidungen beziehen sich auf die Entwicklung phylogenetisch neuer Technik. Für die Technik-Ontogenese, beispielsweise die Entwicklung technischer Anlagenprojekte, kann sie allenfalls zur Unterstützung von Werturteilen auf den oberen beiden Konkretisierungsebenen¹³⁶⁸ (Entscheidungen über das grundsätzliche „ob“ und „wie“) herangezogen werden. Hinsichtlich von Werturteilen auf den unteren Konkretisierungsebenen bleibt sie „stumm“. Der Alltag der überwiegenden Zahl der Ingenieure dürfte aber im Bereich der Entwicklung konkreter technischer Projekte liegen. Die in ihrer tagtäglichen Konstruktionspraxis sich unvermeidbar stellenden wertbezogenen Dilemmasituationen dürften mit dem Werkzeug der Richtlinie nur selten gelöst werden können. Somit bleibt festzuhalten, dass die VDI-Richtlinie 3780 für die im Infrastrukturanlagenbau tätigen Ingenieure wohl kaum Hilfen bereitstellt. Dies entspricht wohl auch nicht ihrem Anspruch, aber ihr tatsächlicher Anspruch und die diesen Anspruch umsetzende Abfassungs-

1362 VDI 3780 1991, Kapitel 4.1.

1363 vgl. z.B. Brennecke 1999.

1364 VDI 3780 1991, Vorbemerkung.

1365 Detzer/ Rapp 1991, 1.

1366 vgl. VDI 1999, 13.

1367 Differenzierter zur Wirkungsweise von technischen Normen siehe Kapitel 1.3.2.3 Wirkungsweisen technischer Normen. Allerdings gibt es natürlich auch andere technische Normen wie beispielsweise die Normen zum Qualitätsmanagement (ISO 9000 ff.), die auch keinen unmittelbaren Objekt- und Praxisbezug aufweisen.

1368 siehe Kapitel 1.2.3.1 Konkretisierungsebenen.

form sind zu überdenken, da die Form der technischen Norm allein schon Erwartungen an einen Praxisbezug weckt.

Neben dem Handlungsbezug soll hier das Sicherheitsverständnis der VDI-Richtlinie 3780 näher betrachtet werden. Sicherheit ist einer der acht Werte der Norm und wird innerhalb der Prioritäten ausdrückenden Rangreihe an vierter Stelle nach Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Wohlstand und vor Gesundheit, Umweltqualität und Persönlichkeitsentfaltung/ Gesellschaftsqualität genannt. Sicherheit wird in der Richtlinie folgendermaßen definiert: „Sicherheit bei der Entwicklung und Nutzung von technischen Systemen bedeutet hier die Abwesenheit von Gefahren für Leib und Leben. Die Sicherheitsanforderung bezieht sich auf *körperliche Unversehrtheit, Überleben des einzelnen Menschen* sowie das auch langfristige *Überleben der ganzen Menschheit*; unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist auch das Vermeiden von Sachschäden wichtig.“¹³⁶⁹ Das Sicherheitsverständnis ist somit anthropozentrisch ausgerichtet. Der Umwelt wird kein Eigenwert beigemessen, sondern sie wird insofern „mitgeschützt“ wie sie für das menschliche Überleben von Bedeutung ist.

Sicherheit wird in der VDI-Richtlinie als der „reziproke Wert“ des Risikos quantifiziert, das mit technischem Handelns verbunden ist, wobei zur Risikoberechnung auf Wahrscheinlichkeit und Schadensausmaß und damit auf die Risikoformel verwiesen wird. Die VDI-Richtlinie unterstützt Risikovergleiche, bei denen der potenzielle Nutzen dem potenziellen Schaden gegenübergestellt wird, wobei nur Risikovergleiche zwischen Techniken angestrebt werden, die gleichen Zwecken dienen, z.B. Stromerzeugung durch a) Atomkraftwerke und b) Kohlekraftwerke.¹³⁷⁰ Insofern folgt die VDI-Richtlinie 3780 ganz der Linie der ingenieurwissenschaftlichen Literatur zur Risikoforschung. Allerdings weicht sie in einem entscheidenden Punkt ab: Risikoberechnungen werden nicht als der Königsweg des Umgangs mit Risiken aufgefasst. Es wird in der Richtlinie weiterhin darauf hingewiesen, dass beim Vergleich zivilisatorischer Risiken untereinander bzw. zivilisatorischer und natürlicher Risiken faktisch unterschiedliche Akzeptanzbereitschaften bestehen. Die Richtlinie will jedoch, abweichend von den Überlegungen der Sicherheitswissenschaft, aus diesen Vergleichsgrößen keine Risikogrenzwerte ableiten: „Grenzwerte für Risiken müssen in einem gesellschaftlichen und politischen Bewertungsprozess festgelegt werden, wobei auch eine getrennte Betrachtung von Gefahrenpotenzial und Eintrittswahrscheinlichkeit vorgenommen werden kann. Eine mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden durchgeführte quantitative Abschätzung von Risiken (...) kann für diesen Prozess Argumente liefern, ihn aber nicht ersetzen.“¹³⁷¹

Die Richtlinie 3780 widmet sich auch der Diskussion der Frage nach Handlung und Struktur. „Neben der Aufgabe der Sensibilisierung des Verantwortungsbewusstseins der Individuen besteht die ebenso notwendige Aufgabe, durch entsprechende Rahmenbedingungen und organisatorische und institutionelle Vorgaben dem so geschaffenen Bewusstsein eine entsprechende Absicherung und soziale Stützung zu verleihen.“¹³⁷² In diesem Sinne weist die Richtlinie, Übereinstimmungen mit sozialwissenschaftlichen Praxisansätzen auf: „Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die konkrete Umsetzung der Technikbewertung neben der Differenzierung

¹³⁶⁹ VDI 3780 1991, Punkt 3.4 – Hervorhebungen im Original.

¹³⁷⁰ vgl. VDI 3780 1991, Punkt 3.4.

¹³⁷¹ VDI 3780 1991, Punkt 3.4.

¹³⁷² VDI 1991, 56.

der Wertbereiche und der Konkretisierung in den einzelnen Handlungsfeldern sowohl die individuelle Verantwortungsethik als auch institutionelle Rahmenbedingungen und Steuerungsmaßnahmen erfordert. Keines der genannten Elemente lässt sich durch die anderen ersetzen.“¹³⁷³

Die VDI-Richtlinie, die selbst schon ein Integrationsprodukt sozialwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung ist, fordert eine „interdisziplinäre Technikforschung“¹³⁷⁴. Die Mitglieder des Ausschusses haben vielfältige und intensive Verbindungen zu den Sozialwissenschaften. Auch wenn einige Mitglieder ursprünglich eine Ingenieurausbildung absolviert haben, so liegen ihre heutigen Tätigkeitsschwerpunkte nicht im Bereich ihrer ursprünglichen Ausbildung, sondern gerade in übergeordneten Fragen.¹³⁷⁵ Die Richtlinie ist ein Beispiel für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen sozial- und ingenieurwissenschaftlichen Ansätzen, auch wenn sie hinsichtlich der kritisierten Punkte verbesserungsbedürftig ist.

Trotz ihrer geringen Orientierungsfunktion in der Ingenieurpraxis ist ihre Wirkung im wissenschaftlichen Bereich nicht zu schmälern. Sie hat in die ingenieurwissenschaftliche Fachliteratur, so in den Hütte,¹³⁷⁶ ein Grundlagenbuch der Ingenieurwissenschaften, oder beispielsweise in ein Lehrbuch der technischen Logistik, Eingang gefunden und wurde vielfältig rezipiert.¹³⁷⁷ Sie ist das Ergebnis einer interdisziplinären Diskussion, die sie gleichzeitig anregt. Die VDI-Richtlinie stellt des Weiteren eines der detailliertesten Konzepte zur *allgemeinen* phylogenetischen Technikbewertung dar. Sie hat sich als angeschlossenfähig an aktuelle wissenschaftliche Diskussionen um Ethikkodizes, Leitbilder oder Nachhaltigkeit¹³⁷⁸ erwiesen. Auch wenn der versprochene oder der von ihr gewünschte Nutzen unter den Erwartungen blieb, so hat sich doch eine Reihe positiver Entwicklungen angestoßen.

Zusammenfassend zur Ingenieurforschung: Die ingenieur- und sozialwissenschaftliche Ingenieurforschung erweisen sich in der Würdigung aller Bezüge als gut miteinander verzahnt. Eine Erklärung hierfür liefern sicherlich die vielen Autoren, die sich durch Doppelqualifikationen auszeichnen.

3.1.2 Potenziale für interdisziplinäres Lernen

Interdisziplinarität,¹³⁷⁹ mittlerweile ein „Standardziel“ in vielen wissenschaftlichen Zusammenhängen, umfasst sowohl die Überwindung von Grenzen zwischen einzelnen Forschungsberichen innerhalb einer Wissenschaftskultur, als auch zwischen Wissenschaftskulturen. Ge-

¹³⁷³ VDI 1991, 56f.

¹³⁷⁴ vgl. VDI 1999, 14.

¹³⁷⁵ beispielsweise Banse und Ropohl.

¹³⁷⁶ vgl. Hütte 1996.

¹³⁷⁷ vgl. die konkreten Rezeptionsnachweise in VDI 1999, 10.

¹³⁷⁸ vgl. VDI 1999, 6.

¹³⁷⁹ Die Bezeichnungen für disziplinäre Zusammenarbeit differieren: Aagaard spricht von „inter-disciplinarity“, „multi-disciplinarity“, „trans-disciplinarity“ und „cross-disciplinarity“ (vgl. Aagaard 2002, 27).

nerell wird davon ausgegangen, dass Interdisziplinarität innerhalb einer Wissenschaftskultur einfacher zu verwirklichen ist, als zwischen den Wissenschaftskulturen.¹³⁸⁰

Interdisziplinarität wird im Folgenden nicht bloß gefordert, sondern es werden Erträge und Potenziale interdisziplinärer „Befruchtungsprozesse“ aufgezeigt. Es werden die Lernpotenziale, die sich auch aus der gegenseitigen Rezeption innerhalb einer Wissenschaftskultur und zwischen den Wissenschaftskulturen ergeben (können) und schon „beiläufig“ in den ersten beiden Kapiteln ausgeführt wurden, resümierend zusammengefasst. Wurden in den ersten beiden Kapiteln die Inhalte in den Mittelpunkt gestellt und nicht das disziplinäre Werkzeug ihrer Betrachtung, so rücken in diesem Kapitel die Disziplinen in den Vordergrund. Es wird also gefragt, welche Beiträge die einzelnen Disziplinen zur Lösung bestimmter inhaltlicher Probleme liefern bzw. liefern könnten. Durch die Betrachtung der jeweiligen disziplinären Leistungen offenbaren sich auch die Defizite der einzelnen Forschungsbereiche. In der Darstellung soll jedoch nicht das Schwergewicht auf die Defizite gelegt werden, sondern es wird vielmehr herausgearbeitet, „wer was von wem“ lernen kann. Die Darstellung ist somit positiv auf die Herausstellung der Potenziale und nicht negativ auf die Herausstellung der Defizite ausgerichtet. Darüber hinaus bestehen einige Lernpotenziale, die kaum durch Arbeiten anderer Forschungsbereiche geschlossen werden können. Zu ihrer Identifikation und Entwicklung von Möglichkeiten ihrer Behebung trägt diese Arbeit bei. Die Integration sozialwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschungserkenntnisse bildet die Grundlage für die Entwicklung eines eigenständigen Modells der Sicherheitsgenese.

3.1.2.1 Grundsätzliches zur gegenseitigen Rezeption einzelner Forschungsbereiche

Nachdem die einzelnen einschlägigen Forschungsbereiche der beiden Wissenschaftskulturen vorgestellt wurden, wird nun deren gegenseitige Rezeption untersucht. Rezeption im engeren Sinne meint die Übernahme bzw. Aufnahme des Gedankenguts eines anderen, im weiteren Sinne wird darunter die reine Zurkenntnisnahme, z.B. einer Veröffentlichung (jedoch ohne inhaltliche Auseinandersetzung), verstanden. Die folgenden Tabellen und Schaubilder dienen zur Veranschaulichung, müssen aber in ihrer Generalisierungsabsicht einzelne Feinheiten vernachlässigen.

Generell muss man unterscheiden zwischen der gegenseitigen Rezeption in den Forschungsbereichen der beiden Wissenschaftskulturen. Gerade über die Arbeiten, die von Personen ausgeführt werden, die Doppelqualifikationen besitzen, werden Ansätze miteinander verwoben. Das Ausmaß gelungener Integrationsleistungen ist nach Forschungsbereichen zu differenzieren.

Gerade in der Risikoforschung ist oftmals nur eine aufeinander verweisende, aber nicht wirklich inhaltlich integrierende Rezeption zu verzeichnen. Zwischen der sozialwissenschaftlichen und der ingenieurwissenschaftlichen Technikforschung bestehen jeweils einige schwächere Verbindungen, die Rezeption beschränkt sich hier ebenfalls zumeist auf Verweise auf Veröffentlichungen der anderen Wissenschaftskultur. Die Arbeiten zur Ingenieurforschung nehmen stärker und auch inhaltlich voneinander Kenntnis. Die Arbeiten zur Konstruktionsforschung sind erstaunlich gut miteinander koordiniert.

¹³⁸⁰ Zur Diskussion der „zwei-Kulturen-These“ siehe Kapitel 3.1.1 Einordnung der Arbeit in Forschungszusammenhänge.

	Technikfor- schung	Risikoforschung	Konstruktions- forschung	Ingenieurfor- schung
Sozialwissen- schaften				
Ingenieurwissen- schaften				

Tabelle 10: Gegenseitige Rezeption sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Arbeiten in den einzelnen Forschungsbereichen.

Die gegenseitige Rezeption *innerhalb* der Wissenschaftskulturen ist quantitativ und qualitativ stark unterschiedlich ausgeprägt. Innerhalb der Sozialwissenschaften ist die stärkste gegenseitige Rezeption zwischen Risiko- und Technikforschung festzustellen. Zwischen Konstruktions- und Technikforschung sind noch einige Verbindungen erkennbar. Die gestrichelten Pfeile zeigen Verbindungen zwischen Forschungsbereichen auf, die in der Realität kaum bestehen.

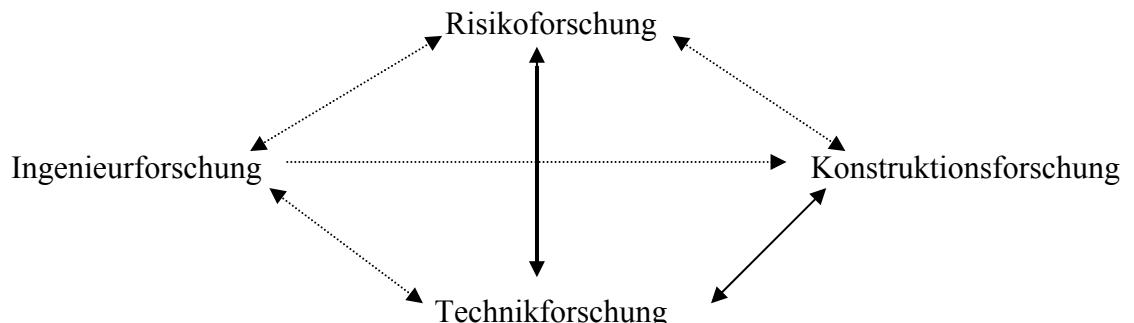


Abbildung 4: Gegenseitige Rezeption der Forschungsbereiche innerhalb der Sozialwissenschaften.

Umfassende Integrationsleistungen sind hierbei wieder stark personenabhängig. Hervorzuheben sind die Arbeiten von Banse, der in seiner Arbeit Ansätze zur Technikforschung, Konstruktionsforschung und Risikoforschung vereint und darüber hinaus den Dialog mit den Ingenieurwissenschaften sucht.

In den Ingenieurwissenschaften ist ebenfalls ein Nebeneinander der betreffenden Forschungsbereiche festzustellen. Lediglich zwischen der Konstruktionsforschung und der ingenieurwissenschaftlichen Technikforschung, nicht in ihrer Ausprägung als allgemeine Technologie, wohl aber in ihren vielen Ausprägungen fachspezifischer Art, bestehen stärkere inhaltliche Verbindungen. Hierbei ist noch zu differenzieren, da die Konstruktionswissenschaft die fachspezifischen Forschungen – oftmals auch für die Veranschaulichung durch Beispiele – heranzieht, wohingegen sie von den Veröffentlichungen der fachspezifischen Technikforschung allenfalls benennend, aber nicht wirklich inhaltlich aufgenommen erwähnt wird.

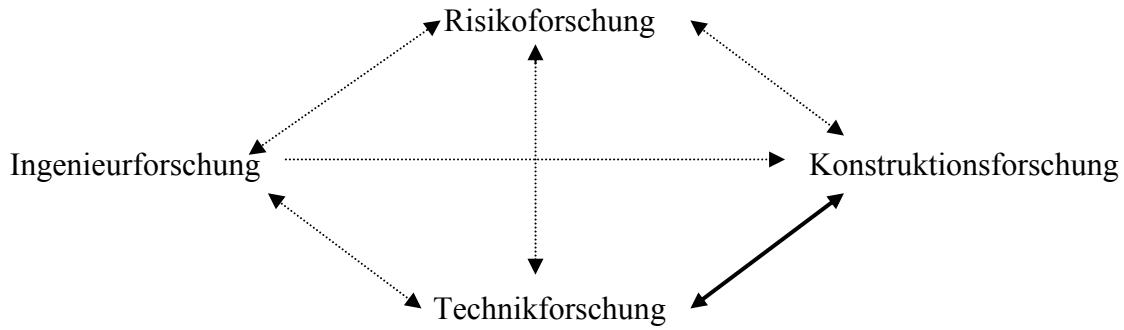


Abbildung 5: Gegenseitige Rezeption der Forschungsbereiche innerhalb der Ingenieurwissenschaften.

Ohne den umfänglichen und detaillierten Nachweis anzugehen, weil hier keine allgemeine wissenschaftstheoretische Arbeit geleistet werden soll, ist festzuhalten: Die gegenseitige Rezeption von Veröffentlichungen zwischen Sozial- und Ingenieurwissenschaften ist erstaunlicherweise besser als die gegenseitige Rezeption der einzelnen Forschungsbereiche innerhalb einer Wissenschaftskultur!

3.1.2.2 Konkrete Lernpotenziale

Die Lernpotenziale, die in den ersten beiden Kapiteln mitlaufend und dabei größtenteils ausführlich angesprochen wurden, sollen hier noch einmal zusammengefasst werden.

- Objektbezug: Verbesserung des Objektbezugs in den sozialwissenschaftlichen Darstellungen der Technik-, Risiko- und Konstruktionsforschung.
- Generatives: Berücksichtigung des Generativen in allen sozialwissenschaftlichen Disziplinen und der ingenieurwissenschaftlichen Konstruktionsforschung.
- Wertcharakter: Stärkung des Bewusstseins für den Wertcharakter in den Ingenieurwissenschaften und durch sie in der Ingenieurpraxis.
- Sicherheitsbegriff: Entmarginalisierung des Sicherheitsbegriffs, insbesondere in der sozialwissenschaftlichen und z.T. in der ingenieurwissenschaftlichen Risikoforschung.
- Schadensfälle: Entwicklung positiver Vorschläge zum Lernen aus Schadensfällen (Analysearbeit mit Konsequenzen).
- Risikoberechnungen: Überwindung der vergleichsweise „naiven“ Beschäftigung mit der Risikoformel und Risikoberechnungen in den Sozialwissenschaften.
- Sicherheitswissenschaft: Verbesserung der Rezeption sicherheitswissenschaftlicher Kenntnisse in einzelnen ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen.
- Technikontogenese: Berücksichtigung der Technikontogenese durch die sozialwissenschaftliche Technikgeneseforschung.
- Sicherheitskommunikation: Berücksichtigung der kommunikativen Prozesse im Technikontogeneseprozess durch alle Forschungsbereiche.

- Bauforschung: Berücksichtigung baulicher Konstruktionsprozesse durch die sozialwissenschaftliche Forschung.
- Ingenieure: Berücksichtigung von Ingenieuren in der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung insbesondere Risikowahrnehmungsforschung.
- Ingenieurbetrachtung: Berücksichtigung der positiven Eigenmotivation der Ingenieure zur Schaffung von Sicherheit.
- Praxisbezug: Verbesserung des Praxisbezugs der ingenieurwissenschaftlichen Darstellungen insbesondere der Risikoforschung.
- Praxiskenntnis: Diffusion ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse der Konstruktions- und Risikoforschung in die Praxis.
- Politikbetrachtung: Klärung der Verantwortlichkeiten für die Rahmenbedingungen von Ingenieurarbeit.

Für einige der genannten Bereiche wurden in dieser Arbeit konkrete Vorschläge entwickelt, für andere die Problemlagen nachgezeichnet. Grundsätzlich wird ein deskriptiver Anspruch verfolgt. Gleichwohl ergeben sich oftmals, allein durch die Beschreibung des Gegebenen, auch die Möglichkeiten zur Veränderung, ohne dass hiernach aktiv gesucht wurde.

3.1.2.3 Integrationsleistungen der Arbeit

Gesellschaftliche Analysen, wie die von Beck und Luhmann als den beiden bekanntesten deutschen Autoren zur sozialwissenschaftlichen Risikoforschung, weisen, wie oft beklagt wird, empirische Defizite auf.¹³⁸¹ Dagegen werden die meisten empirischen Arbeiten zur Risikoforschung als theoretisch defizitär angesehen, so dass eine „Lücke zwischen konkreten und gegenstandsbezogenen Fragestellungen und umfassenderen gesellschaftstheoretischen Überlegungen“¹³⁸² besteht: Die sozialwissenschaftliche, insbesondere die soziologische Risikoforschung, versucht das Risikothema in bestehende Großtheorien einzubauen, deren Abstraktionsgrad eine detaillierte Analyse empirischer Fälle zu behindern scheint.¹³⁸³ Es besteht daher ein „Bedarf an genuin soziologischen Analysen von empirischen Fällen, die informativer und präziser sind, als die teils grundbegrifflich orientierten, teils normativen Arbeiten. Die Risiko-soziologie benötigt ein Fundament an empirischen Fallstudien, auf deren Basis sowohl die Theorie weiterentwickelt, als auch die normativen Fragen anders angegangen werden können.“¹³⁸⁴ Es ist ein Anliegen der vorliegenden Arbeit – gerade unter Beachtung normativer Aspekte – empirische und übergeordnete theoretische Forschungserkenntnisse zu integrieren.

Die Risikoforschung ist jedoch, wie oben gezeigt wurde, bei weitem nicht der einzige Forschungsbereich, der für die Untersuchung der Fragestellung nutzbar gemacht werden kann. Die wechselseitige Wahrnehmung der Risiko-, Technik-, Ingenieur- und Konstruktionsforschung

¹³⁸¹ vgl. Grundmann 1999a, 44.

¹³⁸² Krücken 1996, 192.

¹³⁸³ vgl. Wiesenthal, zitiert nach Grundmann 1999a, 54f.

¹³⁸⁴ Grundmann 1999a, 55.

lässt jedoch zu wünschen übrig. Insbesondere ist zu beklagen, dass Arbeiten zur Konstruktionsforschung häufig von Arbeiten zur Risikoforschung kaum Kenntnis nehmen, ebenso wie Arbeiten der Risikoforschung solche zur Konstruktionsforschung wenig rezipieren. Da untrennbar mit dem Konstruieren Risiken entstehen, erscheint dies unverständlich. Konstruktions- und Risikoforschung verfolgen unterschiedliche Ziele und haben nur zum Teil dieselben Betrachtungsgegenstände, aber in den Überscheidungsbereichen sollten die entsprechenden Arbeiten füreinander fruchtbar gemacht werden.

Des Weiteren ist die Verbindung sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Ansätze in allen vier Forschungsbereichen (Risiko-, Ingenieur-, Konstruktions- und Technikforschung) verbessерungsbedürftig. Sozial- und ingenieurwissenschaftliche Arbeiten verweisen zwar aufeinander, aber eine ernsthafte und dezidierte Auseinandersetzung mit den Inhalten der jeweils anderen Wissenschaftskultur ist weniger ausgeprägt. Insgesamt kann jedoch die Zusammenarbeit innerhalb eines Forschungsbereiches über die Grenzen der Wissenschaftskulturen hinweg als ausgeprägter angesehen werden als die Zusammenarbeit zwischen den Forschungsbereichen innerhalb einer Wissenschaftskultur!

In dieser Arbeit werden die genannten Forschungsbereiche der beiden Wissenschaftskulturen nicht jeweils für sich getrennt dargestellt und verglichen, sondern vielmehr werden die für die Beantwortung der Fragestellung fruchtbar zu machenden Teile herangezogen. So kommt es im Kontext der Fragestellung zu drei Brückenschlägen:

- erstens zwischen empirischer und theoretischer Risikoforschung,
- zweitens zwischen den vier genannten Forschungsbereichen, insbesondere zwischen Konstruktions- und Risikoforschung sowohl ingenieur- als auch sozialwissenschaftlicher Prägung und
- drittens zwischen ingenieurwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Arbeiten in den jeweiligen Forschungsbereichen.

Es wurden die jeweiligen Forschungsbereiche aus beiden Wissenschaftskulturen mit ihren Leistungen zur Beantwortung der Fragestellung, aber auch ihren Defiziten, dargestellt, Vorschläge zur wechselseitigen Befruchtung der disziplinären Arbeiten unterbreitet, um auf dieser Grundlage ein interdisziplinäres Modell der Sicherheitsgenese zu entwickeln. Bevor dieses dargestellt wird, müssen jedoch die gesellschaftlichen und gesellschaftstheoretischen Rahmenbedingungen eines solchen Modells aufgezeichnet werden.

3.2 Impulse für die gesellschaftliche Risikosteuerung und die Gesellschaftstheorie

Modelle zur Beschreibung und Modelle zur Steuerung von Gesellschaft müssten im Prinzip eng miteinander verbunden sein. Im Grunde müsste jedes Konzept, welches das Funktionieren eines betrachteten Gegenstandes mit seinen grundlegenden Strukturen und Prozessen beschreibt, Ansatzpunkte für das gezielte Eingreifen in eben diese Strukturen und Prozesse liefern. Daher werden im Folgenden zunächst Modelle zur Gesellschaftsbeschreibung und daraufhin unterschiedliche Steuerungsansätze dargestellt. Ausgehend von modernisierungstheoretischen Gesellschaftsbeschreibungen wird das Konzept der Risikogesellschaft nachgezeichnet, welches nur wenige explizite „positive“ Steuerungsüberlegungen enthält. Durch die Betrachtung einer Reihe von expliziten Steuerungsansätzen können Anregungen für eine gesellschaftliche Selbststeuerung gewonnen werden, die zur Abwendung bzw. Abschwächung der Zwänge einer sich entwickelnden Risikogesellschaft beitragen können. Das Ziel ist es, Risiken gesellschaftlich zu steuern. Damit soll das „Horrorszenario“ der Risikogesellschaft, dass mögliche oder sogar schon sich verwirklichende Risiken (als negative Nebenfolgen von Modernisierungsprozessen) zum Hauptbezugspunkt der Steuerung der Gesellschaft werden, dass also „die Risiken die Gesellschaft steuern“ (und nicht umgekehrt), abgewendet werden.

3.2.1 Gesellschaftlicher Wandel als Modernisierungsprozess mit Implikationen für Risiken

Zur historischen Betrachtung des gesellschaftlichen Wandels gibt es eine Reihe höchst unterschiedlicher Konzepte und damit verbundener Aufteilungen und Bezeichnungen. Hier soll der Dreischritt von Vormoderne, zur Moderne hin zu einer sich stark verändernden Moderne, deren Bezeichnungen variieren, nachvollzogen werden, weil letztere, vorwiegend über die bevorstehende oder tatsächliche Verwirklichung negativer Nebenfolgen von Modernisierungsprozessen, insbesondere der technischen Entwicklung, definiert wird. Das Becksche Konzept der Risikogesellschaft baut auf die Untersuchung der sich dadurch abzeichnenden Strukturveränderungen der Moderne auf.

Vormoderne (Die Agrar- und Handwerksgesellschaft)

Im Folgenden wird der Entstehungsprozess der Risikogesellschaft im Beckschen Verständnis nachgezeichnet: Die Entwicklung moderner Gesellschaften sei untrennbar mit einem radikalen technischen Wandel verknüpft. Die Moderne bzw. die moderne Gesellschaft (als Industriegesellschaft¹³⁸⁵) mit ihren vorherrschenden Hauptkennzeichen (Rationalisierung, Industrialisierung, Individualisierung, Urbanisierung und Demokratisierung) könne über „entgegengesetzte“ Idealtypen von der Vormoderne bzw. der vormodernen Gesellschaft (als Agrar- und Handwerksgesellschaft oder als traditionelle Gesellschaft¹³⁸⁶) mit ihren vorherrschenden

¹³⁸⁵ Beck 1996, 56 lehnt – bei differenzierter Betrachtung – die Gleichsetzung von moderner Gesellschaft und Industriegesellschaft ab, weil die Industriegesellschaft nur „halbmodern“ sei.

¹³⁸⁶ Giddens 1996a beschäftigt sich ausführlich mit der Darstellung, dass es in der Moderne natürlich auch Traditionen gebe, so dass die „posttraditionale Gesellschaft“ der Moderne keineswegs traditionslos sei

Hauptkennzeichen (Religiosität/ Emotionalität, Handwerksproduktion, Kollektivität, kleinräumigen Siedlungsstrukturen und Ständeregierungen) abgegrenzt werden.¹³⁸⁷

Moderne (Die Industriegesellschaft)

Modernisierung lässt sich als ein Prozess beschreiben, in dem nach Max Weber, neue Formen der Rationalität in Form eines stark veränderten Umgangs mit Problemen auf der Basis eines ausgeprägten Zweck-Mittel-Denkens, entstanden sind. Die Art der Organisation von Arbeit, die Trennung von Haushalt und Betrieb, die Entfaltung empirisch-mathematischer Wissenschaften, der Technik und des Rechtssystems sowie eine spezielle Art und Weise der Lebensführung würden in ihrer Gesamtheit die spezifische Form der (okzidentalnen) Rationalität abbilden.¹³⁸⁸ Modernisierung zeige sich in der zweckorientierten Rationalisierung eigengesetzlicher Handlungsbereiche, insgesamt in der „Entzauberung“ der Welt (Weber). Sie könne somit als eine „funktionale Differenzierung des gesellschaftlichen Systems“ mit „Endtraditionalisierung der Lebenswelten“¹³⁸⁹ aufgefasst werden. In der Moderne komme es zu einer starken Ausdifferenzierung gesellschaftlicher, ökonomischer und technischer Möglichkeiten (und damit auch zum Entstehen neuer Unsicherheiten).

Neben Weber haben auch andere soziologische „Klassiker“, beispielsweise Simmel, Spencer, Parsons oder Durkheim, einen differenzierungstheoretischen Bezugsrahmen zur Beschreibung gesellschaftlich Modernisierungsprozesse gewählt, auch wenn sie höchst unterschiedliche differenzierungstheoretische Begrifflichkeiten verwendeten.¹³⁹⁰ Auch wenn die von den soziologischen Klassikern entwickelten Theorien zur Moderne vielfach kritisiert wurden, z.B. wegen ihrer eurozentristischen Sichtweise, monokausaler bzw. monolinearer Erklärungsansätze, der Absolutheit in der Darstellung der Idealtypen und der Vernachlässigung einer partiellen oder selektiven Modernisierung, so sind ihre *grundlegenden* Annahmen doch – abgesehen von wenigen abweichenden Sichtweisen¹³⁹¹ – allgemein anerkannt.

Technische Infrastrukturen und Modernisierungsprozesse stehen in Zusammenhang. Die Entwicklung moderner Gesellschaften geht einher mit dem Auf- und Ausbau technischer Infrastruktursysteme.¹³⁹² Sie treten zum einen als Folge von Modernisierungsmöglichkeiten, zum anderen als Voraussetzung für die fortschreitende Modernisierung in Erscheinung. Der Infrastrukturanlagenbau und die gesellschaftliche Entwicklung sind insofern eng miteinander verknüpft. Die Bereitstellung von Infrastruktur bildet eine wichtige Grundlage für die Entfaltung des gesellschaftlichen Gemeinwohls.¹³⁹³ An das Handeln von Ingenieuren im Infrastrukturan-

(vgl. Giddens 1996a, 113). Die Unterscheidung zwischen Tradition und Moderne lag den Modernisierungsklassikern Weber, Durkheim, Simmel und Tönnies sehr am Herzen (vgl. Lash 1996a, 200).

¹³⁸⁷ vgl. van der Loo/ van Reijen 1992.

¹³⁸⁸ vgl. Weber 1947, 4 ff.

¹³⁸⁹ vgl. Habermas 1988, 234.

¹³⁹⁰ vgl. Kneer/ Nollmann 1997, 78.

¹³⁹¹ Eine solche Sichtweise wird beispielsweise von Bruno Latour vertreten, der davon ausgeht, dass sich das tatsächliche Handeln in der Vormoderne von dem in der Moderne lediglich graduell unterscheide, weshalb er zu dem Schluss kommt: „Niemand ist je modern gewesen. Die Moderne hat nie begonnen.“ Latour 1991, 65.

¹³⁹² vgl. Joerges 1992, 41.

¹³⁹³ vgl. ausführlich Kapitel 1.1.2.3 Gesellschaftliche Implikationen des Infrastrukturanlagenbaus.

lagenbau werden deswegen besondere Anforderungen gestellt. Dies gilt sowohl für die Versorgungsleistung mit technischer Infrastruktur, als auch für Berücksichtigung der unerwünschten Nebenfolgen, die mit der Bereitstellung der technischen Infrastruktur verbunden sein können. Die unerwünschten Nebenfolgen der Technik im Allgemeinen (bzw. noch allgemeiner: der Modernisierung) werden als Auslöser für grundlegende gesellschaftliche Veränderungen und damit auch neue Gesellschaftskonzepte gesehen.

Übergang in die reflexive Moderne (Die entstehende Risikogesellschaft)

Es wird in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass es sich (entgegen der Meinung einiger Autoren, die die heutige Gesellschaft schon in der Nachfolgephase der Moderne wähnen) um einen *allmählichen* Übergang der Moderne in eine extrem veränderte Moderne handelt und dass sich die Gesellschaft aktuell erst *am Beginn* des Übergangsprozesses befindet. Die Bezeichnungen und teilweise auch die theoretischen Konzepte für diese veränderte Moderne variieren: Es wird beispielsweise von einer „anderen“¹³⁹⁴, der „zweiten“¹³⁹⁵ oder „veränderten“ Moderne gesprochen, ebenso wie von der „Spätmoderne“¹³⁹⁶, der „Postmoderne“¹³⁹⁷ oder „Neomoderne“ bzw. Neomodernisierung¹³⁹⁸. Bezuglich der „alten“ Moderne wird dann von „einfacher“, „klassischer“ oder „linearer“ Moderne bzw. Modernisierung¹³⁹⁹ oder „einfacher, industrieller Moderne“¹⁴⁰⁰ gesprochen. Für die auf die Moderne folgende Gesellschaftsform soll in dieser Arbeit für den weiteren Verlauf einheitlich von „reflexiver Moderne“ gesprochen werden. Schon allein die oben beschriebene Suche nach neuen Bezeichnungen weist darauf hin, dass der Begriff „Moderne“ offensichtlich nicht mehr ausreicht, um sich abzeichnende gesellschaftliche Entwicklungen zu beschreiben. Die „Basisselbstverständlichkeiten nationalstaatlicher Industriegesellschaften“¹⁴⁰¹ würden zunehmend in Frage gestellt. Der Begriff der „reflexiven“¹⁴⁰² Moderne als „Modernisierung der Moderne“¹⁴⁰³ wird in dieser Arbeit als ein Konzept zum positiven Umgang mit den Herausforderungen der sich verändernden Moderne verwendet.¹⁴⁰⁴ Die Grundidee der reflexiven Moderne lässt sich aus dem Verständnis Horkheimers und Adornos in der Dialektik der Aufklärung herleiten, nach dem sich Vernunft, freie Meinungsäußerung und freie Märkte letztlich gegen sich selbst wenden, indem sie ihre eigenen Grundlagen zerstören.¹⁴⁰⁵

Die Modernisierungsvorstellungen zum gesellschaftlichen Wandel i.w.S. sind zunächst einmal nur auf die „westlichen“ industrialisierten Gesellschaften bezogen, auch wenn in einzelnen der

1394 vgl. Nassehi 1997, 253.

1395 So der Titel einer seit Mitte 1997 von Ulrich Beck im Suhrkamp Verlag herausgegebenen Reihe.

1396 vgl. Giddens 1996b, 319.

1397 vgl. Eickelkasper 1997.

1398 vgl. <http://www.leibniz-sozietaet.de/bildung/beitraege.htm> (15.05.2003).

1399 vgl. Kühne 1998, 22.

1400 Beck 1996, 33.

1401 Beck/ Giddens/ Lash 1996, 7.

1402 vgl. Beck 1999, 308.

1403 Beck/ Giddens/ Lash 1996, 9.

1404 siehe hierzu ausführlich Kapitel 3.2.1.1 Risikogesellschaft als Gesellschaftsform der reflexiven Moderne.

1405 vgl. Lash 1996a, 198.

beschriebenen Bereiche einige globale Aspekte angesprochen bzw. tangiert werden. Des Weiteren ist die Einteilung in die drei gesellschaftlichen Modernisierungsphasen natürlich nicht unproblematisch. Beispielsweise werden die vorhergehenden Modernisierungsphasen mit ihren spezifischen Bestandteilen nicht vollständig abgelöst. Es gibt Bereiche, die sich beständig erhalten, z.B. können auch in der Moderne Inhalte und Institutionen aus der Vormoderne identifiziert werden. Es sind insbesondere in der veränderten Moderne viele, im Prinzip gegenläufige aber gleichzeitig auftretende Phänomene vorzufinden. Die Ungleichzeitigkeit der Modernisierungsprozesse innerhalb von Staaten und in der Betrachtung zwischen Staaten erschwert ihre Identifikation und Beschreibung.

Die Phaseneinteilung ist in vielfacher Weise problematisch, aber als grobes Schema zur Orientierung kann sie überaus hilfreich sein. Sie kann vor allem eine der Hauptthesen der Modernisierungstheoretiker untermauern: Fortgeschrittene moderne Gesellschaften befinden sich demnach zunehmend in Krisen, welche allmählich die Grundlagen der Moderne zu zerstören drohen und mit einer Vielzahl von Risiken verbunden sind. Das Entstehen der „Risikogesellschaft“ zeichnet sich ab.

3.2.1.1 Risikogesellschaft als Gesellschaftsform der reflexiven Moderne

Die selbstproduzierten Nebenfolgen der klassischen Industriegesellschaft, und damit auch der Moderne, werden in das Zentrum des theoretischen Entwurfes der reflexiven Modernisierung gerückt. Negative externe selbstproduzierte Nebenfolgen v.a. ökologischer Art und „interne Nebenfolgen der Nebenfolgen“¹⁴⁰⁶ würden die Industriegesellschaft in eine Risikogesellschaft transformieren. Die nicht mehr umgehbar Wahrnehmung der negativen Nebenfolgen der technisch-industriellen Entwicklung in der Risikogesellschaft werde die Individuen und Institutionen zur Selbstreflexion zwingen.¹⁴⁰⁷ Der Begriff der reflexiven Modernisierung beschreibt nach Beck zunächst einmal einen „Reflex“, da die Gesellschaft auf die selbsterzeugten negativen Nebenfolgen unumgänglich reagieren müsse: „Der Übergang von der Industrie- zur Risikoepoche der Moderne vollzieht sich ungewollt, ungesehen, zwanghaft im Zuge der ver selbstständigten Modernisierungsdynamik nach dem Muster der latenten Nebenfolgen.“¹⁴⁰⁸ Hierdurch komme es zur Anerkennung der durch die gesellschaftliche Entwicklung ausgelösten Gefahren sowie zum Infragestellen und Überprüfen geltender Konventionen und Rationalitätgrundlagen. Die Gesellschaft mache sich selbst zum Gegenstand und Problem. Damit könne der Reflex in die Reflexion¹⁴⁰⁹ münden bzw. der Reflex erzwinge die Reflexion (wobei die Mechanismen, weshalb das Reflexionsbedürfnis und -niveau individuell unterschiedlich ausgeprägt ist, noch nicht bekannt seien). Die Selbsttransformation der Industriegesellschaft führt somit vorwiegend über den unausweichlichen Zwang zu einer Selbstreflexion dieser Selbsttransformation.¹⁴¹⁰ Ein Ziel einer vorausschauenden gesellschaftlichen Risikosteuerung könnte es somit sein, die Reflexion ohne den vorausgegangenen Zwang anzuregen. Es müsste also darum gehen, sich abzeichnende Fehlentwicklungen nicht erst bis zu dem Punkt, an dem

¹⁴⁰⁶ Beck 1996, 27.

¹⁴⁰⁷ vgl. Beck 1999, 308.

¹⁴⁰⁸ Beck 1993a, 38f.

¹⁴⁰⁹ vgl. Beck 1993a, 43.

¹⁴¹⁰ vgl. Beck 1996, 27.

sie in ihren Nebenfolgen eskalieren, zu dulden oder gar zu fördern, sondern vorausschauend einzutreten. Prävention anstelle des Versuchs der Kompensation müsste das Ziel sein.

Risikogesellschaft: Risiko als zentrales Charakteristikum heutiger Gesellschaft?

Mit seinem 1986 erschienen Buch¹⁴¹¹ prägte Ulrich Beck den Begriff der „Risikogesellschaft“. Durch die umfangreiche Rezeption auch in den überregionalen Medien wurden seine Thesen weit über den wissenschaftlichen Kontext hinaus verbreitet. Beck beschreibt wie sich die moderne Gesellschaft – im technischen Bereich aufgrund von qualitativ neuen Risiken – wandelt. Risiken (sozialer, politischer, ökologischer und individueller Art) werden in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Analyse gesellschaftlicher Veränderungsprozesse gestellt, die nach seiner Ansicht letztlich zu einer völligen Veränderung der Gesellschaftsstruktur führen könnten. Risiko wird so zur „Schlüsselkategorie der Gesellschaftstheorie.“¹⁴¹² Befanden wir uns heute in der spätkapitalistischen hochindustrialisierten Gesellschaft, so sei der Beginn zum Übergang in die „zweite“, „andere“ oder „reflexive“¹⁴¹³ Moderne absehbar, deren Gesellschaftsstruktur wesentlich über Risiken bestimmt sei, weshalb die Gesellschaft als „Risikogesellschaft“ bezeichnet werden könne. Gegenwärtig gehe es um die Untersuchung der modernen Industriegesellschaft unter dem Aspekt der von ihr produzierten Risiken. In soziologischen Ausführungen zur Risikogesellschaft werden Risikoprobleme oftmals als Ausdruck einer Rationalitätskrise moderner Gesellschaft aufgefasst. Für Ulrich Beck, aber auch für den systemtheoretisch ausgerichteten Bielefelder Professor für die „Soziologie ökologischer Risiken“ Klaus Peter Japp¹⁴¹⁴ steht, bei aller Verschiedenheit ihrer Ansätze, die Wichtigkeit des Zusammenhangs zwischen Risiko und Rationalität fest. Als Kernelement der Risikogesellschaft beschreibt Beck die Rationalitätskrise, die zu Risikomaximierung führe und Ausdruck „einer instrumentalistisch verkürzten Logik der Naturbeherrschung und einer nur mit Selbststabilisierung beschäftigten Logik bürokratischer Organisation“¹⁴¹⁵ sei. Die negativen Nebenfolgen mancher Technik wögen sehr viel schwerer als die intendierten positiven Effekte. Eine zentrale These von Beck ist, dass die zunehmende gesellschaftliche Wissenschafts- und Technikkritik nicht auf die „Irrationalität“ der Kritiker, sondern auf das „Versagen der wissenschaftlich-technischen Rationalität angesichts wachsender Risiken und Zivilisationsgefährdungen“¹⁴¹⁶ zurückzuführen sei. Im Folgenden wird Becks Gedankengang, der sich bezüglich der Rationalität vor allem mit der Rolle der Wissenschaft beschäftigt, anhand einer Reihe von Originalzitaten nachgezeichnet. Beck zweifelt an der Rationalität der (technik-) wissenschaftlichen Umgangsweisen mit Risiken. Die Wissenschaft erzeuge die Risiken, deren unerwünschte Nebenfolgen sie dann beschreibe. Die Technikwissenschaften hätten kein Rationalitätsmono-

1411 vgl. Beck 1986.

1412 vgl. Bechmann 1991.

1413 Beck verwendet alle drei Begriffe. In seinen neueren Veröffentlichungen zeichnet sich die Begriffsverwendung „reflexive Moderne“ ab, wobei er auch darauf hinweist, dass die Konzeption der reflexiven Moderne umfassender als das Konzept der Risikogesellschaft ist. Nichtsdestotrotz stellen die im Konzept der Risikogesellschaft beschriebenen Strukturen und Prozesse einen zentralen Bestandteil der umfassenderen reflexiven Moderne dar.

1414 z.B. Japp 2000, 25 ff.

1415 Blanke 1990, 134.

1416 Beck 1993a, 307.

pol,¹⁴¹⁷ was nicht am Versagen einzelner Wissenschaftler oder Disziplinen liege, sondern „systematisch in dem institutionell-methodischen Zugriff der Wissenschaften auf Risiken begründet“¹⁴¹⁸ sei, der geprägt sei durch fachliche Überspezialisierung und bürokratische Organisation.¹⁴¹⁹ Denn die Risiken lägen „quer zu der Unterscheidung von Theorie und Praxis, quer zu den Fach- und Disziplingrenzen, quer zu den spezialisierten Kompetenzen und institutionellen Zuständigkeiten, quer zur Unterscheidung von Wert und Tatsache (und damit von Ethik und Naturwissenschaft) und quer zu den scheinbar institutionell abgetrennten Bereichen von Politik, Öffentlichkeit, Wissenschaft und Wirtschaft. Insofern werden in der Risikogesellschaft die Entdifferenzierung der Subsysteme und Funktionsbereiche, die Neuvernetzung der Spezialisten, die risikoeindämmende Vereinigung der Arbeit zum systemtheoretischen und -organisatorischen Kardinalproblem.“¹⁴²⁰

Eine besondere Rolle spielt in den Wissenschaften das Kausalitätsprinzip. Hierin liege jedoch die Schwierigkeit, da es ein Hauptanliegen der Wissenschaft sei, Kausalzusammenhänge nachzuweisen. Qualitativ neue Risiken zeichnen sich aber gerade dadurch aus, dass die Kausalitäten von Ursache und Wirkung nicht direkt zu erfassen sind.¹⁴²¹ Das Verursacher- bzw. Kausalitätsprinzip sei Modernisierungsrisiken nicht angemessen. „Wo Schadstoffbelastungen nur noch im internationalen Austauschverkehr und den entsprechenden Bilanzen begriffen und gemessen werden können, ist es offensichtlich unmöglich, einzelne Hersteller von einzelnen Stoffen in einen direkten ursächlichen Zusammenhang mit bestimmten, häufig auch noch durch andere Faktoren begünstigten oder bedingten Erkrankungen zu bringen.“¹⁴²² In anderen Ländern seien die Bedingungen für den „Kausalitätsnachweis/ Kausahnachweis“ (eigentlich handelt es sich um eine Kausalitätskonvention, keine Kausalität) besser geregelt. „Sie erkennen bereits dann einen ursächlichen Zusammenhang an, wenn statistische Korrelationen zwischen Schadstoffgehalten und bestimmten Erkrankungen nachgewiesen werden. Diejenigen Betriebe, die solche Schadstoffgehalte emittieren, können dann gerichtlich haftbar gemacht und zu entsprechenden Schadenszahlungen verurteilt werden. In Japan wurde auf dieser Grundlage eine Reihe von Firmen in spektakulären Umweltprozessen zu Mammutzahlungen an Geschädigte verpflichtet.“¹⁴²³ Aber bei uns gelte, dass Risiken nicht „existieren“, wenn sie nicht den strengen Maßstäben der deutschen Auffassung des Kausalitätsprinzips genügen.¹⁴²⁴ Die Betroffenen müssten sich auf wissenschaftliche Vorgehensweisen einlassen, um überhaupt gehört zu werden. Sie seien daher oftmals wissenschaftskritisch und wissenschaftsgläubig zugleich; gleichzeitig wird die Überspezialisierung in der Wissenschaft als ein entscheidender Grund für die Umweltzerstörung angesehen.

Rationalität könne sich in Irrationalität verwandeln, „je nachdem, ob dasselbe Denken und Handeln im Bezugskreis der Reichtums- oder der Risikoproduktion gesehen wird. Das Beste-

1417 vgl. Beck 1993a, 307.

1418 Beck 1993a, 307.

1419 vgl. Beck 1993a, 315.

1420 Beck 1993a, 319.

1421 vgl. Beck 1993a, 310.

1422 Beck 1993a, 311.

1423 Beck 1993a, 311.

1424 vgl. Beck 1993a, 320.

hen auf striktem Kauselnachweis ist ein Kernstück naturwissenschaftlicher Rationalität.“¹⁴²⁵ Während in der Industriegesellschaft die Reichtumsproduktion die Risikoproduktion dominiere, schlage in der sich entwickelnden Risikogesellschaft dieses Verhältnis in sein Gegenteil um. Der technisch-ökonomische Wandel werde dann durch die Produktion von Risiken überschattet.¹⁴²⁶ Der Diskurs um die übergeordnete naturwissenschaftlich-wirtschaftliche Rationalität besitzt insofern Relevanz für die Risikoproblematik im Infrastrukturanlagenbau, da Infrastrukturanlagen einen Teil der Umsetzung eben solcher übergeordneter Konzepte darstellen. Sie sind somit Bestandteil dieses Diskurses, ohne in ihm aufzugehen.

Im ersten Kapitel wurde Ingenieurpraxis u.a. als Prozess der Integration verschiedener Rationalitätsaspekte nachgezeichnet, der zwar wissenschaftlich beschrieben, aber nicht operativ befolgbar umgesetzt werden kann. Auch der ingenieurwissenschaftliche Weg, Risiken zu berechnen, kann als eine Rationalitätsstrategie verstanden werden. Zahlenwerten wird ein hohes Rationalitätsniveau zugeschrieben. Der Großteil der Ingenieure ist, auch wenn sie sich der Grenzen des gegebenen Rahmens und dessen Auswirkungen auf die Ergebnisse durchaus bewusst sind, von der Möglichkeit überzeugt, technische Gegebenheiten objektiv beschreiben und rational mit ihnen umgehen zu können. Deshalb wird in der sozialwissenschaftlichen Literatur die Meinung vertreten, Ingenieure hätten einen „tief eingeschliffenen Glauben an (wissenschaftliche) Eindeutigkeit, Lösbarkeit und Berechenbarkeit.“¹⁴²⁷ Das Streben nach Rationalität würde demnach einen wichtigen Teil des professionellen Selbstverständnisses sowohl von Ingenieurwissenschaftlern als auch von Ingenieurpraktikern ausmachen.

Ein vermeintlicher oder tatsächlicher „Glaube an absolute Rationalität“ ist jedoch nicht zu verwechseln mit dem „Glauben an die absolute Sicherheit“¹⁴²⁸. Wenn man die Äußerungen von praktisch tätigen und wissenschaftlich orientierten Ingenieuren als tatsächliche Überzeugung ernst nimmt (man also nicht davon ausgeht, dass es sich bei dem so häufig wiederholten Satz „Absolute Sicherheit gibt es nicht.“ nicht um eine Standardfloskel handelt), so ist über die Unmöglichkeit von absoluter Sicherheit ein Grundkonsens unter Ingenieuren festzustellen.

Das Rationalitätsproblem der *Ingenieurpraktiker* ist aufgrund ihrer generativen Praxis von dem der von Gesellschaftswissenschaftlern beschriebenen Rationalitätsproblematik entscheidend verschieden. Die oben aufgezeigten Überlegungen zur Kausalität im gesellschaftstheoretischen Sinn werden vor allem relevant für die Regulierung von Haftung, oder genereller: für die Analyse bestehender technischer Systeme, jedoch nur am Rande für das „Handeln ins Offene“ von Ingenieuren in der Infrastrukturentwicklung, bei der Konstruktion konkreter Anlagen.

3.2.1.2 Qualitativ neue Risiken als Hauptcharakteristikum der Risikogesellschaft

Die Risikogesellschaft zeichnet sich nach Beck vor allem durch eine *neue Qualität* der Risiken aus. Naturwissenschaften und Technik (und damit auch die Ingenieurwissenschaften) könnten auf die qualitativ neuen Risiken, die auch als „Modernisierungsrisiken“ oder „Zivilisations-

¹⁴²⁵ Beck 1993a, 311.

¹⁴²⁶ vgl. Zeilhofer 1995, 26 unter Bezugnahme auf Beck.

¹⁴²⁷ Bonß 1996, 180.

¹⁴²⁸ vgl. Bonß 1996, 181.

risiken“ bezeichnet werden, nicht angemessen reagieren, schon allein deshalb, weil sie an deren Entstehung und Wachstum maßgeblich beteiligt seien. Die Technikwissenschaften würden zudem oftmals mit wissenschaftlichen Bagatellisierungspraktiken auf qualitativ neue Risiken reagieren.

Durch atomare, chemische und gentechnische Produktion sei ein Katastrophenpotenzial entstanden, „das gegenüber früheren Gefahren eine *qualitativ neue Stufe* darstellt: Die Folgen einer möglichen Katastrophe lassen sich weder örtlich, zeitlich noch sozial eingrenzen, sie können für einen großen Teil der Menschheit den Tod bedeuten.“¹⁴²⁹ Die Selbstgefährdung der Menschheit, aufgrund von qualitativ neuen Risiken, ist der Hauptbezugspunkt des Konzeptes der Risikogesellschaft.

3.2.1.2.1 Merkmale qualitativ neuer Risiken

Qualitativ neue Risiken¹⁴³⁰ weisen folgende Merkmale¹⁴³¹ auf:

1) Verheerendes Schadensausmaß

Das absolute Ausmaß von qualitativ neuen Risiken ist extrem hoch. Sie besitzen Desasterpotenzial/ Zivilisationskatastrophenpotenzial, d.h. ihnen wird zugeschrieben, dass sie für eine große Anzahl von Menschen existenzgefährdend sein können, schlimmstenfalls das menschliche Leben auf diesem Planeten beenden könnten. „Es existieren Risiken, die enorme materielle, finanzielle und personelle Schädigungen, sogar die Vernichtung des gesamten Lebens auf diesem Planeten bewirken können.“¹⁴³²

2) Räumlich weitausgedehntes Schadensausmaß

Der Raumbezug qualitativ neuer Risiken ist gegenüber qualitativ alten Risiken völlig anders. Qualitativ neue Risiken sind globalisiert: „Es existieren Risiken, die territorial, regional oder national nicht begrenzbar sind und damit jeden treffen können, egal, ob er an der Risikoproduktion beteiligt gewesen oder nicht.“¹⁴³³ Das Entscheidende ist also die fehlende räumliche Eingrenzbarkeit der Risiken.

3) Zeitlich weitausgedehntes Schadensausmaß

Bei qualitativ neuen Risiken ist das Schadensausmaß auch in zeitlicher Hinsicht extrem groß: Sie haben Langzeitwirkungen, die weit über eine Generation hinausgehen. Die Reichweite dieser Zahlen wird durch vergleichende Betrachtungen anschaulich. Wenn beispielsweise die

¹⁴²⁹ Bechmann/ Wolf 1993, 9 – Hervorhebung durch d.V.

¹⁴³⁰ Wenn in der Literatur von allgemein „neuen Risiken“ gesprochen wird, so handelt es sich um eine sprachliche Verkürzung. Zur begrifflichen Klarheit wird daher in dieser Arbeit von technischen Risiken mit einer neuen Qualität, von qualitativ neuen Risiken, gesprochen.

¹⁴³¹ Die folgende Aufzählung ist angelehnt an Krohn/ Krücken 1993, 21ff, die in diesem Zusammenhang den Begriff der „evolutionären Risiken“ geprägt haben, und an Banse 1996b, 33.

¹⁴³² Banse 1996b, 33.

¹⁴³³ Banse 1996b, 33.

Halbwertzeiten von bestimmten radioaktiven Elementen¹⁴³⁴ bei mehreren tausend Jahren liegen, so übersteigt dies bei weitem den uns als „sehr lang“ erscheinenden Zeitraum von gerade mal 2000 Jahren seit Christi Geburt. Außerdem besteht eine gesteigerte Ungewissheit, da die Langzeitwirkungen einiger Risiken nicht oder kaum bestimmbar sind.¹⁴³⁵

4) Irreversibilität der Folgewirkungen

Verbunden mit den riesigen absoluten, räumlichen und zeitlich ausgedehnten Schadensausmaßen ist die Irreversibilität der Folgewirkungen. Schwerwiegende ökologische Folgen auszugleichen ist oftmals unmöglich. Durch „Wiedergutmachungshandlungen“ können allenfalls minimale Verbesserungen in den sensiblen Ökosystemen erreicht werden.

5) Multi- und Interkausalität

Die Kausalität von Risiken bezeichnet die Beziehung zwischen Ursache und Folge, die Zurechenbarkeit von Wirkungen zu Ursachen. Die Schäden, die aufgrund der Verwirklichung von qualitativ neuen Risiken entstehen, zeichnen sich dadurch aus, dass eine konkrete kausale Zurechnung zu den Verursachern größtenteils nicht möglich ist. (Ein anschauliches Beispiel hierfür ist die Luftverschmutzung: Das Sterben des Waldes auf der Fränkischen Platte¹⁴³⁶ kann nicht direkt einem bestimmten Industriebetrieb zugerechnet werden. Viele Industriebetriebe verursachen die Luftsabstoffs, die letztlich zum Absterben des Waldes führen. Aber selbst dieser generelle kausale Zusammenhang ist nicht ohne andere wissenschaftliche Annahmen und Erkenntnisse herstellbar. Im Übrigen werden, um bei diesem Beispiel zu bleiben, die gängigen Erklärungen des Waldsterbens aktuell von einigen Wissenschaftlern angezweifelt und zwar so weitgehend, dass das Phänomen Waldsterben noch nicht einmal als solches anerkannt wird.) Die Ursachen sind multi- und interkausal. Diese Komplexität der Kausalzusammenhänge erschwert die konkrete Zuordnung von Verantwortlichkeiten bzw. führt zur Unmöglichkeit der Zuordnung.

6) Komplexität

Auf der Seite der Risikoerzeugung ist bei qualitativ neuen Risiken oftmals eine hohe Komplexität festzustellen. Wenn Techniken gleichzeitig eine hohe Komplexität und enge Kopplungen¹⁴³⁷ aufweisen, so sind sie, nach Ansicht von Perrow und vieler auf ihn bezogener Arbeiten, störanfälliger als solche Techniken mit geringerer Komplexität und Kopplung. Die Verbindung von technischer Komplexität und Kopplung ist überwiegend sachlogisch bedingt. Aufbauend auf dieser Kombination ergibt sich ein Organisationsproblem, das Perrow v.a. wegen der ökologischen Brisanz von Techniken beschrieben hat. Komplexe technische Systeme erfordern einerseits, aufgrund ihrer Komplexität, eine dezentrale Bearbeitungs- und Entschei-

¹⁴³⁴ Die Halbwertzeit, also die Zeitspanne, in der die Hälfte der Kerne bestimmter Radionuklide zerfällt, liegt beispielsweise von Plutonium 240 bei 6.600 Jahren, von Plutonium 238 bei 24.400 Jahren und von Uran 236 bei 24.000.000 Jahren.

¹⁴³⁵ vgl. Banse 1996b, 33.

¹⁴³⁶ 1994 wurde im Wuchsgebiet „Fränkische Platte“ mit 52% Bäumen in der Kategorie „deutliche Schäden“ der höchste Wert erreicht (vgl. UBA 1997, 413).

¹⁴³⁷ vgl. Perrow 1989, 136ff.

dungsstruktur,¹⁴³⁸ also „flache Hierarchien“, sie würden aber andererseits, aufgrund der großen Tragweite möglicher Schadensereignisse, eine starke Kontrolle erfordern, die ihrerseits nur mit hierarchischen Organisationsstrukturen zu erreichen sei. Somit ergäben sich organisatorisch widersprüchliche Anforderungen. Vom Risikopotenzial her, müssten beispielsweise atomare Anlagen hierarchisch organisiert sein, aus technischer Sicht aber dezentral. Es gebe somit einen unlösbaren Widerspruch und damit keine Lösung des logisch-strukturellen Organisationsproblems. Allerdings wurde die Argumentation Perrows stark angegriffen,¹⁴³⁹ unter anderem wurde kritisiert, dass in hoch komplexen Anlagen viel seltener schwere Schadensereignisse zu verzeichnen seien, als es nach Perrows Konzept zu erwarten wäre. Es wurde im Rahmen der High-Reliability-Forschung anhand von empirischen Beispielen gezeigt, dass es durchaus komplexe und hoch gekoppelte technisch-organisatorische Systeme gibt, bei denen trotzdem nicht fortwährend katastrophale Schadensereignisse auftreten.¹⁴⁴⁰

7) Fehlende sinnliche Wahrnehmbarkeit

Ein weiteres Merkmal von qualitativ neuen Risiken ist, dass sie mit den menschlichen Sinnesorganen oftmals nicht wahrnehmbar sind. Die Folgen sind zwar manchmal direkt erfahrbar (z.B. Leukämie), aber die Ursachen (z.B. radioaktive Strahlung oder genetische Veränderungen an Lebensmitteln) sind nur über technische Hilfsmittel ermittelbar.

8) Fehlende statistische Erfahrungsbasis bei erwartet sehr niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeiten

Bei qualitativ neuen Risiken wird mit Techniken umgegangen, für die noch keine breite statistische Erfahrungsbasis vorliegt. Da für die möglichen Schäden aus diesen neuen Techniken relativ geringe Eintrittswahrscheinlichkeiten behauptet werden (z.B. 10^{-6}), können die Eintrittswahrscheinlichkeiten nicht auf einer genügend großen (zeitlich ausreichenden) Stichprobe getätigt werden (im Fall von 10^{-6} müsste der tatsächliche Beobachtungsraum bei nur einem Fall/ einer betrachteten Anlage bei 1 Million Jahren liegen). Außerdem besteht das Problem, dass man zu wenig Erfahrungen hat, um relativ sicher zu sein, eine annähernd vollständige Liste aller Schadensereignisse zu erstellen, so dass manche, unter Umständen schwerwiegende, Folgen gar nicht antizipiert werden können. Wahrscheinlichkeiten können für alle Konkretisierungsebenen von Technik angegeben werden. Komponenten haben in der Regel sehr viel höhere Ausfallwahrscheinlichkeiten, die auch in Versuchen ermittelt werden können, als die Anlagen, zu denen sie gehören (weil diese nicht unbedingt durch den Komponentenausfall auch insgesamt ausfallen müssen). Wahrscheinlichkeiten des Anlagenausfalls werden oftmals, aufgrund der Wahrscheinlichkeiten der Ausfälle von Technik, auf den unteren Konkretisierungsebenen errechnet. Für die Anlagen als Ganzes ist ein „Test“ der Ausfallwahrscheinlichkeiten nicht möglich, denn der „Test“ ist gleich dem Ernstfall. Daher ist ein solcher „Test“ natürlich nicht durchzuführen, insbesondere wenn man sich die Auswirkungen anhand der oben genannten anderen Merkmale qualitativ neuer Risiken vergegenwärtigt.

¹⁴³⁸ vgl. Müller/ Schlier/ Schwarz 1977.

¹⁴³⁹ vgl. Weick 1987; siehe auch ausführlich Kapitel 2.1.4 Zusammenfassende Überlegungen für weiterentwickelte Lernansätze – auf dem Weg zur Sicherheitskultur.

¹⁴⁴⁰ vgl. Weick 1987; LaPorte/ Consoloni 1991.

Manche der Merkmalsdimensionen werden auch von qualitativ alten Risiken erfüllt: „Berücksichtigt werden muss bei dieser Charakteristik der ‚neuen technischen Risiken‘, dass diese Merkmale komplex auftreten, denn einzelne dieser Bestimmungen lassen sich isoliert auch bei den traditionellen Risiken der Technik nachweisen!“¹⁴⁴¹ Betrachtet man allein die ersten Merkmalsdimensionen, so fällt auf, dass somit nur atomtechnische und gentechnische Anlagen zu Techniken mit qualitativ neuen Risiken zu zählen sind. Bedingt sind auch Anlagen, die zum Beispiel durch Ausstoß von Treibhausgasen zum globalen Klimawandel beitragen, noch dazu zu zählen. Somit fallen die empirisch untersuchten Infrastrukturanlagen nicht unter qualitativ neue Risiken, da sie nicht alle Merkmalsdimensionen erfüllen. Es handelt sich bei ihren Risiken vielmehr um eine Mischung qualitativ alter und neuer Risiken.

Für die Technikdebatte kann auch die Eingriffstiefe zum Maßstab qualitativ neuer Risiken herangezogen werden: Alles, was auf längere Zeit oder auch kurzfristig das Fortbestehen der Menschheit gefährden kann, besitzt eine hohe Eingriffstiefe. Die Eingriffstiefe technischer Systeme kann nach einem Vorschlag von Walter Chladek und Gerhard Wittkämper zur Abschätzung von deren Legitimationsbedarf verstanden werden.¹⁴⁴² Hierbei beziehen sie sich allerdings wohl auf die Technikphylogene: „Bei zu erwartenden weitreichenden Eingriffen in die natürliche und soziale Umwelt durch technische Systeme schlagen sie die höchste Legitimationsstufe vor, die ein Staat zu bieten hat, nämlich die Legitimation in Form eines Gesetzes.“¹⁴⁴³ Man könnte diesen Maßstab, dessen Verwendung sich mittlerweile etabliert hat, auch auf die Technikontogenese übertragen.

3.2.1.2.2 Demokratiegefährdung durch bevorstehende Gesellschaftsumgestaltung

Nicht nur Konflikte um die Zurechnung und Verteilung von Risiken, sondern auch die sich aus den qualitativ neuen Risiken ergebenden Implikationen zur Absicherung des gezielten und beabsichtigten Missbrauchs von Technik (also Sicherheit im Sinne von „Security“) verändern die Gesellschaft. Zum einen ist zu befürchten, dass durch die Folgen der qualitativ neuen Risiken ein stark dirigistisches staatliches Handeln notwendig werden könnte, das die Freiheiten des Einzelnen wesentlich einschränkt, zum anderen wird der Staat erpressbar, weil terroristisch oder kriminell motivierte Drohungen mit der Verwirklichung von qualitativ neuen Risiken, nicht ignoriert werden können. So wäre es z.B. durchaus denkbar, dass Erpresser mit der Freisetzung gentechnisch manipulierter Viren drohen, die schwere Krankheiten bei Menschen auslösen.

Individuelle demokratische Grundrechte könnten damit punktuell oder dauerhaft mit dem Hinweis auf die notwendige Gefahrenabwehr außer Kraft gesetzt werden. Dies gilt sowohl für Risiken aus dem gezielten Missbrauch aber auch aus dem bestimmungsgemäßen Gebrauch von Technik. Einschränkungen könnten nicht nur für Individuen, sondern auch für Unternehmen gelten, unternehmerische Freiheiten wären betroffen: „Fragen, die in den Hoheitsbereich des betrieblichen Managements fallen: Einzelheiten der Produktgestaltung, von Produktionsverfahren, Energiearten und Methoden, Abfälle zu beseitigen, werden zu ‚heißen Eisen‘ der Re-

¹⁴⁴¹ Banse 1996b, 33.

¹⁴⁴² vgl. Mai 1994, 455.

¹⁴⁴³ Mai 1994, 455.

gierungspolitik.“¹⁴⁴⁴ Generell würden qualitativ neue Risiken totalitäre Strategien bestärken: „Gerade in der Risikogesellschaft entstehen mit dem Anwachsen der Gefahren völlig neuartige Herausforderungen an die Demokratie. Sie enthält eine Tendenz zu einem ‚legitimen‘ Totalitarismus der Gefahrenabwehr – und zwar von unten und von oben. Mit dem Recht, das Schlimmste zu verhindern, wird in nur allzu bekannter Manier leicht das andere, Nochschlimmere geschaffen.“¹⁴⁴⁵ Der Zwang zur Sicherung „könnte im Extremfall die Rechtsordnung sogar partiell aufheben.“¹⁴⁴⁶ Das „Atomstaatsargument“, nach dem die Verwendung der Atomenergie Sicherheitsprobleme erzeugt, die letztlich auf eine Zurückschraubung demokratischer Rechte hinauslaufen, kann auf alle, von ihren Schadensausmaßen her betrachtet, hochrisikoreichen Techniken übertragen werden.

Mit dem Konzept der Risikogesellschaft ist eine starke Kritik an ingenieurwissenschaftlichen Herangehensweisen verbunden. Weil die Wissenschaft durch ihre speziellen Strukturen und mit ihrem „verkorksten“ Rationalitätskonzept die Risikoprobleme geschaffen habe, könne sie nicht die Lösungen erarbeiten. Diese Ansicht lässt jedoch einen „Handlungsdruck“ für Infrastrukturleistungen außer acht. Wirtschaft und Bevölkerung sind auf die Bereitstellung von technischer Infrastruktur angewiesen. Die geregelte Abfall- und Abwasserentsorgung und die Ermöglichung von Verkehr u.a. mithilfe von Brücken sind nicht ohne das Setzen von Risiken zu erreichen. Die Möglichkeiten eines systematischen Umgangs mit Risiken – eine Form von Verwissenschaftlichung – dürfen daher nicht vollkommen verworfen werden. Auch in Zukunft muss nach weiteren Verwissenschaftlichungsmöglichkeiten gesucht werden, mit dem festen Bewusstsein, dass eine „totale“ Verwissenschaftlichung nicht möglich ist, insbesondere weil im Technikgeneseprozess und auch in der Analyse von Technik, fortlaufend sicherheitsrelevante Werturteile zu fällen sind. Die Einschränkungen der Aussagen ingenieurwissenschaftlicher Forschung und das „Nicht-Wissen“ müssen ebenso offen gelegt und ausführlich behandelt werden wie das Wissen. Es gehört schon jetzt zur guten wissenschaftlichen Praxis der Ingenieurwissenschaften, die Einschränkungen der getroffenen Aussagen offen zu legen. Diese Bemühungen müssten weiter unterstützt werden. Die Ingenieurwissenschaften gehen somit – wahrscheinlich ist dies abhängig von der Person quantitativ und qualitativ unterschiedlich ausgestaltet – reflexiv mit Problemen der Moderne um. Das bestehende Bewusstsein im Sinne einer „reflexiven Ingenieurwissenschaft“ muss aufgegriffen und bestärkt werden. Autoren der reflexiven Moderne müssen lernen, dass Verwissenschaftlichung per se nicht als „schlecht“, kontraproduktiv etc. abzustempeln ist, sondern dass die Ingenieurwissenschaft – im Sinne der eigenen Theorie – sich selbst in einem größeren Rahmen und mit einem expliziten Normenbewusstsein reflektieren muss, um negative Entwicklungen zu vermeiden.

3.2.1.3 Wieso technischer und gesellschaftlicher Wandel ohne qualitativ neue Risiken möglich sind

Dieser Gliederungspunkt beruht, wie die vorhergehenden, nicht auf empirische Beobachtungen, sondern ist aufgrund theoretischer Überlegungen entstanden. „Ohne Risikobereitschaft werden sich keine Innovationen durchsetzen können. Ohne Innovationen werden wiederum die

¹⁴⁴⁴ Beck 1993a, 324.

¹⁴⁴⁵ Beck 1993a, 324.

¹⁴⁴⁶ Roßnagel 1989, 299.

globalen wirtschaftlichen und ökologischen Probleme ungelöst bleiben.“¹⁴⁴⁷ Diese Aussage ist typisch, da in einer Vielzahl sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Veröffentlichungen zur Risikoforschung argumentiert wird, man müsse Risiken eingehen, da es sonst zu einem Stillstand komme, beziehungsweise da auch die „Nulloption“ wiederum Risiken berge. In erster Näherung kann dieser Aussage gefolgt werden. Sie ist jedoch differenziert nach der Art der Risiken zu betrachten. Zumeist wird damit bezweckt, einen „Zwang“ zum Eingehen auch qualitativ neuer Risiken zu begründen. Im Folgenden wird dargelegt, warum ein Verzicht auf qualitativ neue Risiken nicht gleichbedeutend mit einem Verzicht auf technischen Wandel ist.

	qualitativ neue Risiken	qualitativ alte Risiken
innovative Technik	A	B
konventionelle Technik	C	D

Tabelle 11: Kombinationsmöglichkeiten von Risikoqualität und technischer Innovativität.

Die Merkmale qualitativ neuer Risiken wurden oben beschrieben. Im Folgenden wird das Verhältnis von konventioneller/ innovativer Technik zu qualitativ neuen/ alten Risiken näher betrachtet.

Innovative Technik mit qualitativ neuen Risiken (A)

Die Kombination, dass eine innovative Technik ein qualitativ neues Risiko aufweist, ist (neben der Kombination, dass eine konventionelle Technik ein qualitativ altes Risiko aufweist) in der Literatur viel beschrieben. Hier scheint alles klar auf der Hand zu liegen, die oben beschriebenen Merkmale von qualitativ neuen Risiken sind dann bei innovativen Technologien/ Techniken vorhanden, die Merkmale von qualitativ alten Risiken sind bei konventionellen Technologien/ Techniken vorhanden.

Konventionelle Technik mit qualitativ alten Risiken (B)

Qualitativ alte Risiken von konventionellen Techniken/ Technologien sind statistisch leicht erfassbar. Für sie können „echte“, also mathematisch-statistische, Wahrscheinlichkeiten angegeben werden. Aufgrund dessen sind sie auch gut versicherbar. Qualitativ alte Risiken von konventionellen Techniken/ Technologien dürften seit dem Beginn der Modernisierung kontinuierlich gesunken sein, weil sie in der Regel durch Schutzmaßnahmen zu senken sind.

Konventionelle Technik mit Merkmalen von qualitativ neuen Risiken (C)

Die Kombination, „konventionelle Technik mit qualitativ neuen Risiken“, stimmt nur zu einem Teil, nämlich nur für die Technik-Ontogenese. Für die Phylogenetese ist die Kombination ausgeschlossen, da Techniken mit den entsprechenden Merkmalen nicht existierten. Allenfalls natürliche Risiken – die jedoch nicht der Betrachtungsgegenstand der Arbeit sind – vermochten

¹⁴⁴⁷ WBGU 1999, 1.

in den vormodernen Zeiten schon einige wenige Merkmale von qualitativ neuen Risiken aufzuweisen (z.B. Eiszeiten, weltweite Vulkanausbrüche, Einschläge von Meteoriten). Da aber bei weitem nicht alle Merkmalsdimensionen durch sie erfüllt waren, kann man nicht von qualitativ neuen Risiken sprechen. Auch konventionelle Techniken können im Bereich der Ontogenese durchaus *einige* Merkmale von qualitativ neuen Risiken aufweisen. Dies ergibt sich aus dem, in Kapitel 1 schon beschriebenen, Kontextuierungserfordernis – das im Übrigen auch für die Risiken aus der Anlagengenese von neuen Techniken besteht. Durch das Erfordernis der Kontextualisierung, also der Einbindung eines immer verschiedenen, physischen und sozialen Kontextes stehen die am Bau einer konkreten Anlage Beteiligten vor dem Problem der Unwissheit. Sie konnten keine Erfahrungen unter genau diesen Bedingungen sammeln, da genau diese Bedingungen einmalig sind. Sie müssen das Risiko setzen und sie können das Risiko nur kennenlernen, indem sie es eingehen.¹⁴⁴⁸ Das Kennenlernen von Risiken auf diese Weise ist nur bei qualitativ alten Risiken probat. Die verheerenden, weiträumigen und zeitlich weitausgedehnten Schadensausmaße von qualitativ neuen Risiken sind gesellschaftlich nicht akzeptabel.

Innovative Technik mit qualitativ alten Risiken (D)

Als letztes sei eine in der bisherigen Diskussion gar nicht erwähnte Möglichkeit genannt. Es sind durchaus innovative Techniken denkbar, die qualitativ alte Risiken aufweisen. Hierzu können beispielsweise Alternativen zur Energieerzeugung durch Atomkraft als einer mit qualitativ neuen Risiken behafteten Technik betrachtet werden: Anlagen, die Strom aus Sonne, Wind, Wasser oder Biomasse erzeugen, weisen auch Unsicherheiten auf. Sie stehen auch in der Kritik. Die Kritik bezieht sich beispielsweise darauf, dass die Gesamtstrommenge durch z.B. Windenergie nicht hoch genug sei, sie ökonomisch nicht rentabel sei und Verluste im Nahbereich der Anlieger durch sinkende Immobilienwerte und akustische Belastungen¹⁴⁴⁹ entstünden. Die kritisierten neuen Erzeugungstechniken auf der Basis von regenerativen Energien sind zwar mit einem Mangel an Erfahrung behaftet, aber keine der befürchteten negativen Auswirkungen läuft darauf hinaus, dass ein Schaden verheerend und räumlich und zeitlich extrem weit ausgedehnt wäre. Die entscheidenden Merkmale für neue Risiken sind nicht erfüllt. Es handelt sich also hier um phylogenetisch neue Techniken, die „nur“ qualitativ alte Risiken mit sich bringen.

Die Orientierung an einer „Heuristik der Furcht“¹⁴⁵⁰ bedeutet nicht zwangsläufig einen technischen Stillstand. Es lassen sich auch innovative Techniken mit qualitativ alten Risiken schaffen. Hier ist ein größeres Engagement in diesem Bereich zu fördern. Die aufgrund des Kontextualisierungserfordernisses in der konkreten Ontogenese zwangsläufig entstehenden Risiken sind genügend „gefährlich“. Auch eine derartige innovative Technik ist riskant, aber sie stellt die Menschheit nicht vor existenzielle Probleme, ist deshalb erheblich leichter akzeptabel und damit gesellschaftlich wünschenswert.

¹⁴⁴⁸ vgl. Ekardt u.a. 2000, 97.

¹⁴⁴⁹ So argumentieren die Unterzeichner der „Initiativgruppe Darmstädter Manifest“, die sich gegen eine Windenergienutzung ausspricht. <http://members.tripod.de/WilfriedHeck/manif3.htm> (06.12.2000).

¹⁴⁵⁰ Jonas, zitiert nach Bechmann/ Wolf 1993, 23, siehe hierzu auch Kapitel 2.2.1.1.2.2 Um den Nutzenaspekt erweiterte Risikoformel („Nutzen-Schaden-Formel“).

3.2.1.4 Zusammenfassend zur Erklärungskraft von Modernisierungsansätzen für Risikofragen in der Praxis des empirisch betrachteten Infrastrukturanlagenbaus

Das Konzept der Risikogesellschaft kann auf allgemeiner Ebene einen Erklärungshintergrund für Risikofragen im Infrastrukturanlagenbau liefern. Das Konzept der Risikogesellschaft ist zentral über qualitativ neue Risiken definiert. Diese sind für das vorliegende empirische Sample jedoch nur von untergeordneter Bedeutung. Hinsichtlich der empirisch betrachteten Ingenieurpraxis bietet das Konzept kaum Erklärungen an. Es muss freilich trotzdem dargestellt werden, da eine sozialwissenschaftliche Arbeit zum Risiko wohl kaum ohne die Bezugnahme auf das Konzept der Risikogesellschaft denkbar ist. Dies ist jedoch nicht der einzige Grund: Das Konzept kann sehr wohl weiterentwickelt und für die Ingenieurpraxis fruchtbare gemacht werden. Die in Kapitel 1 und 2 eingeforderte Reflexivität der Ingenieurleistungen in Praxis und Wissenschaft kann so in einen Gesamtzusammenhang gestellt werden. Insofern kann aus einigen theoretischen Grundannahmen des Konzepts der reflexiven Moderne durchaus Gewinn geschlagen werden.

3.2.2 Gesellschaftliche Steuerungs- und Selbststeuerungsansätze

Verbindung zwischen Modernisierungsprozessen und Steuerungskonzeptionen

Die schon angesprochene theoretische Verbindung zwischen Modernisierungsprozessen und Steuerungsvorstellungen wird in der Literatur zu jedem der beiden Themenbereiche größtenteils nicht explizit dargestellt und soll daher im Folgenden detaillierter behandelt werden. Eine grundlegende Gemeinsamkeit ist die Bezugnahme beider Themenbereiche auf das Differenzierungstheorem.¹⁴⁵¹ Die Moderne zeichnet sich gegenüber der Vormoderne „durch eine dramatische Zunahme des gesellschaftlichen Steuerungsbedarfes“¹⁴⁵² aus. Die Ausdifferenzierung als Erscheinung der Moderne kann als Hintergrund für Steuerungsschwierigkeiten angesehen werden. Denn die Ausdifferenzierung und der damit verbundene gesellschaftliche und damit auch ökonomische und technische Wandel führen zur Abnahme der Planbarkeit und folglich zu einer sich kontinuierlich verschärfenden Kontrollabnahme. Die Auswirkungen dieser mangelnden Kontrolle zeigen sich unter anderem in den negativen externen (Neben-)Effekten technisch-ökonomischer Entwicklungen. Es entwickelte sich eine harte fachliche Debatte, wie weit diese Kontrollabnahme geht, ob es zum Beispiel gerechtfertigt ist, von einem „Kontrollverlust“ zu sprechen.

Unabhängig von der Einschätzung der Stärke staatlicher Steuerungseinbußen wird die gesellschaftliche Selbststeuerung von den meisten Autoren begrüßt. Während in der Moderne soziale Ordnung über den „Staat als zentrale Steuerungsinstanz an der Spitze einer bürokratisch-hierarchisch strukturierten Gesellschaft“¹⁴⁵³ konzipiert wurde, werde für die veränderte Moderne als „fragmentierte Welt ohne Zentrum und Spitze“ die gesellschaftliche Selbststeuerung immer wichtiger. Dabei handelt es sich nicht unbedingt um einen „freiwilligen“ Prozess. Während in den neuzeitlichen, aufklärerischen Grundannahmen der Moderne von der prinzipiellen Möglichkeit der vollkommenen Erfassbarkeit und Gestaltbarkeit der gesellschaftlichen

¹⁴⁵¹ zur Beschreibung gesellschaftlicher Ausdifferenzierungsprozesse siehe oben Kapitel 3.2.1 Gesellschaftlicher Wandel als Modernisierungsprozess mit Implikationen für Risiken.

¹⁴⁵² Willke 1989, 10 – Hervorhebung im Original.

¹⁴⁵³ Martinsen 1992, 52.

und technischen Welt ausgegangen wurde, so muss in den Grundannahmen der veränderten, reflexiven Moderne eingestanden werden, dass die Welt keineswegs *vollkommen* erfassbar und gestaltbar ist: Mit jedem Wissenszuwachs entstehen Quellen neuen Nichtwissens, und Steuerungsversuche zeigen regelmäßig nicht erwartete Nebenfolgen.

Steuerungsbezug

Die *Steuerungsfähigkeit* des politischen Systems bzw. des Staates und die *Steuerbarkeit* der Gesellschaft werden in der allgemeinen Steuerungsdebatte unterschieden.¹⁴⁵⁴ Die Unterscheidung macht sich an einem Perspektivwechsel fest: Werden unter der ersten Perspektive vor allem die Defizite *staatlicher* Steuerung thematisiert, so richten diejenigen, die die Steuerbarkeit der Gesellschaft thematisieren, ihr Augenmerk vor allem auf die möglichen positiven *gesellschaftlichen* Steuerungsleistungen.

Die Steuerung technischer Risiken¹⁴⁵⁵ ist ein zentraler Bereich politischer/ gesellschaftlicher Steuerung – und sollte auch deshalb für die Allgemeine Soziologie von besonderem Interesse sein. Die gesellschaftliche Steuerung technischer Risiken kann aufgrund der Komplexität der Technikgenese und der heterogenen gesellschaftlichen Einflussnahme nicht als ein linearer Ursache-Wirkungs-Mechanismus verstanden werden, der zielorientiert gelenkt, kontrolliert und vollständig beherrscht werden kann.¹⁴⁵⁶ Vielmehr können „unter dem Begriff der Steuerung technischer Risiken alle Maßnahmen verstanden werden, die gezielt und systematisch durch die Selektion, Förderung und Regulierung von Techniksystemen, deren Risiken in eine bestimmte Richtung zu verändern suchen.“¹⁴⁵⁷ Diese Steuerung geschieht über normative Sollensätze: „Für die Steuerung technischer Risiken benötigen moderne Gesellschaften normative Systeme, die ihnen durch Sollensätze Ziele für übergreifende Entwicklungen weisen, Kriterien für Bewertungen im Einzelfall bieten und Verfahren strukturieren, in denen über die Akzeptanz technischer Risiken entschieden werden kann.“¹⁴⁵⁸

Grundlegende Formen der Steuerung

Die Versuche zur Klassifikation von Steuerungskonzepten, die stark unterschiedliche theoretische, geschichtliche, personelle und institutionelle Hintergründe aufweisen (und zudem qualitativ und quantitativ unterschiedlich detailliert ausgearbeitet sind, so dass es bei einigen der Aufteilungen im Grunde übersteigert erscheint, von einer eigenständigen „Klassifikation“ zu sprechen), sind in ihren Begrifflichkeiten sehr heterogen. Trotzdem lassen sich inhaltliche Gemeinsamkeiten feststellen. Es zeichnet sich eine Dreiteilung ab: Erstens die Steuerungsform, in der so gut wie alles staatlich vorgegeben wird, zweitens eine Steuerungsform, in der möglichst wenig staatlich vorgegeben wird und drittens eine „Mischform“ zwischen den beiden Extremen.

¹⁴⁵⁴ vgl. Mai 1994.

¹⁴⁵⁵ Es wird allgemein von Techniksteuerung (vgl. Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 406) oder auch konkreter von Risikosteuerung gesprochen, wobei die Risikosteuerung in diesem Sinn einen Teilbereich der allgemeinen Techniksteuerung darstellt.

¹⁴⁵⁶ vgl. Ellwein 1984.

¹⁴⁵⁷ Ekardt u.a. 2000, 15.

¹⁴⁵⁸ Ekardt u.a. 2000, 11.

3.2.2.1 Traditionelle Steuerungskonzepte

Im Folgenden soll die Dreiteilung als Muster der Orientierung dienen. Dabei werden die Steuerung durch den Staat und die Steuerung durch den Markt als traditionelle Steuerungskonzepte aufgefasst, die von der gesellschaftlichen Selbststeuerung abgegrenzt werden können. Alle Steuerungsüberlegungen beziehen sich zunächst einmal auf die gesellschaftliche (Selbst-)Steuerung und nicht speziell auf die Risikosteuerung. Diese allgemeinen Einsichten können dann für die Risikosteuerung fruchtbar gemacht werden.

3.2.2.1.1 Steuerung durch den Markt

Steuerungsüberlegungen, die den Marktmechanismus in den Mittelpunkt stellen, stammen insbesondere aus dem wirtschaftswissenschaftlichen Bereich. Sie haben gleichwohl einen politisch weitreichenden Hintergrund: So können beispielsweise neoliberale Steuerungskonzepte mit erheblichen, wirtschaftsfernen, sozialen Auswirkungen verbunden sein. Wirtschaftswissenschaftliche Konzepte sollen hier nicht ausführlich diskutiert werden. In aller Kürze werden im Folgenden die allerwichtigsten Eckpunkte dargelegt. Der Grundgedanke der „Marksteuerung“ ist, dass über den Markt die beste Allokation von Gütern und Dienstleistungen erreicht werden kann. Der „Homo Oeconomicus“, der rationale Nutzenmaximierer, strebt nach einer Maximierung des Nutzens. Adam Smith machte die Vorstellung populär, dass der Egoismus des Einzelnen so eingesetzt werden kann, dass das Gemeinwohl bestmöglich gefördert wird. Innerhalb des Wechselspiels zwischen Angebot und Nachfrage, welches sich aus der Aggregation von Einzelaktionen ergibt, versucht man eine überindividuelle Nutzenmaximierung zu erreichen. Zur Bestimmung der bestmöglichen Nutzenmaximierung können drei zentrale Konzepte aus der Wirtschaftswissenschaft herangezogen werden: 1) das Pareto-Optimum, 2) das Kaldor-Kriterium und 3) das Coase-Theorem. Nach dem Pareto-Optimum ist die Allokation knapper Ressourcen auf konkurrierende Verwendungsmöglichkeiten effizient, „wenn keine Änderung mehr denkbar ist, welche den Nutzen mindestens eines Beteiligten erhöhen würde, ohne dass irgend ein anderer deshalb schlechter gestellt werden müsste.“¹⁴⁵⁹ Dieses Konzept würde jedoch tendenziell Wandel verhindern. Das Kaldor-Kriterium ist in dieser Hinsicht offener. Es wertet alle Maßnahmen positiv, „deren Nutzen für die Begünstigten groß genug ist, um daraus auch noch die volle Entschädigung aller durch die Maßnahme Benachteiligten bestreiten zu können.“¹⁴⁶⁰ Nach dem Coase-Theorem wiederum werden nur die Vorhaben verwirklicht, die den Gesamtnutzen der Gesellschaft erhöhen. „Das Bemerkenswerte und politikwissenschaftlich geradezu Aufregende an diesem Theorem liegt in der Anspruchlosigkeit seiner motivationalen Prämissen. Anders als die ideale Hierarchie oder die ideale Mehrheits-Demokratie setzt das ideale Verhandlungssystem keineswegs die Gemeinwohl-Orientierung der Beteiligten voraus. Es genügt egoistisch-rationales Handeln, das ausschließlich auf den eigenen Nutzen bedacht ist. Ausgeschlossen sind lediglich kompetitive oder feindselige Handlungsorientierungen, welche den Schaden des anderen als eigenen Nutzen interpretieren.“¹⁴⁶¹ Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit die expliziten und impliziten Grundannahmen dieser Ansätze zur Steuerung des wirtschaftlichen Geschehens tatsächlich erfüllt sind. Erstens betrifft dies das Bild des homo oeconomicus, der allein aufgrund von

¹⁴⁵⁹ Scharpf 1991, 624.

¹⁴⁶⁰ Scharpf 1991, 624.

¹⁴⁶¹ Scharpf 1991, 626.

Kosten-Nutzen-Abwägungen Entscheidungen trifft. Damit verbundene Rational-choice-Konzepte werden in der Soziologie schon seit langem kritisiert.¹⁴⁶² Zweitens muss man sich fragen, wie realistisch die Vorstellungen nicht nur über die einzelnen Akteure/ Wirtschaftssubjekte, sondern auch über die Marktmechanismen generell sind. Der Markt wird über die Anzahl der Teilnehmer auf der Seite der Anbieter und der der Nachfrager gebildet. Je nach Ausgestaltung spricht man von einem Monopol, Oligopol oder einem Polypol. Ein Beispielbereich für ein Nachfragemonopol wären Panzer, für ein Angebotsmonopol Brücken (generell, sofern noch nicht privatisiert, alle staatlichen Infrastrukturangebote). Typisch für die derzeitigen Industriegesellschaften sind Angebotsoligopole mit wenigen Anbietern und vielen Nachfragern. Tendenziell wird davon ausgegangen, dass die kapitalistischen Industriegesellschaften zur Monopolbildung neigen und bei vollständiger Monopolisierung der Markt somit seine eigenen Grundlagen zerstört. Daher ist es eine Aufgabe der wirtschaftspolitischen Steuerung, Monopolbildungen zu vermeiden bzw. einzugrenzen.

Drittens ist die Marktsteuerung aufgrund der fehlenden Berücksichtigung negativer externer Effekte defizitär. Das idealisierte Marktmodell geht davon aus, dass sich bei angemessener Monetarisierung aller Güter und Klärung aller Eigentumsfragen, Allokationsprobleme und damit auch Risikoallokationsprobleme „von selbst“ über den Markt lösen. „Liegen externe Effekte vor, stimmen einzelwirtschaftliche Kosten und Nutzen nicht überein mit den gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen. Die durch Umweltbelastungen hervorgerufenen sozialen Kosten (= externe Effekte) erscheinen nicht in der Kostenrechnung individuell rational handelnder Akteure (z.B. Betriebe), weil sie diesen nicht über Marktprozesse angerechnet werden.“¹⁴⁶³ Deshalb müssen die Einzelegoismen so kanalisiert werden, „dass individuell rationales Handeln nicht (mehr) auf Kosten der Allgemeinheit geht.“¹⁴⁶⁴ Die Internalisierung negativer externer (Umwelt-) Effekte würde damit zu einem wichtigen Ziel staatlicher (politischer/ rechtlicher) Vorgaben.

Markt braucht auch den Staat

Hieran zeigt sich, dass auch der freie Markt einen staatlichen Rahmen benötigt, in dem er sich entfalten kann. Der Staat stellt eine normative Infrastruktur (ganz allgemein und konkret z.B. durch Vertragssicherheit/ Vertragsrecht) zur Verfügung, um Markt überhaupt zu ermöglichen bzw. zu erhalten. Die Ermöglichung des Marktgeschehens ist auch von der Bereitstellung technischer Infrastruktur abhängig. Die staatlich bereitgestellte technische Infrastruktur verleiht dem Staat letztlich auch einen Steuerungseinfluss, der mit normativer Infrastruktur allein nicht zu erreichen ist, der auch für die Sicherheit geltend gemacht werden kann. Als Bauherr kann der Staat zum einen für die konkreten Bauprojekte (z.B. Kläranlagen) Maßstäbe setzen, zum anderen können diese Forderungen über seine eigenen Projekte hinaus in das private Baugeschehen hinein wirken, da sie in Ingenieurbüros und Bauunternehmen Standards setzen. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass zur Aufrechterhaltung des Marktes staatliche Steuerung benötigt wird. Die Frage ist nur, in welchem qualitativen und quantitativen Verhältnis marktliche und staatliche Steuerung zueinander stehen.

1462 vgl. Beckert 1997.

1463 Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 82.

1464 Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 83.

Eine marktliche Steuerung von Risiken wäre nur denkbar, wenn zuvor alle sicherheitsbezogenen negativen externen Effekte preislich angemessen internalisiert werden könnten. Da dies jedoch aus heutiger Sicht, aufgrund strukturell unlösbarer Monetarisierungsprobleme, nicht möglich erscheint,¹⁴⁶⁵ ist eine nur über den Marktmechanismus funktionierende Risikosteuerung auf absehbare Zeit nicht denkbar – ganz abgesehen von der Tatsache, dass auch der Marktmechanismus zu seiner eigenen Absicherung ein Mindestmaß an staatlicher Steuerung bedarf.

3.2.2.1.2 Steuerung durch den Staat

Das wichtigste Mittel staatlicher Steuerung in demokratischen Gesellschaften ist das Recht. „Die staatlich-imperative Regulierung stellt noch immer die Grundform national-hoheitlicher Steuerung dar. Klassisches Gewand dieser dichtesten Form staatlichen Handelns ist das Ordnungsrecht mit seinem ausdifferenzierten System von Eröffnungs- und Befolgungskontrollen, wie es uns mit seinen Erlaubnispflichten und Untersagungsvorbehaltungen aus dem deutschen Sicherheitsrecht nur allzu bekannt ist. Typisch für dieses ordnungsrechtliche Steuerungsmodell sind *konditionale* Normstrukturen, die idealiter zu einem vollständig vorhersehbaren und kontrollierbaren Rechtsvollzug anleiten. Mit dieser Forderung geht der Wunsch nach möglichst sachnaher und anwendungsreifer *materieller* Rechtsetzung Hand in Hand.“¹⁴⁶⁶ Diese materielle Setzung von Normen ist jedoch in Deutschland durch die Delegation an die technische Normung in weiten Teilen außer Kraft gesetzt. Hinzu kommen Schwierigkeiten im Rechtsvollzug, also die Übereinstimmung zwischen dem politischen und administrativen System (die beide mit Recht arbeiten).¹⁴⁶⁷ Wenn in der Risikosteuerung rechtliche, technische und professionelle Normen als abstrakte Steuerungsmedien angesehen werden können, so können Genehmigungen und dafür eingeforderte Gutachten als konkrete Steuerungsmedien bezeichnet werden. Es stellt sich die Frage, ob das Recht genügend Einfluss auf Risikoentscheidungen ausübt. „Wer Stimmen zum Risikorecht sammelt, hört Paradoxes, denn es werden gleichzeitig Verrechtlichung und Entrechtlichung des Risikorechts beklagt.“¹⁴⁶⁸ Seiler vermutet, dass die gegensätzlichen Auffassungen zu einem Teil darauf beruhen, dass unterschiedliche Phänomene beschrieben würden und zu einem anderen Teil darauf, dass unterschiedliche Konzeptionen und Verständnisse von Recht als Bezugspunkt dienen würden.¹⁴⁶⁹ Diese können auch mit der Betrachtung des Verhältnisses von Gesetz und untergesetzlichem Recht erklärt werden. Dabei sind diejenigen, die von einer Unterregulierung sprechen, in der Minderheit. Fast durchgängig werden Überregulierung oder Verrechtlichung (als Ausdehnung des Rechts in bislang noch nicht erfasste Bereiche und als zusätzliche Detaillierung schon erfasster Bereiche) beklagt¹⁴⁷⁰ und Deregulierung oder Entrechtlichung werden gefordert.¹⁴⁷¹

Es stellt sich aus theoretischer Perspektive die Frage, warum Verrechtlichung eigentlich per se als negativ angesehen wird? Wenn sich alle gesellschaftlichen Teilbereiche ausdifferenzieren, warum sollte sich gerade das Recht gegenläufig entwickeln oder auf einem erreichten Stand

¹⁴⁶⁵ vgl. Kapitel 2.2.1.3.1 Begrenzungen der Variablen Schadensausmaß.

¹⁴⁶⁶ Röthel 2000, 42 – Hervorhebungen im Original.

¹⁴⁶⁷ vgl. Mai 1994, 454 mit Verweis auf Voigt 1991, 38.

¹⁴⁶⁸ Seiler 1996, 145.

¹⁴⁶⁹ vgl. Seiler 1996, 145.

¹⁴⁷⁰ vgl. Habermas 1992; Teubner 1998.

¹⁴⁷¹ vgl. Teubner 1985, 329ff.

stagnieren? Die Ausdifferenzierung des Rechts ist m.E. ein normaler Teilprozess der gesamtgesellschaftlichen Ausdifferenzierung. Wenn sich alle gesellschaftlichen Teilbereiche ausdifferenzieren und das Recht aber auf einer weniger differenzierten Stufe stehen bleibt, so treten, strukturell vorprogrammiert, Ungerechtigkeiten im Detail auf. Natürlich können auch zusätzliche rechtliche Normen im Sinne einer „Verselbständigung des Rechtlichen“¹⁴⁷² oder einer „rechtlichen Eigendynamik“ zu unangebrachten Regelungen führen, die nicht dem Differenzierungstheoretischen Hintergrund geschuldet sind. Wenn ein Zuwachs an rechtlichen Normen beklagt wird, so sind zumindest beide Erklärungshintergründe ernsthaft zu prüfen.

3.2.2.2 Selbststeuerungsansätze: Steuerung zwischen oder jenseits von Markt und Staat

Als Alternative zur Steuerung durch den Staat¹⁴⁷³ oder den Markt wird die Selbststeuerung angesehen. Diese wird unterschiedlich konzipiert: entweder als eigenständige Alternative zu den beiden traditionellen Steuerungsformen oder als eine Mischform aus diesen, die deren jeweilige Vorteile vereinen und deren jeweilige Nachteile vermeiden will.

Wenn die Maximierung des individuellen Vorteils bzw. Nutzens nicht mit der Maximierung des kollektiven Vorteils bzw. Nutzens zusammenfällt, so spricht man von Marktversagen.¹⁴⁷⁴ Wenn Märkte zu unerwünschten Nebeneffekten sowohl sozialer oder ökologischer Art, als auch ökonomischer Art (v.a. ineffiziente Aufteilung von Gütern, generell unerwünschte Verteilungswirkungen)¹⁴⁷⁵ führen, dann werden korrigierende staatliche Eingriffe diskutiert. Einige Ökonomen gehen davon aus, dass die Marktvollkommenheiten letztlich fast vollständig behebbar seien, wenn nur alle negativen externen Effekte angemessen (vollständig, flexibel etc.) in den Markt internalisiert würden (siehe oben). Eine solche Internalisierung ist jedoch nur sinnvoll, wenn die Rahmenbedingungen verbindlich sind. Verbindliche Rahmenbedingungen, deren Umsetzung auch gegen Widerstände sichergestellt wird, sind nur in Form von Recht herzustellen. Hier zeigt sich wieder, dass der Markt den Staat braucht. Der Staat kann Rahmenbedingungen schaffen, um diese negativen Externalitäten abzubauen oder zu beseitigen. Sein Ziel ist das Allgemeinwohl.

Aber „auch der Staat kann bei der Produktion öffentlicher Güter versagen.“¹⁴⁷⁶ Als Beispielbereiche für das Versagen bei der Herstellung öffentlicher Güter sowohl des Staates als auch des Marktes werden Bereiche wie Arbeitslosigkeit, Armut oder Umweltschutz genannt. Defizite in der wissenschaftlichen Grundlagenforschung oder die hier besonders interessierende Herstellung von Infrastrukturen werden als Beispiele für Marktversagen aufgefasst; Daher wird deren Gewährleistung als staatliche Aufgabe angesehen, was nicht heißt, dass deren Umsetzung nicht wiederum der Kritik ausgesetzt werden dürfte. Voelzkow u.a. konstatieren, dass die Techniksteuerung als der Bereich erscheine, an dem Markt- und

¹⁴⁷² vgl. Teubner 1998, 195.

¹⁴⁷³ Man könnte radikal argumentieren: Wer an das demokratische Prinzip glaubt, für den ist staatliche Steuerung letztlich auch gesellschaftliche Selbststeuerung. Durch eine solche Fassung des Selbststeuerungsbegriffs sind jedoch begriffliche Verwirrungen vorprogrammiert.

¹⁴⁷⁴ siehe oben.

¹⁴⁷⁵ vgl. http://www.uni-magdeburg.de/vwl1/Lehre/LV_SS02/Fiwi/fiwi_SS02.html (24.01.2003).

¹⁴⁷⁶ Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 82.

Staatsversagen zusammen kämen.¹⁴⁷⁷ Letztlich sind in allen Steuerungsbereichen immer Abwägungen von Interessen, insbesondere von Partikularinteressen versus Gemeinwohlinteressen, vorzunehmen.

3.2.2.2.1 Einzelne Ansätze mit Selbststeuerungsbezug

Seit Mitte der 1980er Jahre werden in den Sozialwissenschaften zunehmend Ansätze diskutiert, die einen Selbststeuerungsbezug aufweisen. Im Folgenden werden fünf Theoriehintergründe dargestellt, die auch als „Ansätze zur gesellschaftlichen Selbststeuerung“ verstanden werden können. Obwohl sie teilweise *höchst unterschiedlichen* wissenschaftlichen Traditionen entstammen, weisen sie viele inhaltliche (aber wenig begriffliche) Gemeinsamkeiten auf. In ihr Zentrum stellen sie Überlegungen zu einer gesellschaftlichen Selbststeuerung. Sie sind alle von dem Gedanken geleitet, dass nichtstaatliche „organisierte Interessen“ oder „kollektive Akteure“ gesellschaftliche Handlungseinheiten bilden, die wesentlich zur Steuerung der Gesellschaft beitragen (bzw. beitragen könnten). Die Ansätze in ihren Gemeinsamkeiten und Unterschieden werden auch auf ihre Erklärungskraft zur Analyse von Steuerungsansprüchen gegenüber und Selbststeuerungsansprüchen von Ingenieuren untersucht.

3.2.2.2.1.1 Systemtheoretische Kontextsteuerungsansätze

Die Systemtheoretiker Luhmann, Willke oder Teubner sprechen vom „Ende des Primats“ des politischen Systems gegenüber den anderen gesellschaftlichen Teilsystemen. Da die Teilsysteme nach systemtheoretischen Vorstellungen jeweils spezifische Codes entwickeln, könne ein Teilsystem ein anderes Teilsystem (oder mehrere andere Teilsysteme) nicht *gezielt* lenken, weshalb direkte staatliche Interventionen eher als „Störung“ denn als Steuerung von Teilsystemen wirken würden.¹⁴⁷⁸ Die sozialwissenschaftliche Forschung ist sich nicht einig, wie weit der systemtheoretische Steuerungspessimismus geht. So schreibt Schimank, die politische Gesellschaftssteuerung sei für Luhmann „ein Ding der Unmöglichkeit“¹⁴⁷⁹, ebenso glaubt Mangels-Voegt, dass in der systemtheoretischen Steuerungstheorie „in ihrer extremsten Variante nach Luhmann“ eindeutig „eine prinzipielle Unmöglichkeit der politischen Steuerung“¹⁴⁸⁰ behauptet werde. Auch von Alemann stellt kritisch fest: „Der Staat regiert kräftig weiter. Er hat sich auch nicht darum geschert, dass Systemtheoretiker dem Staat *völlige Unfähigkeit* bescheinigt haben, überhaupt Steuerungsleistungen erbringen zu können.“¹⁴⁸¹ Andere Autoren formulieren vorsichtiger, von der „Erkenntnis der Systemtheorie in die nur *begrenzte* Steuerbarkeit sozialer Systeme.“¹⁴⁸² Martinsen sieht Luhmann sogar nicht als jemanden, der die Möglichkeit politischer Steuerung leugnet: „Wenn von Luhmann behauptet wird, dass er die Möglichkeit von politischer Steuerung leugne, so gilt es sogleich etwaigen Missverständnissen vorzubeugen: der Autor bestreitet nicht, dass es, empirisch gesehen,

¹⁴⁷⁷ vgl. Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 80.

¹⁴⁷⁸ vgl. Heinze/ Schmid 1994, 67.

¹⁴⁷⁹ Schimank 2000, 138.

¹⁴⁸⁰ Mangels-Voegt 1997, 70.

¹⁴⁸¹ von Alemann 2000, 6 – Hervorhebungen durch d.V.

¹⁴⁸² Röthel 2000, 41.

Steuerung geben mag – dafür spräche bereits die Evidenz.“¹⁴⁸³ Degele spricht von unterschiedlichen systemtheoretischen/ kybernetischen Steuerungsauffassungen, zu denen u.a. die strukturerklärende Kybernetik, die Gestaltungsgrenzen hervorhebt und die prozesserklärende Kybernetik, die Gestaltungsmöglichkeiten betont, welche, obwohl sie inkompatibel erschienen, auch komplementär gedacht werden könnten.¹⁴⁸⁴ Es besteht mithin Unklarheit hinsichtlich der Möglichkeit zur Steuerung der Gesellschaft aus systemtheoretischer Perspektive.¹⁴⁸⁵ Klarer sind die von der Systemtheorie angebotenen Auswege: Der Staat soll demnach zukünftig lediglich die Aufgabe der „Kontextsteuerung“ übernehmen.

„Luhmann empfiehlt der Politik (.), von ihrem ‚expansiven‘ Politikverständnis abzugehen und zu einem ‚restriktiven‘ umzuschwenken, das sich auf Regulierung gesellschaftlicher Konfliktlagen durch kollektiv bindende Entscheidungen zurückzieht, ohne damit Steuerungsansprüche zu verbinden.“¹⁴⁸⁶ Es geht demnach nur noch um die Steuerung in den Teilsystemen nicht der Teilsysteme. Willke und Teubner sprechen daher von der „dezentralen Kontextsteuerung“ durch „reflexives Recht“, welches die Aufgabe hat, „integrative Mechanismen für Verfahren und Organisation innerhalb der Teilsysteme selbst bereitzustellen, ihnen einen Modus der Selbststeuerung zu ermöglichen, der ihre Eigendynamik respektiert, ihnen aber jene gesellschaftlichen Restriktionen auferlegt, die aus den Bedingungen des Zusammenspiels aller Teile als Kontextregeln für jedes einzelne Teil folgen.“¹⁴⁸⁷ Die reflexive dezentrale Steuerung der Kontextbedingungen aller Teilsysteme und autonome Steuerung der internen Prozesse der Teilsysteme wird als der einzige mögliche Weg angesehen. Es kommt jedoch auf die konkrete Ausgestaltung an: Systemtheoretisch inspirierte Ansätze zu einer dezentralen Kontextsteuerung könnten sehr wohl beispielsweise auch für die Gestaltung der Ingenieurpraxis herangezogen werden – sofern man sich darüber einigt, was „dezentral“ behandelt werden soll, wieweit Zentralität und Dezentralität gehen. Die Aussage, dass wegen der Ausdifferenzierung der gesellschaftlichen Teilsysteme/ der „Folgeprobleme funktionaler Differenzierung“¹⁴⁸⁸ keine Steuerung mehr möglich sei, sondern allenfalls noch eine Gestaltung der Rahmenbedingungen dieser Systeme, kann sich m.E. dabei aber nur auf die Steuerung von Detailfragen (z.B. technische Fragen auf der untersten Konkretisierungsebene) beziehen. Die Strukturen hingegen können sehr wohl beeinflusst werden und prägen letztlich auch den Hintergrund, vor dem Detailfragen thematisiert werden.

3.2.2.1.2 Governanceansätze

Zwischen den Vertretern der dargestellten systemtheoretisch orientierten Steuerungsüberlegungen entwickelte sich eine Debatte mit handlungs- bzw. institutionenorientiert ausgerichteten Wissenschaftlern.¹⁴⁸⁹ Renate Mayntz und Fritz W. Scharpf als Vertreter des Governance-Ansatzes gehen davon aus, dass zur Untersuchung von Steuerung eher die

1483 Martinsen 1992, 55.

1484 Degele 1997, 81.

1485 vgl. hierzu ausführlich Nahamowitz 1992, der im Übrigen am Rande auch die Unterschiede der Positionen von Luhmann, Teubner und Willke anspricht.

1486 Schimank 2000, 139.

1487 Teubner/ Willke 1984, 4.

1488 Schimank 2000, 131ff.

1489 vgl. Martinsen 1992, 61, die von der „Luhmann-Scharpf-Debatte“ spricht.

Steuerungsfähigkeit der Politik als die Steuerbarkeit der Gesellschaft fokussiert werden sollte.¹⁴⁹⁰ Das Regelungsfeld ist jedoch aufgrund seiner Spezifität von Bedeutung. Die Steuerbarkeit der gesellschaftlichen Teilsysteme sei somit unterschiedlich und damit abgestuft.¹⁴⁹¹ Governance-Ansätze haben einen ähnlichen Ausgangspunkt wie systemtheoretische Ansätze: „Die Implementationsforschung um Renate Mayntz und Fritz W. Scharpf belegte die ‚Krise der regulativen Politik‘ und thematisierte die Defizite und Grenzen der imperativen Steuerung durch einseitige Ge- und Verbote und der anschließenden Sanktionierung sowie die damit verbundenen Vollzugsdefizite. Insbesondere feststellbares informelles Verwaltungshandeln machte die Hoffnungen auf die Resultate hierarchisch ausgerichteter Regelungsversuche seitens des Staates immer geringer. Die hierarchischen Strategieziele mussten in ein vielschichtiges Handlungsfeld staatlicher und privater Akteure hinein umgesetzt werden.“¹⁴⁹²

Die Wissenschaftler der MPIfG beschreiben den selbstgewählten theoretischen Hintergrund zu Steuerungs- bzw. Governanceüberlegungen als an die sozialwissenschaftliche und ökonomische Institutionenforschung („institutionellen Ökonomie“ und „sozialwissenschaftlichen (akteurzentrierten) Institutionalismus“)¹⁴⁹³ angeschlossen. Eigendynamische soziale Prozesse entstehen demnach, wenn die „Handlungsmotive der beteiligten Akteure durch die Interaktion zwischen ihnen verstärkt werden“¹⁴⁹⁴, wobei die Beteiligten nicht auf das tatsächliche Verhalten anderer Akteure reagieren, sondern sich an ihren persönlichen Erwartungen über dieses vermutliche Verhalten orientieren. Solche eigendynamischen Prozesse können staatlichen Steuerungsabsichten entweder zuwiderlaufen oder sie unterstützen.¹⁴⁹⁵ Die gesellschaftliche Eigendynamik und staatliche Steuerung schließen sich demnach nicht aus, da die Veränderung/ Manipulation der Erwartungen der Gesellschaft zu einer Strategie der staatlichen Steuerung werden kann. Mayntz und Scharpf gehen daher davon aus, dass die staatliche Steuerung bei „amorphen Populationen“ (nicht interagierenden Individuen), die nicht organisiert sind, leichter sei.¹⁴⁹⁶ In Regelungsfeldern mit hohem Organisationsgrad seien die kollektiven Akteure handlungsfähig¹⁴⁹⁷ und würden sich damit staatlichen Steuerungsbestrebungen besser widersetzen können. Hiermit stehen sie im Gegensatz zu korporatistischen Ansätzen, die eine Organisation von Einzelinteressen als Voraussetzung für eine effektive Steuerung ansehen, da der Staat sich andernfalls einer amorphen Steuerungsmasse gegenüberstehen und nicht weiß, an wen er sich wenden soll.

Dem Begriff „Governance“ werden folgende Auffassungen zugeordnet:

1) Governance als die „Struktur und Dynamik von sektoralen Regelungssystemen“¹⁴⁹⁸ oder

¹⁴⁹⁰ vgl. Scharpf, zitiert nach Martinsen 1992, 62.

¹⁴⁹¹ vgl. Mayntz, zitiert nach Martinsen 1992, 59.

¹⁴⁹² Mangels-Voegt 1997, 71.

¹⁴⁹³ www.mpifg.forschungsprogramm.de (28.01.2003).

¹⁴⁹⁴ Mayntz/ Scharpf 1995, 11.

¹⁴⁹⁵ Mayntz/ Scharpf 1995, 12.

¹⁴⁹⁶ vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 12.

¹⁴⁹⁷ vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 12.

¹⁴⁹⁸ www.mpifg.forschungsprogramm (28.01.2003).

2) Governance als die „Verknüpfung politischer Steuerung mit gesellschaftlicher Selbststeuerung in sozialen komplexen, pluralistischen“ Gesellschaften¹⁴⁹⁹ oder

3) Governance als der gemeinsame „Beitrag von Staat, Verbänden und anderen sozialen Ordnungsmechanismen zur Regulierung (governance) von Märkten und Marktwirtschaften.“¹⁵⁰⁰

Mayntz/ Scharpf ersetzen den Begriff der Steuerung durch den der „Regelung“ bzw. „Goverance“¹⁵⁰¹, der die „einseitige“ Steuerung (vom Staat zur Gesellschaft) als Variante mit einschließt. In Abgrenzung zur Unterscheidung der Begriffe „Steuerungsobjekt“ und „Steuerungssubjekt“ differenzieren sie zwischen „Leistungsstruktur“ und „Regelungsstruktur“.¹⁵⁰² Zur Leistungsstruktur könnten beispielsweise im Gesundheitswesen Krankenhäuser, Arztpraxen, Kassenärztliche Vereinigungen, Krankenkassen, Pharmaunternehmen und Apotheken zählen. Oder für die hier interessierende technische Infrastruktur z.B. im Bereich der Abwasserentsorgung könnten hierzu kommunale Kläranlagenbetreiber (alter und neuer Prägung), Ingenieurverbände, Zulieferer technischer Komponenten, Bürger als Einleiter und Bezahlern, Unternehmen als Indirekteinleiter und Bezahlern zählen. Eine Leistungsstruktur weist bestimmte Merkmale auf, die beschrieben werden können über den

- a) Grad der technischen Vernetztheit, den
- b) Grad der organisatorischen Vernetztheit und die
- c) Intensität des Wettbewerbs zwischen Anbietern.

Die Regelungsstruktur (governance structure) für den Bereich der Forschung umfasst zum Beispiel: Bundesministerium für Forschung, Forschungsausschüsse, Bund-Länder-Gremien, (Parteien, Parlament, Regierung und andere Ressorts bleiben außerhalb des abgegrenzten Forschungssektors). Für den Bereich der Abwasserinfrastruktur könnten dies beispielsweise im Umweltministerium bestimmte Ressorts, das zuständige Landesumweltministerium, die zuständige Mittelinstantz (Bezirksregierung/ Regierungspräsidium), die kommunale Aufsicht und die Ingenieurverbände als Ersteller technischer Normen sein. Die Begriffe „Leistungsstruktur“ und „Regelungsstruktur“ dienen dazu, die Begriffe „Steuerungssubjekt“ und „Steuerungsobjekt“ und damit insgesamt die Vorstellung einer einseitigen und automatischen Steuerung zu überwinden. Damit werden staatliche Institutionen jedoch nicht automatisch mit Regelungsstrukturen und nichtstaatliche Institutionen mit Leistungsstrukturen gleichgesetzt.

Am MPIfG bildeten vor allem die staatsnahen Sektoren, insbesondere Gesundheit, Forschung und Telekommunikation, das Hauptfeld der Untersuchung von Governancestrukturen, weil sie eine Mischung zwischen staatlicher und wirtschaftlicher Institutionen repräsentieren und die Kombination aus einem hohen staatlichen Involviertheitsgrad und einem hohen gesellschafts-

¹⁴⁹⁹ Heinrichs www.dgs2002.uni-leipzig.de/Abstracts/Heinrichs.htm (22.01.2003). Heinrichs spricht im Original von „Wissensgesellschaften“.

¹⁵⁰⁰ Streeck 1994, 19 – Hervorhebungen des Originals von d.V. weggelassen.

¹⁵⁰¹ Mayntz/ Scharpf 1995, 16.

¹⁵⁰² vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 16.

lichen Organisationsgrad besonders günstige Bedingungen zur Untersuchung des Zusammenspiels von Steuerung und Selbststeuerung (Selbstorganisation) bietet.¹⁵⁰³

Governance wird jetzt auch weit gefasst: „Die Gesamtheit der institutionellen Regelstrukturen, die zur Koordination und Selbststeuerung gesellschaftlicher Teilbereiche dienen, werden neu-erndings als ‚Governancestrukturen‘ diskutiert.“¹⁵⁰⁴ Dabei wählt die Governance-Forschung einen akteurs-/ handlungstheoretischen Ansatz: „Die Governanceperspektive vereinigt Kybernetik, Institutionalismus und Handlungstheorie. Sie versucht die kybernetische Selbststeuerung von Gesellschaften (oder gesellschaftlichen Teilbereichen) über das institutionell regulierte Akteurshandeln zu erklären. Governancestrukturen bestehen dabei aus zusammengesetzten sozialen (bei GTS: sozialen und technischen) Regelsystemen, die Handlungsprozesse strukturieren. Sie stellen einen Teil der oben diskutierten ‚kulturellen Software‘ von Gesellschaften dar. Ihre Strukturierungsleistungen werden entweder über Kontextsteuerung ‚eigensinniger‘ Akteure oder über Internalisierung von Regelstrukturen erbracht.“¹⁵⁰⁵ Der Markt wird dabei als ein „idealtypischer, rein über Kontextsteuerung wirkender sozialer Governancemechanismus“¹⁵⁰⁶ verstanden. „Marktmechanismen setzen Eigentumsrecht, generalisierte Tauschmedien und formalisierte soziale Kommunikationsstrukturen voraus. Erst über das Zusammenwirken dieser Regelkomplexe kann sich soziale Koordination rein über den Leistungswettbewerb herstellen.“¹⁵⁰⁷ Neben dem Markt wird die Hierarchie als ein weiterer Koordinationsmechanismus verstanden. Außerdem existieren „hybride Steuerungsmechanismen, die Elemente von Hierarchie und Markt (z.B. Netzwerke)“¹⁵⁰⁸ verbinden. Governance geschieht über vielfältige Akteure, die jedoch nicht den einzigen Bestandteil der Governancestruktur darstellen: „Zu den politischen Governancestrukturen einer Gesellschaft können nicht nur die Regierung (was dem ursprünglichen Begriff sehr nahe kommt), sondern auch institutionelle Arrangements wie Verwaltungs-, Parteien- und Interessengruppensysteme bis hin zu ‚Privatregierungen‘ gesellschaftlicher Teilbereiche (Streeck/ Schmitter 1985) gezählt werden. Selbst Wissens- und Überzeugungssysteme können als Governancestrukturen betrachtet werden, die über spezifische Wahrnehmungs- und Bewertungsregeln das Akteurshandeln steuern (z.B. Religion als ein gesellschaftlicher Steuerungsmechanismus).“¹⁵⁰⁹ Governancestrukturen großtechnischer Systeme sind eingebettet in die allgemeinen Governancestrukturen: „Die Governancestrukturen großtechnischer Systeme sind nun keine Mechanismen eigener Art, sondern können, natürlich bedingt durch die technische Architektur des Systems (und die darin implementierten technischen Regelstrukturen), Kombinationen unterschiedlicher sozialer Regelsysteme einschließen, die Interaktionsprozesse zwischen den konstitutiven Einheiten des Systems koordinieren und steuern. Dies kann beispielsweise über Marktmechanismen geschehen, über private oder öffentliche Hierarchien, über netzwerkartige Zwischenformen, oder sogar, wie historische Beispiele zeigen, auch mittels politisch-religiöser

1503 vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 13.

1504 Schneider 1992, 123.

1505 Schneider 1992, 124.

1506 Schneider 1992, 124.

1507 Schneider 1992, 125.

1508 Schneider 1992, 125.

1509 Schneider 1992, 125.

Machtstrukturen.“¹⁵¹⁰ Governance-Vorstellungen, die auch international stark diskutiert werden, weisen Verbindungen zu Netzwerkansätzen, zivilgesellschaftlichen Ansätzen¹⁵¹¹ und Ansätzen zum (Neo-)Korporatismus¹⁵¹² auf, die im Folgenden vorgestellt werden.

3.2.2.2.1.3 Korporatismusansätze

Ebenso im Bereich der Steuerung „zwischen Markt und Staat“ wird der Korporatismus vertreten.¹⁵¹³ Nach der Korporatismuskonzeption „soll durch organisierte – und dadurch handlungsfähige – Gruppen eine Selbstregulierung partikularer Interessen ohne unmittelbare Staatsintervention erreicht werden können“¹⁵¹⁴, wobei jedoch ein hoher gesellschaftlicher Organisationsgrad gegeben sein muss. Staatliche Steuerung kann dann verstanden werden als die direkte oder indirekte Einflussnahme „auf die Bildung von Interessengruppen und auf die Organisierung kollektiver Interessen“¹⁵¹⁵. Ziel des Korporatismus ist es „Sachverständ und Widerspruch politisch relevanter gesellschaftlicher Gruppen so frühzeitig in den politischen und administrativen Entscheidungsprozeß zu integrieren, dass am Ende Entscheidungen stehen können, die zugleich sachlich richtig und politisch konsensfähig sind.“¹⁵¹⁶ Korporatistische Arrangements sollen somit politische Entscheidungen vorbereiten, aber nicht ersetzen, wobei einige Autoren der Meinung sind, dass dieses Vorgehen die *bessere* Alternative sei, wohingegen andere es sogar für die *einzig* Alternative halten: „Verbände, deren originärer Zweck die Durchsetzung partikularer Gruppeninteressen ist, sollen öffentliche Funktionen übernehmen. Als sozialpflichtige Repräsentanten kollektiver Partikularinteressen sollen sie in jenen Problemfeldern als ‚gemeinwohlorientierte‘ Steuerungsinstanzen fungieren können, die weder durch den Marktmechanismus noch durch etatistische Staatsintervention problemgerecht bearbeitbar sind.“¹⁵¹⁷ Die Gemeinwohlorientierung ist die große, mit dem Korporatismus verbundene Hoffnung. „Verbände und Interessengruppen wurden in der Forschung und Politik lange Zeit als Akteure angesehen, die – lediglich auf ihr spezielles Partikularinteresse orientiert – staatliches Handeln und Gesetzgebung zu beeinflussen suchen.“¹⁵¹⁸ Es könnte aber davon ausgegangen werden, dass Großorganisationen, welche den Gegenstand korporatistischer Arrangements bilden, „ein Eigeninteresse daran haben, sich auf gesamtgesellschaftliche Ziele verpflichten zu lassen.“¹⁵¹⁹ Diese Ausführungen beziehen sich auf die Variante des Korporatismus in den heutigen westlichen Industriegesellschaften, bzw. zumeist sogar nur in der Bundesrepublik Deutschland, der zum Teil als „Neokorporatismus“ bezeichnet wird.

Es lassen sich vier vollkommen unterschiedliche Auffassungen zum Korporatismus oder Korporativismus – beide Begriffe existieren – unterscheiden: 1) Korporatismus als Modell des

1510 Schneider 1992, 125f.

1511 vgl. Heinrichs www.dgs2002.uni-leipzig.de/Abstracts/Heinrichs.htm (22.01.2003).

1512 vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 13.

1513 vgl. Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 83f.

1514 Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 84.

1515 Voelzkow 1995, 394.

1516 Streeck 1994, 18.

1517 Voelzkow 1994, 396.

1518 Weßels 2000, 16.

1519 Weßels 2000, 17.

Ständestaates,¹⁵²⁰ 2) autoritärer Korporatismus (in totalitär geprägten Staaten, z.B. Massenorganisationen der ehemaligen Ostblockstaaten, gleichgeschaltete Massenorganisationen in faschistischen Staaten¹⁵²¹), 3) religionspolitischer Korporatismus¹⁵²² und 4) Neokorporatismus.¹⁵²³ Die ersten drei Formen sollen hier nicht weiter betrachtet werden, da sie nicht auf die Technik-/ Risikosteuerung Anwendung finden. Bei den neokorporatistischen Ansätzen existiert eine Vielzahl an Varianten bzw. von Bezeichnungen, wobei nicht immer mit einer anderen Bezeichnung ein eigenständiges Konzept verbunden ist. Die Bezeichnungen neuer, liberaler, demokratischer, autoritärer, pluraler, gesellschaftlicher, selektiver, inszenierter, unternehmensgeleiteter, situativer, schlechender, horizontaler und vertikaler Korporatismus sind ebenso zu finden, wie Makro-, Meso- und Mikrokorporatismus, Angebots- und Nachfragekorporatismus, Technokorporatismus oder Staatskorporatismus. Schon der große Korporatismusforscher Ulrich von Alemann, der zusammen mit Heinze 1979 das erste Buch zum Korporatismus in Deutschland herausgegeben hat,¹⁵²⁴ beklagt, dass immer neue Suffixe in Verbindung mit dem Wort Korporatismus erfunden werden¹⁵²⁵ und dass insgesamt eine Uneinheitlichkeit¹⁵²⁶ und Widersprüchlichkeit¹⁵²⁷ die Korporismusforschung beherrscht. Unter Vernachlässigung der Unterschiede/ Feinheiten der verschiedenen Korporismusbegriffe wird im Folgenden eine allgemeine Form des (Neo-)korporatismus beschrieben: „Mit dem Begriff Neokorporatismus wird die Einbindung („Inkorporierung“) von organisierten Interessen in Politik und ihre Teilhabe an der Formulierung und Ausführung von politischen Entscheidungen bezeichnet.“¹⁵²⁸ Zunächst wurde der Begriffs (Neo-)Korporatismus „nur für die Bezeichnung einer ‚tripartistischen‘ Kooperation“ von Staat, Arbeitgeberorganisationen (Unternehmerverbänden) und Arbeitnehmerorganisationen (Gewerkschaften) verwendet.¹⁵²⁹ Die Spaltenverbände von Arbeit und Kapital bilden mit der staatlichen Spalte (Spalte aus Regierung, Parlament und teilweise Bürokratie) korporatistische Entscheidungsstrukturen. Demnach konzentriert sich dieser klassische Korporismusbegriff eines „Trikorporatismus“ auf die „Aushandlung von politischen Arrangements durch zentralistische und mit hoher Folgebereitschaft ausgestattete Großorganisationen“¹⁵³⁰, was ihn von Zivilgesellschaftskonzepten unterscheidet, die auch die viele kleine und wenig zentralistische Organisationen im Auge haben. Beispiele für den klassischen Trikorporatismus bilden die „Konzertierte Aktion“ in den 1970er Jahren und das „Bündnis für Arbeit“ in den 1990er Jahren (mit mehreren gescheiterten Neuanfängen).

1520 vgl. Voelzkow 1995, 393.

1521 vgl. Mickel 1983, 265.

1522 vgl. Holtmann 1994, 312f. Religionspolitischer Korporatismus beschreibt „die v.a. in der katholischen Soziallehre erhaltene Sympathie für berufsständische Repräsentation anstelle oder mindestens neben dem egalitären Parlamentarismus, wie sie insbesondere in der päpstlichen Enzyklika Quadragesimo Anno (1931) zum Ausdruck kommt.“ Holtmann 1994, 312f.

1523 Herausragende Vertreter sind: Lehmbruch (Deutschland), Schmitter (USA) und Johnson (Großbritannien) vgl. Reese-Schaefer 1996.

1524 vgl. von Alemann 2000, 3.

1525 vgl. von Alemann 2000, 3.

1526 vgl. Weber 1986, 282.

1527 vgl. Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 98.

1528 Voelzkow 1995, 393.

1529 vgl. Voelzkow 1995, 394.

1530 Krumbein 1992, 212.

Gegenstand dieser korporatistischen Arrangements waren bisher vor allem die gemeinsame Steuerung des wirtschaftlichen Strukturwandels (Aufgabe „alter“ unrentabler Wirtschaftsbereiche z.B. Stahlindustrie und Aufbau/ Unterstützung neuer Wirtschaftsbereiche, z.B. der IuK-Branche; generelle Tendenz Tertiarisierung der Wirtschaftsstruktur), welcher zumeist mit dem Abbau von Arbeitsplätzen und Subventionen verbunden ist. Insbesondere die Industrie-, Arbeitsmarkt- und Einkommenspolitik waren zentrale Gegenstandsbereiche. Dem Korporatismus bzw. der Korporatismusforschung ging es bisher offensichtlich hauptsächlich um die Steuerung von Wirtschaft und Arbeitsmarkt, aber nicht um die Steuerung von Technik oder technischen Risiken.¹⁵³¹ Es zeichnet sich jedoch eine Entwicklung ab, den wissenschaftlichen Fokus auf die Spitzenverbände von Arbeit und Kapital, die mit den staatlichen Akteuren neokorporatistische Entscheidungsstrukturen bilden, auf andere Formen gesellschaftlicher Selbststeuerung auszuweiten.

Allgemein interessant zur Beschreibung von Selbststeuerung ist eine Unterteilung, die von den Korporatismus-Forschern Schmitter und Streeck entwickelt wurde. Demnach gibt es zwei Logiken des Korporatismus: 1) die „logic of membership“, das Verhältnis der intermediären Organisation zu ihrer sozialen Basis, und 2) die „logic of influence“, das Verhältnis der intermediären Organisation zur institutionalisierten Politik.¹⁵³² Von Korporatismus lasse sich dann sprechen, wenn die beiden Verhältnisse zufriedenstellend gegeneinander abgewogen werden, so dass es den Verbänden, bzw. allgemeiner den intermediären Organisationen/ den organisierten Interessen, nicht nur um Interessenrepräsentation, sondern auch um Interessenformulierung und -vermittlung unter Einbeziehung von Gemeinwohlfragen gehe. Dies leitet zu den Vor- und Nachteilen korporatistischer Arrangements zur Gesellschaftssteuerung über:

Als Vorteile des Korporatismus werden beispielsweise die frühe Einbindung des Sachverständes, die gesteigerte Befolgungsbereitschaft aufgrund der Aushandlungen zentraler Großorganisationen,¹⁵³³ die zusätzliche Legitimation für staatliche Entscheidungen, die korporative Akteure verschaffen könnten und die Möglichkeit der Verminderung von Konflikten angesehen.¹⁵³⁴

Der Korporatismus wurde auch als Gegenbegriff zum Pluralismus verstanden,¹⁵³⁵ welcher ein Zweistufenmodell des politischen Prozesses beinhaltet: „Die politische Repräsentation obliegt dem Parlament, die politische Organisation gesellschaftlicher Interessen fällt den politischen Parteien zu. So sehen es die Lehrbücher liberaler, pluralistischer Demokratie. (...) Die über den Einzelinteressen und Interessenorganisationen schwebenden Parteien bildeten dann den Kompromiss vor, der endlich in die staatliche Entscheidung einfließe. Ein solches Zweistufenmodell des politischen Prozesses – die Gesellschaft organisiert sich in Verbänden, die Parteien organisieren den Staatswillen – entspricht aber längst nicht mehr der Wirklichkeit.“¹⁵³⁶ In korporatistischen Modellen ist unklar, welche Rolle die Parteien weiterhin spielen. Klar ist hingegen, dass deren Einfluss bei einer Bestärkung korporatistischer Arrangements abnimmt.

¹⁵³¹ Die Steuerung von Technik kam nur als staatliche Förderung von Innovationen in der Wirtschaft vor.

¹⁵³² vgl. Schmitter/ Streeck, zitiert nach Streeck 1994, 14.

¹⁵³³ Sofern technische Normen wie rechtliche Normen empfunden werden, stimmt diese Aussage nicht.

¹⁵³⁴ vgl. Weßels 2000, 17.

¹⁵³⁵ vgl. Streeck 1994, 7.

¹⁵³⁶ von Alemann 1983, 266.

Korporatismus geht, im Gegensatz zum Pluralismus, von der staatlichen Einflussnahme als normal und positiv aus: „Anders als der liberale Pluralismus sieht der Korporatismus-Ansatz in staatlicher Einflussnahme auf vorstaatliches kollektives Handeln weder eine empirische Anomalie noch eine ordnungspolitische Pathologie, sondern behandelt die Einwirkung öffentlicher Gewalt routinemäßig als Schlüsselfaktor für die Erklärung von Organisationsform, Intensität, Zielen und Resultaten kollektiver Interessenpolitik.“¹⁵³⁷ So beschäftigt sich der Korporatismus auch mit „Formen der Zwangs- und Quasi-Zwangsmitgliedschaft in Verbänden.“¹⁵³⁸ In pluralistischen Konzepten wird von einer staatsfreien oder zumindest staatsfernen Selbstorganisation von Interessen ausgegangen und ein staatlicher Einfluss, so er doch stattfindet, wird eher negativ gesehen. Umgekehrt wird auch der Einfluss der Verbände auf die Politik nicht so positiv gewertet. Direkter Lobbyismus ist immer noch mit einem unfeinen Geruch verbunden. Die Wirkung der Lobbyarbeit ist nicht zu unterschätzen: 1994 lagen zwei Drittel der 530 Bonner Verbandsgeschäftsstellen, die in der Lobbyliste des deutschen Bundestages stehen, in einer Entfernung von weniger als 3000 m Luftlinie zum Deutschen Bundestag.¹⁵³⁹ Neokorporatismus wertet die Einbindung der Interessenorganisationen tendenziell positiver als der Pluralismus. Ein Teil der Korporatismusvertreter geht aber auch von Legitimitätssteigerungen aus. Die Interessenorganisationen beschränken sich nicht mehr darauf, auf staatliche Entscheidungen einzuwirken (pressure groups), sondern sind an der Politikproduktion und Politikausführung (Politikformulierung und Politikimplementation) beteiligt.

Als Probleme oder Nachteile des Korporatismus werden vor allem Demokratiedefizite/ Legitimationsdefizite dieses Steuerungsmodells angegeben. Insbesondere wird dies an den Begriffen der „privaten Regierung“ bzw. der „privaten Interessenregierungen“, die an die angelsächsischen Begriffe des „private government“¹⁵⁴⁰ bzw. „private interest government“ (pig)¹⁵⁴¹ angelehnt sind, deutlich. Eine Sorge betrifft die innerverbandliche Demokratie: „Verbände, denen es gelingt, sich im politischen Rausch mit dem Staat starke Organisationshilfen und Handlungsermächtigungen zu beschaffen, können die Interessen ihrer Mitglieder ‚regieren‘, statt sie nur zu repräsentieren.“¹⁵⁴² „Auch in der generellen demokratietheoretischen Diskussion werden ‚private Regierungen‘ kritisch gesehen und im Hinblick auf ihre Legitimationsbasis in Zweifel gezogen. Korporatistische Arrangements bilden in dieser Sicht gewissermaßen ‚undichte Stellen‘, an denen ‚illegitime‘ Macht in den rechtsstaatlich regulierten Machtkreislauf einbricht.“¹⁵⁴³ Zum Teil werden „pigs“ auch positiv gesehen: „Als sozialpflichtige Repräsentanten kollektiver Partikularinteressen sollen sie in jenen Problemfeldern als ‚gemeinwohlorientierte‘ Steuerungsinstanzen fungieren können, die weder durch den Marktmechanismus noch durch etatistische Staatsintervention problemgerecht bearbeitbar sind.“¹⁵⁴⁴

1537 Streeck 1994, 9,

1538 Streeck 1994, 11.

1539 vgl. Sebaldt 1997, 29.

1540 vgl. Voelzkow 1994, 396.

1541 vgl. Streeck/ Schmitter 1985.

1542 Streeck 1994, 16.

1543 Voelzkow 1993, 112.

1544 Voelzkow 1995, 395.

Die verbandliche Selbststeuerung wird teilweise mit der Steuerung durch pigs gleichgesetzt.¹⁵⁴⁵ „Die Normungsinstitute werden als ‚private Regierungen‘ dargestellt, deren technische Regeln wichtige koordinierende und regulierende Funktionen erfüllen.“¹⁵⁴⁶ Hier gibt es auch positive sowie negative Wertungen: „Institutionell besteht die Gefahr, dass die privaten Regierungen (also auch die Normungsverbände) die demokratisch legitimierten, verfassungsmäßig für allgemein verbindliche Entscheidungen vorgesehenen Organe unterlaufen und faktisch Steuerungsprärogative gewinnen und diese aufgrund ihrer partikularen Interessengebundenheit missbrauchen.“¹⁵⁴⁷ Diese Thematik, speziell auf die organisierten Interessen der technischen Normung bezogen, wird an anderer Stelle¹⁵⁴⁸ ausführlich behandelt.

3.2.2.2.1.4 Netzwerkansätze

Ein „Klassiker“ in der Netzwerkdiskussion, Franz Urban Pappi, definierte Netzwerke als „eine durch Beziehungen eines bestimmten Typs verbundene Menge von sozialen Einheiten.“¹⁵⁴⁹ Neben dieser Definition könnte hier eine ganze Reihe anderer Definitionen aufgeführt werden, denn in der Literatur findet sich eine Fülle von Netzwerkansätzen, was sowohl darauf zurückzuführen ist, dass die Netzwerkansätze unterschiedlichen Fachdisziplinen entstammen, mal quantitativ mal qualitativ ausgerichtet sind, als auch, dass innerhalb von Fachdisziplinen unterschiedliche Theorietraditionen zur Entwicklung von Netzwerkansätzen herangezogen werden. Die verschiedenen Autoren haben häufig unterschiedliche Netzwerk-Gegenstände im Kopf, von deren Ausgangspunkt sie allgemeingültig erscheinende Aussagen treffen. Dadurch, dass die Verfasser für ihre jeweiligen Ansätze eine große Allgemeinheit der Aussagekraft beanspruchen oder zu beanspruchen scheinen, kommt es oftmals zu einer Überstrapazierung: Innerhalb des eigenen Ausgangsfeldes sind die Überlegungen möglicherweise stimmig, aber sobald sie undifferenziert auf andere Bereiche übertragen werden, entstehen „schiefe“ Bilder.

Im Folgenden werden ausschließlich interorganisatorische und nicht interpersonelle Netzwerke betrachtet, auch wenn an organisatorischen Netzwerken natürlich Personen beteiligt sind: Auch die Beziehungen zwischen Organisationen (staatlichen Institutionen, Unternehmen, Verbänden etc.) werden von Personen geknüpft, aber losgelöst von Personen haben Organisationen ein Interesse und einen Bedarf an Vernetzung. Man kann also drei „Beziehungsarten“ feststellen: 1) Die Beziehung zwischen einer Person und einer anderen Person (bzw. einer Personengruppe), 2) Die Beziehung zwischen einer Person und einer Organisation und 3) Die Beziehung zwischen einer Organisation und einer anderen Organisation.

Zur Beschreibung von Netzwerken werden zum einen die Netzwerkelemente, zum anderen die Netzwerkbeziehungen thematisiert. Hinsichtlich der Netzwerkelemente (der Netzwerkakteure) spielen 1) der Ein- und Austritt, 2) die Anzahl, 3) ihre Charakterisierung und 4) ihre Grundvoraussetzungen für Beziehungen eine Rolle: Die eindeutige Bestimmung der Zugehörigkeit zum Netzwerk ist nicht möglich, da es sich um keine formalen Gremien handelt und der Eintritt in das Netzwerk und das Ausscheiden aus dem Netzwerk über inhaltliche Definitionen festgelegt

¹⁵⁴⁵ vgl. Heinze/ Schmid 1994, 88.

¹⁵⁴⁶ Voelzkow 1993, 106.

¹⁵⁴⁷ Voelzkow 1993, 113.

¹⁵⁴⁸ siehe Kapitel 1.3.2.3.4 Faktische Bindungswirkung technischer Normen.

¹⁵⁴⁹ Pappi 1987, 11.

sind. Zudem sind auch die „ausgeschlossenen“ Akteure zu beachten. Bei rein ökonomischen Netzwerken, die der Produktion dienen, ist die Bestimmung der Netzwerkelemente einfacher, da man direkt feststellen kann, welche kollektiven Akteure beteiligt sind. Die Anzahl der Netzwerkelemente ist ebenfalls wichtig: Um von einem Netzwerk sprechen zu können, müssen mindestens drei Akteure beteiligt sein (Iron Triangle). Weitgehende Einigkeit besteht bei den unterschiedlichen Autoren darin, dass die Anzahl der Netzwerkelemente nach oben hin begrenzt ist. Wo diese Grenze liegt, könne man jedoch nicht genau, in absoluten Zahlenwerten, festlegen. Sie sei von der Thematik des jeweiligen Netzwerkes abhängig. Zur Beschreibung der Netzwerkelemente sind ebenfalls die oft voneinander unterschiedlichen Ziele und Intentionen wichtig. Ebenfalls lassen sich die strukturellen Beziehungsvoraussetzungen der kollektiven Akteure beschreiben: Man kann einerseits die Organisationen beschreiben in ihrer Stellung zu anderen vergleichbaren Organisationen: So gewinnt man einen Überblick über die allgemeine Wichtigkeit der Organisation und über Besonderheiten.

Die Netzwerkbeziehungen zwischen den einzelnen Netzwerkelementen können quantitativ und qualitativ beschrieben werden. Abhängig von der Anzahl der Netzwerkelemente ergibt sich rein mathematisch eine sehr hohe Anzahl von Beziehungen. Es ist nicht sinnvoll (und auch mengenmäßig gar nicht zu bewältigen), *alle* Beziehungen zu beschreiben. Es muss bei der Anwendung auf eine Fallstudie somit eine Auswahl getroffen werden. Die Anzahl der wichtigen Beziehungen eines Netzwerkelementes zu anderen Netzwerkelementen kann Hinweise auf die Zentralität eines Elementes liefern. Manche Netzwerkelemente sind mehr mit anderen Netzwerkelementen verbunden als andere. Allerdings ist es auch von Belang, mit welchen anderen Netzwerkelementen ein Netzwerkelement verbunden ist. Handelt es sich dabei um zentrale Elemente oder um solche, die im Netzwerk eher eine randständige Rolle einnehmen? Das Zustandekommen der Beziehung ist von Bedeutung für die Qualität: Wer wurde von wem ausgewählt? Was waren die Wahlkriterien (z.B. bekannte Firma, bekannte Person, Zufall, Empfehlung)? Insbesondere ist die Beziehungsbetrachtung entlang der Zeitachse (in Vergangenheit und Zukunft) von Interesse, zum einen retrospektiv (Haben die Organisationen oder Personen eine gemeinsame Geschichte mit den anderen Organisationen oder Personen?) zum anderen prospektiv (Planen die Organisationen oder Personen eine gemeinsame Zukunft mit den anderen Organisationen oder Personen?). Des Weiteren ist die Stärke/ Dichte der Beziehungen bedeutungsvoll. Bezüglich der Qualität der Beziehungen grenzt man schwache oder lose Beziehungen/ Bindungen gegen starke oder enge Beziehungen/ Bindungen ab. Granovetter, ein weiterer Klassiker der Netzwerktheorien, hat die These von der „Stärke schwacher Beziehungen“ aufgestellt,¹⁵⁵⁰ nach welcher gerade die nichtformalisierten Beziehungen, die auf Vertrauen aufbauen, eine besondere Stärke aufweisen (können). Demnach wären Beziehungen, die über soziale Mechanismen koordiniert werden, stärker als solche, die z.B. über ökonomische oder juristische Mechanismen koordiniert werden bzw. solchen vorgelagert sind. Er meint, dass durch fortlaufende soziale Beziehungen, in die die ökonomischen Transaktionen eingebettet sind, Vertrauen, wechselseitige Erwartungen oder – allgemeiner – Normen entstehen, die sich zu institutionellen Arrangements verdichten würden.

Die Netzwerkbeziehungen sind Kooperationsbeziehungen und dabei zwangsläufig Tauschbeziehungen (getauscht werden z.B. Geld, Materialien, Informationen). Kennzeichnend für Netzwerke ist, dass das Tauschgeschehen sich nicht am Äquivalenzprinzip orientiert.

1550 Granovetter 1973.

Das Ganze (das Netzwerk) ist mehr als die Summe seiner Teile: Man könnte denken, dass mit der Beschreibung der Netzwerkelemente und der jeweiligen Beziehungen zwischen den Netzwerkelementen ein Netzwerk gut erfasst wäre. Und doch ist das Netzwerk etwas Eigenständiges. Hier gilt der alte Satz, dass das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist. Dieses „Mehr“ ist nicht sichtbar, nur schwer fassbar. Dazu gehören zum einen eigene Sichtweisen innerhalb des Netzwerkes und zum anderen eine bestimmte Art des Umgehens miteinander. Sichtweisen können sich auf Themen beziehen (Ansichten zu Personen, Firmen, Produkten u.s.w.).

Auch insgesamt ist die Betrachtung der Zahl der Knoten, der Verbindung und der Zentralität einzelner Knoten von Interesse. Man kann folgende Netzwerktypen, die unterschiedliche Funktionen und Potenziale haben, unterscheiden:¹⁵⁵¹ 1) Sternförmiges Netz (Es existiert ein zentraler Knoten, von dem alle Fäden abgeleitet werden.), 2) Gitternetz (Alle Knoten sind miteinander verbunden.) und 3) Maschennetz (Einige Knoten weisen mehr Verbindungen auf als andere.). In der Literatur wird außerdem noch das Ringnetz neben anderen Formen Baumstruktur beschrieben.¹⁵⁵² „Als idealer Netzwerktyp für FuE-Prozesse gilt das Gitternetz, da seine Struktur einen vollständigen, frei fließenden Informations- und Wissensstrom erlaubt, der Machtasymmetrien etwa aufgrund von Informationsvorsprüngen am ehesten ausschließt. Realiter sind bei großen Netzwerken maschenförmige Strukturen mit entsprechenden Machtasymmetrien und unterschiedlichen Autonomiegraden vorfindbar.“¹⁵⁵³

Die Inhalte „ergeben sich aus den spezifischen Ressourcen, welche in Netzwerken zirkulieren, ausgetauscht werden und möglicherweise akkumulieren.“¹⁵⁵⁴ Man kann uniplexe Netzwerke, die einen zentralen Inhalt haben, von multiplexen Netzwerken, die mehrere Inhalte haben, unterscheiden.

Allgemein werden Netzwerke, ebenfalls wie die anderen alternativen Steuerungsansätze, als „Hybridform“ neben bzw. zwischen Markt und Hierarchie angesehen. Man kann interpersonelle und interorganisatorische Netzwerke unterscheiden und bei den letzteren wiederum zwischen politischen, ökonomischen und politisch-ökonomischen Netzwerken differenzieren. Wenn politisch-ökonomische Netzwerke auf regionaler Ebene vorliegen, so spricht man allgemein von regionalen Netzwerken.

Ökonomische Netzwerke beschreiben Kooperationen, die hauptsächlich zwischen Unternehmen bzw. Unternehmensmitgliedern¹⁵⁵⁵ bestehen. Hintergrund der Diskussion um ökonomische Netzwerke ist die Innovationsdebatte. So stellte man in einigen Regionen¹⁵⁵⁶ – das Paradebeispiel ist Silicon Valley – fest, dass Unternehmen der gleichen Branche, also Konkurrenten, bei Neuentwicklungen zusammenarbeiten. Hierbei wird nicht unbedingt immer äquivalent ge-

¹⁵⁵¹ vgl. Abel 1997, 14.

¹⁵⁵² vgl. Ropohl 1998, 99f.

¹⁵⁵³ Abel 1997, 14.

¹⁵⁵⁴ ISO 1998, 13.

¹⁵⁵⁵ Man spricht deshalb auch von „Unternehmensnetzwerken“. Oftmals werden ökonomische Netzwerke auch entsprechend ihrer Hauptfunktion bezeichnet, z.B. als „FuE-Netzwerke“ oder „Produktionsnetzwerke“.

¹⁵⁵⁶ In der Industrial districts Debatte wird versucht, die Erfolgsfaktoren erfolgreicher Regionen zu identifizieren. Hiervon erhofft man sich Hinweise für eine Übertragung auf andere Regionen, also für eine gezielte Wirtschaftsförderung, zu gewinnen.

tauscht: Ein kleines hochinnovatives Unternehmen ohne viel Kapital bringt das Know-How mit, während ein großen Unternehmen mit Produktionsanlagen und viel Kapital (aber wenig Ideen) das nötige Investitionsvolumen aufbringt. Es handelt sich also um Netzwerke der Technik-Phylogenie. Allgemein werden sie als FuE- Netzwerke bezeichnet.

Politische Netzwerke dienen der Politikformulierung und Politikumsetzung. Als Hintergrund für ihr Entstehen wird wieder die abnehmende Steuerungsfähigkeit des Staates bzw. Steuerbarkeit der Gesellschaft aufgeführt. Überschneidungen zu oben aufgeführten Begründungen sind auch nicht erstaunlich, da in der Netzwerkdiskussion auch Autoren, so z.B. Renate Mayntz, zentral beteiligt sind, die sich mit Governance-Ansätzen beschäftigen. Durch die zunehmende Ausdifferenzierung könne der Staat gar nicht alle Informationen, die für wichtige Entscheidungen notwendig sind, vorhalten. Zudem habe er immer weniger Finanzmittel für eine aktive Politikdurchsetzung. Auf der anderen Seite würden gesellschaftliche Gruppen (organisierte Interessen) immer stärkere Beteiligungen fordern und seien für solche Beteiligungen immer besser qualifiziert. Diese und andere Gründe werden für die Notwendigkeit einer Zurückhaltung des Staates bei politischen Entscheidungen angeführt. „Politiknetzwerke oder Policy-Netzwerke werden (...) definiert als überwiegend informelle (aber auch formelle) Interaktion zwischen Akteuren, meist Organisationen oder Einzelpersonen (als Mitglieder von Organisationen) mit unterschiedlichen, aber wechselseitig abhängigen Interessen, die ein gemeinsames Handlungsproblem auf einer dezentralen, nicht hierarchischen Ebene bearbeiten.“¹⁵⁵⁷ Politiknetzwerke sind also Formen horizontaler Verpflichtung zwischen Staat und organisierten Interessen.

Politisch-ökonomische Netzwerke, in denen staatliche und nichtstaatliche Akteure gemeinsam an einem Problem arbeiten, hat die Wissenschaft vor allem in den 1990er Jahren entdeckt. Die staatlichen Organisationen übernehmen dabei im Prozess der Politikgestaltung aber lediglich eine Koordinations- und Vermittlungsfunktion. Das Netzwerk ist nach theoretischer Auffassung idealerweise nicht formalisiert. Dies lässt sich für den Bereich der Industriepolitik beschreiben: „Industriepolitik arbeitet nicht mehr hauptsächlich mit harten Eingriffsmitteln wie Recht und Geld, sondern mit konsensorientierten ‚weichen‘ Regulierungsmitteln. Dementsprechend ist die zentrale staatliche Administration nicht mehr alleiniger oder auch nur primärer Regulierungsakteur. In den Vordergrund rücken quasipolitische Organisationen zwischen Staat und Markt. Die verschiedenen Politikbereiche werden in diesem neuen Regulierungsmodell über dialogorientierte Netzwerkstrukturen miteinander verzahnt.“¹⁵⁵⁸ In politisch-ökonomischen Netzwerken, die im Bereich der Herstellung von technischer Infrastruktur vorlägen, übernimmt der Staat nur eine Moderationsrolle. Ein Netzwerkverständnis in diesem Sinn arbeitet somit auch mit einem Rahmensteuerungsmodell.

Einige Autoren sehen Verbindungen zwischen Korporatismus- und Netzwerkansätzen und auch von Netzwerk- und Zivilgesellschaftsansätzen, die im Folgenden beschrieben werden.

3.2.2.2.1.5 Zivilgesellschafts- und Diskursansätze

Im Folgenden soll vorwiegend die diskurstheoretische Konzeption der Zivilgesellschaft thematisiert werden. Sie wird unter anderem von Jean L. Cohen und Andrew Arato vertreten, welche

¹⁵⁵⁷ Héritier 1993, 433.

¹⁵⁵⁸ Krumbein 1991, 49

insbesondere die Theorie des kommunikativen Handelns von Jürgen Habermas zur Beschreibung zivilgesellschaftlicher Einrichtungen und Entwicklungen herangezogen haben.¹⁵⁵⁹ Die Vorstellung der Zivilgesellschaft wurde wiederum von Habermas aufgenommen und insbesondere in seiner Arbeit „Faktizität und Geltung“ weiterentwickelt.¹⁵⁶⁰ Der Begriff „Zivilgesellschaft“ bezeichnet bei Habermas nicht die Gesellschaft als Ganzes, sondern bestimmte lebensweltliche Teilbereiche.¹⁵⁶¹ Zivilgesellschaft wird von ihm „als ein aus lebensweltlichen Kontexten gewachsesen, strukturell sich verdichtendes Geflecht von Organisationen, freien Initiativen, sozialen Bewegungen, aber auch lernfähigen etablierten politischen Akteuren“¹⁵⁶² beschrieben. Die im Umfeld der neuen sozialen Bewegungen verankerten Akteure hätten insbesondere technische Risiken wie die der „Nutzung von Atomenergie, anderer großtechnischer Anlagen oder wissenschaftlicher Experimente wie der Genforschung“¹⁵⁶³ und die auch damit verbundenen ökologischen Störungen (Habermas nennt als Beispiele Waldsterben, Gewässerverschmutzung und Artentod)¹⁵⁶⁴ neben anderen Problemen (Wettrüsten, Dritte Welt, Probleme der Wirtschaftsordnung) erstmals gesellschaftlich thematisiert. Die so verstandene Zivilgesellschaft sei „dazu fähig, latente und neue Gefährdungslagen zu thematisieren und durch die Inanspruchnahme und Aktivierung von Öffentlichkeit so nachhaltig ins gesellschaftliche Bewusstsein zu rücken, dass sie als regelungsbedürftige Materie erfahren werden.“¹⁵⁶⁵ Somit tragen zivilgesellschaftliche Gruppen zur Weiterentwicklung der normativen Basis der Gesellschaft als Ganzem bei. Habermas‘ Verständnis der Rolle des Rechts hat sich dabei offensichtlich gewandelt: „Hatte Habermas noch im Rahmen seiner Kolonialisierungsthese das Recht nicht zuletzt als wesentliche Ursache der Bürokratisierung lebensweltlicher Struktur- und Handlungszusammenhänge identifiziert, so erscheint es nunmehr primär als Medium gesellschaftlicher Integration.“¹⁵⁶⁶ Das Recht trägt „in modernen Gesellschaften die Hauptlast der sozialen Integration“¹⁵⁶⁷, auch wenn, empirisch betrachtet, seine Beiträge zur gesellschaftlichen Steuerung oftmals begrenzt seien.¹⁵⁶⁸ Es gäbe zu ihm jedoch keine Alternative, und da die zivilgesellschaftlichen Akteure für sich abzeichnende neue Problemlagen sensibler seien als die Politik, müssten diesen Akteuren in der Rechtsentwicklung und zum Teil auch -anwendung institutionalisierte Beteiligungsrechte gewährt werden. Habermas plädiert für ein prozeduralistisches Rechtsparadigma: „Im prozeduralistischen Rechtsparadigma wird die politische Öffentlichkeit nicht nur als Vorhof des parlamentarischen Komplexes vorgesellt, sondern als die impulsgebende Peripherie, die das politische Zentrum einschließt: sie wirkt über den Haushalt normativer Gründe ohne Eroberungsabsicht auf alle Teile des politischen Systems ein.“¹⁵⁶⁹ Habermas wurde eine Konzentration auf die dem Umfeld der neuen sozialen Bewegungen entspringenden Akteure vorgeworfen: „Das Konzept

1559 vgl. Habermas 1992, 444f.; Kneer 1997, 244f mit Verweis auf Cohen/ Arato.

1560 Habermas 1992.

1561 vgl. Kneer 1997, 245.

1562 Herming 2002, 67.

1563 Habermas 1992, 460.

1564 vgl. Habermas 1992, 460.

1565 Herming 2002, 67.

1566 Heming 2000, 69.

1567 Habermas 1992, 60.

1568 vgl. Heming 2000, 69.

1569 Habermas 1992, 533 – Hervorhebung im Original.

der Zivilgesellschaft von Jürgen Habermas ist außerordentlich voraussetzungsvoll. Es schließt nicht nur staatliche Institutionen und politische Parteien, sondern auch ökonomische Interessengruppen aus. Den Kern „seiner“ Zivilgesellschaft bilden vor allem spontan entstandene Vereinigungen, Organisationen und Bewegungen, die die gesellschaftlichen Problemlagen des privaten Lebensbereichs „finden, aufnehmen, kondensieren und lautverstärkend an die politische Öffentlichkeit weiterleiten.“¹⁵⁷⁰ Diese Kritik an Habermas lässt jedoch außer acht, dass er sehr wohl die traditionellen Mechanismen der Politikformulierung und Politikausübung beschreibt und beachtet. Er drängt lediglich auf eine für ihn wesentliche Ergänzung des Akteursbereiches. Derartige Kritik ist wohl auch damit zu erklären, dass es eine Vielzahl von anderen Zivilgesellschaftsverständnissen gibt.

Der Ausdruck der Zivilgesellschaft sei zu einem Allerweltsbegriff verkommen: „Mittlerweile bedient man sich hierzulande, aber nicht mehr nur im linken politischen Spektrum, des Terminus der Zivilgesellschaft; in Reden von CDU-Politikern findet der Begriff ebenso Verwendung wie in Kommentaren konservativer Tageszeitungen.“¹⁵⁷¹ So kommt Kneer in seiner Rekonstruktion gegenwärtiger Konzepte einer Zivilgesellschaft zu dem Schluss, „dass sich hinter dem Begriff ein Konglomerat von unterschiedlichen, zum Teil divergierenden Vorstellungen und Theorien verbirgt. Dabei fällt auf, dass der Terminus der Zivilgesellschaft zwar häufig verwendet, meist aber nur vage umschrieben wird.“¹⁵⁷² Problematisch ist auch, dass mit ihm „normative und deskriptive Aspekte eng und letztlich unlösbar verbunden“¹⁵⁷³ werden.

Als Grundkonsens ist festzuhalten, dass zivilgesellschaftliche Theorien von der Vorstellung einer Gesellschaft ausgehen, in der die relevanten Gruppen und Interessen in Organisationen zusammengefasst sind und damit als kollektive Akteure handlungsfähig und politikfähig werden. Der Begriff Zivilgesellschaft bezeichnet „einerseits den weitgehend selbst-regulierten sozialen Raum bürgerschaftlichen Engagements zwischen Staat, Ökonomie und Privatsphäre, andererseits ein immer noch nicht voll eingelöstes Zukunftsprojekt menschlichen Zusammenlebens in der Tradition der Aufklärung. Dazu gehören gesellschaftliche Selbstorganisation, Gemeinwohlorientierung, die Begrenzung staatlicher Herrschaft durch Verfassung, Recht und Partizipation wie auch kulturelle Vielfalt, politische Öffentlichkeit und ökonomische Leistungsfähigkeit.“¹⁵⁷⁴ Der Dissens liegt darin, um welche Gruppen es sich handelt. Werden zum einen im Habermaschen Sinne vor allem Gruppen aus dem Umfeld der neuen sozialen Bewegungen darunter verstanden oder weitergehend auch die schon zuvor etablierten Interessenorganisationen? Von ersterer Position gehen unter anderem auch viele osteuropäische Intellektuelle aus: „Mit dem Terminus Zivilgesellschaft bezeichnen sie jenes Netzwerk oppositioneller Gruppen, Diskussionskreise und Organisationen, das sich dem herrschenden Apparat gegenübergestellt hat, um auf ein Ende der sozialistischen Parteidiktatur hinzuwirken.“¹⁵⁷⁵ Der Begriff der Zivilgesellschaft wird derzeit viel gebraucht, um die Entwicklungen in den postso-

¹⁵⁷⁰ Merkel/ Lauth 1998, 6 unter Bezugnahme auf das Originalzitat von Habermas.

¹⁵⁷¹ Kneer/ Nollmann 1997, 76.

¹⁵⁷² Kneer 1997, 247.

¹⁵⁷³ Arbeitsgruppe Zivilgesellschaft 2002, 27.

¹⁵⁷⁴ Kocka 2001, 1.

¹⁵⁷⁵ Kneer 1997, 228.

zialistischen Ländern Mittel- und Osteuropas zu beschreiben¹⁵⁷⁶, wobei ein Verständnis von Zivilgesellschaft „als Drittem Sektor, als Bereich jenseits von Staat und Wirtschaft, in dem vor allem NGO Träger gesellschaftlicher Reform sind.“¹⁵⁷⁷ Es kommt darauf an, welche Organisationen als Nichtregierungsorganisationen verstanden werden. Das „Parlament der Weltreligionen“ verabschiedete 1999 einen „Aufruf an unsere führenden Institutionen“¹⁵⁷⁸, in dem unter anderem auch ein Aufruf an die Organisationen der Zivilgesellschaft enthalten ist: „Zivilgesellschaft meint heute das Netzwerk von freiwilligen Nichtregierungsvereinigungen – Vereine, Jugendgruppen, Sport- und Hilfsgruppen, Berufsorganisationen, Gewerkschaften, Kulturvereinigungen, unabhängige politische Parteien, Wohltätigkeitsstiftungen, Beratungszentren, kommunale Vereinigungen – die den fruchtbaren Boden bereiten, in dem eine ausgeprägte, verantwortungsvolle Bürgerschaft Wurzeln schlagen und aufblühen kann.“¹⁵⁷⁹ In einem weiter gefassten Verständnis von Nichtregierungsorganisationen (mit der Subsummierung auch von solchen nichtstaatlichen Organisationen, die über den Rahmen der neuen sozialen Bewegungen hinausgehen) werden auch die wissenschaftlich-technischen Verbände und Berufsverbände von Ingenieuren berücksichtigt. Das Engagement von Ingenieurorganisationen könnte so als zivilgesellschaftlich bezeichnet werden. Dabei nehmen sie nach der „logic of influence“ auf die normativen Steuerungsprozesse Einfluss (z.B. über technische Normen, aber auch durch die beratende Teilnahme an Entstehungsprozessen rechtlicher Normen) und zum anderen, nach der „logic of membership“, haben sie eine Koordinierungsfunktion für das professionelle Selbstverständnis der Ingenieure. Professionelle Selbstkontrolle im Sinn von zivilgesellschaftlicher Orientierung meint dabei „aus dem Horizont der eigenen Gruppe und des eigenen Interesses Rücksicht nehmen auf Belange der Allgemeinheit und der zukünftigen Generation, wie sie durch bautechnische Infrastruktur berührt sind.“¹⁵⁸⁰ Zivilgesellschaftskonzepte beziehen sich mithin nicht nur auf Organisationen, sondern auch auf den Einzelnen: „Zu den vornehmsten Aufgaben der Zivilgesellschaft gehört die Vermittlung zwischen der Staatsmacht und den Rechten, Bedürfnissen und Verantwortlichkeiten der Einzelpersonen und Gruppen.“¹⁵⁸¹ Die Forderung nach „zivilem Handeln“ kann sich an den Einzelnen ohne Einbindung in Organisationen richten, wobei diesem eine Freiheitsgewährleistung durch den Staat zugesagt wird.

Und hierbei zeigt sich wiederum, dass dem Staat in Zivilgesellschaftskonzeptionen zwei unterschiedliche Aufgaben zugewiesen werden: 1) die Ermöglichung der Teilnahme von „privaten“ Organisationen und Individuen an der Politikformulierung und 2) der Schutz des Einzelnen in seiner Freiheit. Merkel und Lauth betonen letztere Position: „Als zentrale Aufgabe der civil society werden (...) der Autonomieschutz des Individuums, die Entfaltung seiner natürlichen Rechte sowie die Sicherung seines Eigentums thematisiert. Der Zivilgesellschaft wird deshalb vor allem eine negative Freiheitsfunktion zugewiesen, d.h. die Freiheit vor staatlichen Über-

¹⁵⁷⁶ So z.B. in der Beilage zur Wochenschrift „Das Parlament“ „Aus Politik und Zeitgeschichte“ B 6-7, in der Beiträge zur „Zivilgesellschaft“ in der Tschechischen und Slowakischen Republik oder in Ungarn publiziert sind.

¹⁵⁷⁷ WZB-Forschungsgruppe Zivilgesellschaft 2002, 46.

¹⁵⁷⁸ dokumentiert in Küng 2002, 151 ff.

¹⁵⁷⁹ Abdruck in Küng 2002, 192.

¹⁵⁸⁰ Ekardt 1998b, 146f.

¹⁵⁸¹ Abdruck in Küng 2002, 192.

griffen zu schützen.“¹⁵⁸² Es ist zu bemerken, dass beide Auffassungen unterschiedlich sind: Nach der einen, geht es um mehr Beteiligung von Bürgern am Staat und nach der anderen, um weniger staatliche Eingriffe in die bürgerlichen Rechte. Hieran zeigt sich – wie auch in anderen Ansätzen zur Selbststeuerung – ein unterschiedliches Verhältnis des Privaten, welches im Folgenden erläutert wird.

3.2.2.2.2 Übergeordnete Einsichten zu Ansätzen gesellschaftlicher Selbststeuerung

Die genannten Ansätze zur gesellschaftlichen Selbststeuerung verweisen zwar zum Teil aufeinander, eine Gesamtschau existiert jedoch bisher nicht. Im Folgenden wird auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ansätze eingegangen. Aus den obigen Darstellungen der Ansätze wird deutlich, dass diese mit höchst unterschiedlichen Begrifflichkeiten gesellschaftliche Selbststeuerung beschreiben: Die

- „gesellschaftliche Selbstregelung“¹⁵⁸³
- „staatlich regulierte gesellschaftliche Selbstregulierung“¹⁵⁸⁴
- „staatliche Regulierung der verbandlichen Selbstregulierung“¹⁵⁸⁵
- „dezentrale Makrosteuerung im demokratisch-kooperativen Staat“¹⁵⁸⁶
- „Organisation der Selbstorganisation“¹⁵⁸⁷
- „gesellschaftliche Selbstorganisation und staatliche Steuerung“¹⁵⁸⁸
- „Regulation der Selbstregulation“¹⁵⁸⁹
- „prozedurale Steuerung“¹⁵⁹⁰
- „sozietale Steuerung“¹⁵⁹¹

findet im „Supervisionsstaat“¹⁵⁹² statt, in dem

- „(dezentrale) Verhandlungssysteme“¹⁵⁹³

1582 Merkel/ Lauth 1998, 4.

1583 Mayntz/ Scharpf 1995, 19.

1584 Schulte 2000, 33.

1585 Voelzkow 1993, 106.

1586 Mangels-Voegt 1997, 73 mit Verweis auf Voelzkow.

1587 Mangels-Voegt 1997, 74.

1588 Mayntz/ Scharpf 1995, 9.

1589 Mangels-Voegt 1997, 74; Voelzkow 1993, 125.

1590 Teubner, zitiert nach Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 84.

1591 Knoepfel 1997, 155.

1592 Mangels-Voegt 1997, 74.

1593 Scharpf 1988; „dezentrale Verhandlungssysteme“ Mangels-Voegt 1997, 78.

- „institutionelle Arrangements“¹⁵⁹⁴
- „intermediäre Organisationen“¹⁵⁹⁵
- „organisierte Interessen“
- „private Regierungen“¹⁵⁹⁶

Steuerungsaufgaben übernehmen.

Was die einzelnen Ansätze unter nichtstaatlichen Akteuren – wie immer sie bezeichnet werden – verstehen, differiert zum Teil nicht unerheblich. Die folgende Tabelle gibt Auskunft über das Hauptverständnis im Sinn des jeweiligen Ansatzes.

¹⁵⁹⁴ Prittwitz 2000.

¹⁵⁹⁵ Mangels-Voegt 1997, 75.

¹⁵⁹⁶ Voelzkow 1996.

	Vertreter	Haupt-Verständnis nicht-staatlicher Akteure	konkrete Beispielbereiche
Systemtheoretische Kontextsteuerungsansätze	Willke, Teubner, Luhmann	Organisationen als Bestandteile von Teilsystemen	EUREKA
Governance-Ansätze	Mayntz, Scharpf, Schneider	politisch agierende Interessen-Organisationen (v.a. ökonomisch motivierte Organisationen (wie bei Netzwerken))	Telekommunikation
Neokorporatismusansätze	Voelzkow, Heinze, Eichner, v. Alemann	a) Trikorporatismus Spitzen-Organisationen von Arbeit und Kapital und Staat: Gewerkschaften und Arbeitgeberverbände b) Erweiterter Trikorporatismus c) Normungsorganisationen der Ingenieure	zu a) Bündnis für Arbeit zu b) Regionale Netzwerke zu c) Normung der VDI Kommission für Reinhaltung der Luft
Netzwerkansätze	Pappi, Granovetter	a) Einzel-Organisation: das Unternehmen b) ökonomisch motivierte Interessen-Organisationen	zu a) Automobilhersteller und seine Zulieferer zu b) Unternehmens-Verbände in der Politik
Zivilgesellschaftsansätze (Diskursansätze)	Habermas	a) NGO aus den neuen sozialen Bewegungen und an ihren Erkenntnissen orientierte Privatpersonen b) Privatpersonen als Leistungsträger	zu a) ehemalige Oppositionsgruppen in postsozialistischen Staaten zu b) stärkere Einbeziehung des Bürgers in die eigene ökonomische Sicherung (soziale Sicherung), dafür weniger Staat

Tabelle 12: Übersicht über Ansätze zur gesellschaftlichen Selbststeuerung und ihr jeweiliges Hauptverständnis nichtstaatlicher Akteure.

Was konkret unter Selbststeuerung verstanden wird, differenziert also erheblich. Und es macht einen großen Unterschied aus, ob unter den nichtstaatlichen Akteuren, die prototypisch in die Selbststeuerungsüberlegungen einbezogen werden, Nichtregierungsorganisationen (NGOs) aus dem Umfeld der neuen sozialen Bewegungen (Umweltbewegung, Frauenbewegung, Friedens-

bewegung, Anti-AKW-Bewegung usw.) oder die Spaltenverbände von Arbeit und Kapital, die gemeinsam mit der staatlichen Spalte nach politischen Lösungen suchen oder Ingenieurorganisationen, die eigene technische Normen erstellen, verstanden werden. Diese divergierenden Akteursvorstellungen machen einen Großteil der Unterschiede zwischen den Selbststeuerungsansätzen aus.

Die folgende Zusammenfassung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden der Ansätze zur gesellschaftlichen Selbststeuerung dient dazu, die Prüfung der Anwendbarkeit von Selbststeuerungsmodellen für die Ingenieurpraxis vorzubereiten. Daher werden die Theoriebausteine, die auch auf die Ingenieurpraxis bezogen werden können, umfangreicher behandelt.

3.2.2.2.2.1 Vorteile gesellschaftlicher Selbststeuerung

Als Vorteile gesellschaftlicher Selbststeuerung werden im Wesentlichen vier Bereiche genannt¹⁵⁹⁷: Erstens die Sachinformation und Sachorientierung, zweitens die Steigerung der Umsetzungsbereitschaft von Normen, drittens die höhere Flexibilität und viertens der bessere Interessenausgleich.

Sachinformation. Aufgrund der Tatsache, dass diejenigen, die von Steuerungsleistungen tangiert werden, selbst an der Ausgestaltung der Steuerung beteiligt sind, ist eine umfangreiche Informationsgewinnung über die zu steuernden Materien möglich. Die Informationsgewinnung wird somit erleichtert und die fachliche Qualität der Steuerungsinstrumente dürfte zunehmen. Trotzdem ist ein euphorisches Lob der Sachorientierung mit Vorsicht zu genießen, da es natürlich auch eine starke Interessenorientierung der zu steuernden Akteure gibt.

Umsetzungsbereitschaft. Generell wird davon ausgegangen, dass die Bereitschaft zur Umsetzung von Normen steigt, wenn die Normbetroffenen die Normen selbst mitgestalten können. Selbststeuerung könnte daher als Mittel zur Akzeptanzförderung von Normen bzw. generell der Steigerung der Normbefolung gewertet werden. „Weil die Verbände ihrer Klientel näher stehen als bürokratische Vollzugsorgane haben sie es meist leichter, regulative Maßnahmen intern umzusetzen. Den Mitgliedern ist klarzumachen, warum weitergehende Forderungen nicht durchsetzbar waren. Und weil die Selbstbeschränkung oder Selbstregulierung innerhalb des Kollektivs als Wahrung wohlverstandener Eigeninteressen verkauft werden kann, erübrigt sich eine Legitimation der Maßnahmen unter Rückgriff auf klassische politische Institutionen.“¹⁵⁹⁸ Die Vorstellung von der gesteigerten Normumsetzung ist in allen Selbststeuerungsansätzen zu finden. In Bezug auf die Inkorporation organisierter Interessen in politische Steuerung spricht man auf der einen Seite von Politikformulierung, Politikentwicklung, Anspruchsformulierung oder Interessenformulierung und auf der anderen Seite von Politikimplementation, Politikausführung oder Politikdurchführung. So kann man auch einerseits die Normgenese und andererseits die Normanwendung betrachten. „Die Einbindung gesellschaftlicher Selbstregulierungskräfte kann dabei auf zwei Ebenen stattfinden: auf der Ebene der *Regelsetzung* und auf der Ebene des *Regelvollzugs*.“¹⁵⁹⁹ Somit findet die Selbststeuerung also zum einen über die „logic

¹⁵⁹⁷ vgl. Ritter, zitiert nach Brennecke 1996, 29.

¹⁵⁹⁸ Mangels-Voegt 1997, 75.

¹⁵⁹⁹ Röthel 2000, 48 – Hervorhebungen im Original.

of influence“, das Verhältnis der Organisation zur institutionalisierten Politik und zum anderen über die „logic of membership“, das Verhältnis der Organisation zur Basis, statt.¹⁶⁰⁰

Flexibilität. Aufgrund der stärkeren Praxisbezüge wird Selbststeuerungsmechanismen ein höheres Maß an Flexibilität zugesprochen. Hierdurch kommt es zu Zeitgewinnen in der Normenpassung und damit auch zu einer kontinuierlicheren Anpassung der Qualität der Steuerung.

Interessenausgleich. Auch innerhalb des Feldes der Steuerung gebe es unterschiedliche Interessen. Selbststeuerung könne einen besseren Interessenausgleich innerhalb von Organisationen und Steuerungsfeldern erzeugen. Selbststeuerung ermöglicht daher eine „Steigerung der gesellschaftlichen Koordinations- und Problemlösungskapazitäten.“¹⁶⁰¹

3.2.2.2.2 Nachteile gesellschaftlicher Selbststeuerung

Als Nachteile der Selbststeuerung sind im Wesentlichen Fragen bezüglich der Legitimation, ungleicher Machtressourcen, Partikularinteressen und der Durchsetzung von Normen zu nennen.

Legitimationsfrage. Die Legitimation ist die Achillesferse der Selbststeuerungsansätze. Einige Autoren sehen die Legitimation bei der Selbststeuerung durch organisierte Interessen sogar breiter angelegt als bei der traditionellen staatlichen Steuerung: „Unter normativen Gesichtspunkten kommt es deshalb für die Legitimation von Verhandlungslösungen allein darauf an, ob tatsächlich alle betroffenen Interessen mit Vetomöglichkeit beteiligt werden, und ob die dann schließlich erreichten Vereinbarungen verbindliche Kraft haben. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, dann sind Verhaltungslösungen als solche legitim und bedürfen keiner zusätzlichen demokratisch oder sonstwie begründeten Legitimation (...). Dies widerspricht auch nicht dem gängigen Begriff der Legitimation, dem gemeinhin eine inhaltliche und eine formale Komponente zugeordnet wird.“¹⁶⁰² Diese Argumentation macht es sich ein bisschen zu einfach, denn sie geht stillschweigend davon aus, dass alle relevanten Interessen gleichsam vertreten sind und zudem über gleiche Beteiligungsrechte verfügen. Die Legitimationsdefizite lassen sich gut in der Gegenüberstellung von staatlichen Akteuren und nicht staatlichen Akteuren erkennen.

Staatliche Akteure (politische/ administrative) sind über demokratische Verantwortlichkeit dem generalisierten Gemeinwohl/ der Gesamtgesellschaft verpflichtet. Durch gesellschaftliche Selbstorganisation legitimierte Akteure vertreten in erster Linie Partikularinteressen. Auch sie können sich dem Gemeinwohl verpflichtet fühlen, nur stellt sich die Frage die, ob strukturelle Machtasymmetrien überwunden werden können; Machtasymmetrien sind das zentrale Problem bei allen Selbststeuerungsformen.

1600 siehe Kapitel 3.4.2.2.1.3 Korporatismusansätze.

1601 Scharpf 1991, 623.

1602 Mangels-Voegt 1997, 77.

	Traditionelle demokratische Steuerung	Neuere organisationsbezogene Selbststeuerung
Vertreter	vom Volk gewählt	von Organisationsmitgliedern gewählt oder von Organisationsleitung bestimmt
Willensbildung	nicht zu bestimmten Themen/ nur grobe Richtung	oft zu bestimmten Themen/ sehr konkret
Einflussnahme auf Vertreter	relativ wenig, freies Mandat (theoretisch)	relativ stark möglich, (Weisungsgebundenheit möglich)
Ausrichtung der Vertreter	Gemeinwohl	Partikularinteressen (wobei jeder auch das Gemeinwohl mit im Auge haben kann)

Tabelle 13: Legitimationsunterschiede im Vergleich traditioneller demokratischer Steuerung und neuerer organisationsbezogener Selbststeuerung.

Probleme der Gemeinwohlorientierung bei organisierten Partikularinteressen. Die Gemeinwohlorientierung von organisierten Partikularinteressen mag zunächst einmal wie ein Widerspruch in sich klingen. Die Gemeinwohlorientierung beispielsweise von wissenschaftlich-technischen Verbänden steht in der Praxis immer in Konkurrenz zu den vermutlich vorherrschenden Ansprüchen der Mitglieder auf Vertretung ihrer Interessen. Die Ausgestaltung ihrer Rolle hängt davon ab, ob sich die Akteure eher als locals oder als professionals empfinden: „In der Organisationssoziologie hat man schon vor langer Zeit festgestellt, dass Angehörige der Managementhierarchie eher ‚locals‘, professionelle Experten dagegen eher ‚cosmopolitans‘ sind, d.h. die ersten identifizieren sich stärker mit der Organisation, die letzteren mit ihrer Profession bzw. als Wissenschaftler, mit der betreffenden Scientific Community und ihren Standards.“¹⁶⁰³ In Verhandlungen zwischen korporativen/ kollektiven Akteuren müssen einzelne Individuen deshalb nicht unbedingt vorrangig die eigenen organisationsbezogenen Interessen verfolgen, sondern können diese auch im Sinn eines professionellen Austausches auf höherer Ebene zurückstellen, wie dies auch im ersten Kapitel für die Baubeteiligten beschrieben wurde.¹⁶⁰⁴ „Wenn also auf der Basis ihrer professionellen Identität an sachlichen Optimalitätskriterien orientierte Experten miteinander verhandeln, haben systemrationale Problemlösungen eine größere Chance als dort, wo durch ihre Leitungsfunktion auf Eigeninteressen der entsendenden Organisation festgelegte Personen die Verhandlungen führen.“¹⁶⁰⁵ Man müsste also bei der Auswahl der individuellen Akteure darauf achten, in welchem Sinn sie sich und ihre Aufgabe verstehen.

Durchsetzungs- und Sanktionsschwierigkeiten. Als dritter problematischer Bereich der Selbststeuerung werden Durchsetzungs- und Sanktionsschwierigkeiten genannt. Diese Ansicht steht zunächst diametral zur Einschätzung der oben beschriebenen Annahme der besseren Durchsetzung von Steuerungsinhalten im Rahmen von Selbststeuerungsprozessen. Hinsichtlich der

¹⁶⁰³ Mayntz 1993, 53 mit Verweis auf Gouldner. Layton 1986, XV hat dieser Unterteilung noch zwei weitere Typen hinzugefügt: Den Typus, der beide Loyalitäten verbindet und denjenigen, der beide Loyalitätsbezüge ignoriert und eine dritte externe Größe zur Orientierung heranzieht.

¹⁶⁰⁴ vgl. hierzu Kapitel 1.1.1.2.1.2 Etablierung gemeinsamer Sichtweisen über Organisationsgrenzen hinweg.

¹⁶⁰⁵ Mayntz 1993, 53.

Durchsetzungs- und Sanktionsfrage ist offensichtlich keine allgemeine Aussage möglich, sondern es ist jeweils von Interessenorganisation zu Interessenorganisation zu betrachten, welche Sanktionsmöglichkeiten diese haben und ob und wie sie diese tatsächlich nutzen.

3.2.2.2.3 Hintergründe für Selbststeuerungsüberlegungen

Selbststeuerungsüberlegungen weisen unterschiedliche geistesgeschichtliche und historische Hintergründe auf. Auffällig ist dabei auch die diametral entgegengesetzte Einschätzung der gesellschaftlichen Ausgangslage: Zum einen wird Selbststeuerung positiv als ein Mittel zur Steigerung der Beteiligung der Bürger an der Gestaltung des Staates aufgefasst. Der freiheitliche Aspekt des Engagements nichtstaatlicher Akteure wird betont. Sie könnten sehr gut für sich selbst sorgen, besser als man ihnen gemeinhin zutraut.

Andere Ansätze zeichnen einen „negativen“ Hintergrund für Selbststeuerungsüberlegungen. Die aufgrund vieler Mechanismen – die im Folgenden beschrieben werden – sich abzeichnenden Steuerungsverluste des Staates werden beklagt. Selbststeuerung scheint der einzige gangbare Ausweg aus der staatlichen Steuerungskrise zu sein. Nach dieser Position ist Selbststeuerung eine *Tugend, die aus der Not der staatlichen Steuerungsabnahme* gemacht wird. Das scheinbar Unausweichliche wird somit positiv gewertet.

Die Steuerungskrise kann – wie eingangs erläutert – als eine Modernisierungsfolge aufgefasst werden. Die zunehmende Ausdifferenzierung ist dabei für viele parallel verlaufende Mechanismen verantwortlich, die in der Summe und ergänzt durch andere Faktoren zur Abnahme staatlicher Steuerungsfähigkeit führen. Mit der Komplexitätssteigerung der Gesellschaft wachsen auch die gesellschaftlichen Problemlagen, denn gesellschaftliche Differenzierungsprozesse erzeugen Überkomplexitäten, die die Handlungsfähigkeit und Identität vieler Einzelner einschränken. Der Zerfall von Gemeinschaften ist die Kehrseite der Individualisierung. Die Pluralisierung von Lebensstilen führt zu einem Wertewandel (hin zu „postmaterialistischen“ Werten¹⁶⁰⁶, zu denen das Partizipationsinteresse gehört) und unterschiedlichen Werten verschiedener gesellschaftlicher Gruppen. Integrierende gemeinsame Normen nehmen ab und gleichzeitig sieht sich der Staat mit einer Fülle neuer Ansprüche konfrontiert.

Ergänzende Faktoren, die im Folgenden beschrieben werden, verstärken den zunehmenden Steuerungsverlust des Staates: Erstens die abnehmenden finanziellen staatlichen Ressourcen, zweitens die Aufgabe des Verständnisses eines monolithischen Staates, drittens die Parteienkrise, viertens die zunehmende Internationalisierung/- Globalisierung, fünftens die Privatisierung staatlicher Leistungsbereiche und sechstens die exponentielle Zunahme an Information und Wissen.

Abnehmende finanzielle staatliche Ressourcen. Auch und gerade aufgrund der zunehmenden Staatsschulden, deren Zinsen schon einen beachtlichen Teil des jährlich zur Verfügung stehenden Gesamthaushaltes ausmachen, wird die staatliche Handlungsfähigkeit eingeschränkt. Ökonomische Interventionen (etwa eine staatliche Nachfragepolitik) können immer weniger eingesetzt werden.

¹⁶⁰⁶ Die Inglehardsche Wertewandelthese wird gleichwohl schon seit langem heftig kritisiert.

Aufgabe des Verständnisses eines monolithischen Staates. Der Staat ist noch nie ein einheitliches Gebilde gewesen, aber mit abnehmenden staatlichen Hierarchien und zunehmender Pluralität handelnder Akteure, die keine einheitliche Perspektive einnehmen, muss die Zersplitterung staatlichen Handelns als wachsend angesehen werden. In der Bundesrepublik mit durch Ressortprinzip, Koalitionsregierungen und Föderalismus ohnehin geteilter staatlicher Macht wird es daher immer obsoleter von „dem“ Staat zu sprechen.

Parteienkrise. Schon seit den 1990er Jahren wird in der Bundesrepublik eine Parteienkrise konstatiert, die insbesondere an einer abnehmenden Wahlbeteiligung, sinkenden Parteimitgliedschaftszahlen und daran, dass die großen Parteien in Summe weniger Stimmen haben, abzulesen ist. Parteienfilz, Parteiverdrossenheit und allgemeine Politikverdrossenheit werden konstatiert. Es wird darüber hinaus kritisiert, dass die Parteien ihre Hauptfunktion als Vermittler zwischen Bürger, Gesellschaftlichen Institutionen, Gesellschaft und Staat nicht mehr genügend wahrnehmen. Gegen solche pessimistische Bilder wird argumentiert, dass auch, wenn der deutsche Parteienstaat in der Krise sein sollte, die Parteien hierzulande eine viel größere Rolle als in anderen Demokratien spielen würden. Parteiverdrossenheit käme auf, weil „Geschlossenheit“ in die Medien als ein Wert präsentiert werde. Innerparteiliche Demokratie, also auch innerparteiliche Opposition, Flügelkämpfe, würden hochgespielt. Allerdings werden auch andere Meinungen vertreten, die die Geschlossenheitsforderung eher in Verbänden als in Parteien sehen.¹⁶⁰⁷ Demnach gibt es besondere Schwierigkeiten in der Aktivierung einer innerverbandlichen Demokratie.

Internationalisierungs-/ Globalisierungstendenzen. Zu einer Schwächung des Staates nach außen kommt es durch politische Internationalisierungstendenzen. Die zunehmende Bedeutung des europäischen Rechtes und der europäischen technischen Normung ist ein Beleg hierfür. Hinsichtlich einer weitergehenden politischen Internationalisierung in Richtung einer Stärkung der UN sind gerade angesichts des über die UN hinweg geführten dritten Golfkrieges zumindest derzeit fraglich. Im ökonomischen Bereich hat die Globalisierung mittlerweile solche Ausmaße erreicht, dass es für einzelne Staaten schwierig wird, mit den global players zu verhandeln. Transnationale Unternehmen tragen somit auch zu einer Entmachtung des Nationalstaates bei.

Privatisierung staatlicher Leistungsbereiche. Durch die Privatisierung vieler staatlicher Bereiche und auch der staatlichen technischen Infrastrukturen¹⁶⁰⁸ verliert der Staat an direkter Steuerungskraft zum einen durch vorbildgebende Vorgaben (Beispiel VOB Teil A) und durch eine gezielte Nachfragepolitik, die auch beispielsweise Aspekte der Wirtschaftsförderung, Sozialverträglichkeit oder Umweltverträglichkeit einbeziehen kann.

Exponentielle Zunahme an Information und Wissen. Auch als Begleiterscheinung der Ausdifferenzierung kommt es zu einer explosionsartigen Zunahme von Informationen und von Wissen. Mit steigender fachlicher Spezialisierung sinkt die Kontrollfähigkeit des Staates, der nicht in allen Fachfragen in einer Vielzahl der sehr unterschiedlichen Bereiche den Überblick behalten kann.

¹⁶⁰⁷ vgl. Theisen 1998, 9.

¹⁶⁰⁸ siehe hieraus ausführlicher Kapitel 1.1.2.3.2 Exkurs zur Privatisierung.

Wie so oft gibt es einige Autoren, die die staatliche Schwäche als Chance verstehen möchten.¹⁶⁰⁹ Arrangements zwischen „Staat und Markt“ werden auf unterschiedlicher Ebene und in unterschiedlichen Bereichen gefordert. Der Ruf nach gesellschaftlicher Selbststeuerung, beispielsweise durch politische, ökonomische oder politisch-ökonomische Netzwerke auf regionaler oder überregionaler oder sogar globaler Ebene – oder allgemeiner nach Verhandlungssystemen – wird laut: „Der neuzeitliche Staatbegriff setzt Souveränität nach außen und die hierarchische Überordnung der Staatsgewalt über alle gesellschaftlichen Kräfte im Inneren voraus – Prämissen, welche durch die Ableitung der Staatsgewalt aus der Volksouveränität zwar ergänzt, aber nicht verdrängt werden sollten. Moderne Staaten finden sich jedoch eingebunden in ein immer dichteres Geflecht transnationaler und innergesellschaftlicher Abhängigkeiten und Verhandlungszwänge, die nicht nur die Möglichkeit der hierarchisch-souveränen Alleinentscheidung, sondern auch die Idee der demokratischen Selbstbestimmung in Frage stellen. Darin darf jedoch nicht nur eine Abweichung vom normativen Ideal gesehen werden. Verhandlungssysteme verfügen über ein eigenständiges Wohlfahrtspotenzial, das von einer realitätsangemessenen normativen Theorie berücksichtigt werden muss. Aufgabe der positiven politischen Theorie ist dann die Klärung der institutionellen und situationalen Voraussetzungen, unter denen dieses Potenzial mehr oder weniger genutzt werden kann. Insbesondere bedürfen die Komplementaritäten und Interferenzen zwischen hierarchischer Koordination und nicht-hierarchischen Formen der horizontalen Selbstkoordination der systematischen Untersuchung.“¹⁶¹⁰ Die Kritik an dieser Sicht bezieht sich auf die kampflose Aufgabe von Steuerungsansprüchen. Wenn aus der Not eine Tugend gemacht wird, so muss man aufpassen, durch eine Umorientierung hin zur Steuerung der Rahmenbedingungen nicht „ein System von Notlösungen“¹⁶¹¹ zu schaffen. Die Möglichkeiten zur staatlichen Steuerung – beispielsweise durch Internationalisierung der Politik und des Rechts – werden bisher zu wenig beachtet. Es besteht die Gefahr, dass das „Pramat der Politik“ kampflos, zu früh und viel zu weitgehend aufgegeben wird. Letztlich kann eine solche Entwicklung die Demokratie gefährden. Der Staat muss sich mit den „neuen Autonomieansprüchen von Institutionen und Organisationen auseinandersetzen“ ohne „die Übermacht privater organisierter Interessen zu erklären.“¹⁶¹² Die gesellschaftliche Selbststeuerung kann sogar als Steigerung staatlicher Handlungsfähigkeit aufgefasst werden, wenn Selbststeuerungselemente ergänzend und nicht alternativ zu staatlicher Steuerung gesehen werden. Letztlich lassen sich für die unterschiedlichen Regelungsbereiche keine allgemeingültigen Aussagen treffen. Die Stärkung oder Schwächung der Demokratie hängt von der konkreten Ausgestaltung ab. Simonis beschreibt einen dritten Weg eines gemäßigten Steuerungsoptimismus, nach dem „die Frage nach der

1609 „Die immer bewusster wahrgenommenen Steuerungsdefizite haben Steuerungsstrukturen gefördert, die sowohl Elemente staatlicher Regulierung als auch selbstregulativer Steuerung enthalten.“ Röthel 2000, 42. „Der Staat ist folglich immer weniger in der Lage, über Gesetze und Verordnungen die ‚gesellschaftlichen Spielregeln‘ zu sichern. Immer mehr greift er auf die Selbststeuerung und Selbstdisziplin der Adressaten zurück, indem er an ‚das Gute im Menschen‘ appelliert, auf intrinsische Normen, im Sinne verinnerlichter Werthaltungen, die aus sich selbst heraus befolgt werden. Rechtsetzung kann die Leistungen individueller Moral bestenfalls unterstützen, z.T. auch Moraldefizite kompensieren, aber ganz offensichtlich nicht ersetzen – und je komplexer und komplizierter moderne Gesellschaften werden und je schneller sie sich verändern, umso weniger.“ www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/VerwWiss/Ptm_Ethik (22.01.2003).

1610 Scharpf 1991, 621.

1611 Jänicke, zitiert nach Knoepfel 1997, 155.

1612 Hack, zitiert nach Mai 1994, 448.

Wirksamkeit staatlicher Steuerung in erster Linie eine Sache der Empirie sei und nicht einfach programmatisch (positiv) oder theoretisch (negativ) beantwortet werden könne.“¹⁶¹³ Es fragt sich generell, ob derzeit nicht ein übertriebener Steuerungspessimismus in der wissenschaftlichen Diskussion und auch in der politischen Diskussion etabliert wird.

Es gibt eine Reihe von Beispielen für starke Steuerungswirkungen von Politik und Recht. „Wenn es zutrifft, dass bereits die Ankündigung von Gesetzesentwürfen und Novellierungsvorhaben – wie die Beispiele Gentechnikgesetz oder der Rundfunkstaatsvertrag zeigen – mächtige Branchen zu verunsichern vermag, kann von einer Steuerungskrise eigentlich nicht die Rede sein.“¹⁶¹⁴ schreibt Mai. Mayntz und Scharpf haben nach eigener Einschätzung mit ihren empirischen und theoretischen Untersuchungen die Theoreme zur Unmöglichkeit staatlicher Steuerung eindeutig falsifiziert.¹⁶¹⁵ Sie wenden sich gegen den Steuerungspessimismus der Postmoderne: „Auch funktional differenzierte und transnational verflochtene moderne Gesellschaften sind in der Lage, ihr eigenes Geschick im Guten wie im Schlechten absichtsvoll zu beeinflussen. Der fidele Steuerungspessimismus der Postmoderne kann sich jedenfalls nicht auf triftige wissenschaftliche Gründe berufen.“¹⁶¹⁶ Schon früher stellte Scharpf fest: „Die Wirtschaft bietet trotz aller Proteste bleifreies Benzin an, wenn die Umweltpolitik das so vorschreibt; das Bildungssystem hat in Reaktion auf politische Interventionen die neue Mathematik eingeführt und dann wieder abgeschafft; die politischen Bemühungen um Kostendämpfung im Gesundheitswesen haben beispielsweise in Großbritannien zum faktischen Verzicht auf Organtransplantationen und teure Apparatemedizin geführt.“¹⁶¹⁷ Die Einführung des Dosenpfandes und seine – entgegen aller Erwartungen – fast vollständige flächendeckende Umsetzung stellt ein weiteres, aktuelles Beispiel dar. Die Handlungsfähigkeit des Staates am Beginn des 21. Jahrhunderts ist somit in manchen Bereichen nicht so pessimistisch zu sehen, wie manche politische Akteure und Wissenschaftler glauben machen wollen. Diese steuerungsoptimistischen Überlegungen können bezüglich der Ingenieurarbeit auf die oberen beiden Konkretisierungsebenen von Technik angewandt werden.

Im Grunde zeigt sich hier auf gesellschaftstheoretischer Basis das gleiche Problem wie bei den Handlungstheorien: Sowohl handlungs- als auch strukturtheoretische Ansätze wollen einen Rahmen schaffen, nur Aussagen über diesen Rahmen in konkreten Steuerungsfeldern können kaum daraus abgeleitet werden. Handlungstheorie und Gesellschaftstheorie sind miteinander verknüpft und sie haben mit der Abwägung der Rahmengestaltung das gleiche zentrale Problem, um das sich viele Kontroversen drehen. Sowohl auf der Handlungsebene mit integrierenden Konzepten zur Praxis als auch auf der Gesellschaftsebene mit Vorstellungen zur „Steuerung der Selbststeuerung“ werden letztlich Wege zwischen den beiden Extrempolen (deren Position oftmals künstlich aufgebaut wird) gewählt. Letztlich zeigt sich erst in konkreten Schlussfolgerungen, wie tauglich die Konzepte sind. Deshalb wird gefordert, die Diskussion zu konkretisieren und insbesondere mit empirischem Bezug – in faktischer und normativer Weise – zu untermauern.

1613 Simonis 1992, 20.

1614 Mai 1994, 448.

1615 vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 33.

1616 Mayntz/ Scharpf 1995, 33.

1617 Scharpf, zitiert nach Kneer/ Nollmann 1997, 88.

3.2.2.2.4 Notwendigkeit einer Rahmensteuerung zur Ermöglichung von Selbststeuerung

Es wurde die These aufgestellt, dass es von Bedeutung ist, ob Selbststeuerung *ergänzend* oder *alternativ* zu staatlicher Steuerung konzipiert wird und wie die Selbststeuerung konkret ausgestaltet ist. Der Staat kann Selbststeuerung gesellschaftlicher Teilbereiche fördern (Selbststeuerung bleibt freiwillig) oder fordern (Selbststeuerung ist erzwungen). Ein Beispiel für staatlich „erzwungene“ Selbstorganisation, die eine wichtige Grundvoraussetzung für eine systematisch angeleitete Selbststeuerung bilden kann, sind die Kassenärztlichen Vereinigungen mit Zwangsmitgliedschaften für Ärzte.¹⁶¹⁸ Sicherlich ist eine freiwillige Selbststeuerung wünschenswerter, weil erwartungsgemäß weniger Reaktanzprobleme auftreten. Der Ausdruck „erzwungene Selbststeuerung“ klingt zunächst einmal wie eine *contradictio in adjecto*. Wenn jedoch für die freiwillige Selbstorganisation als Basis für Selbststeuerung (noch) nicht genügend Potenzial vorliegt, so kann auch eine initiierte Organisationsunterstützung eine gute und effektive Selbststeuerung zur Folge haben.

Der Staat kann somit Einfluss auf die Bildung von Interessengruppen nehmen: Initiierte Verbandgründungen und Zwangs- bzw. Quasizwangsmitgliedschaften sind ein Mittel dazu. Denn nur organisierte Interessen sind handlungsfähig und bilden die Grundlage kollektiver Selbststeuerung. Als Repräsentanten kollektiver Partikularinteressen, die gleichwohl gemeinwohlorientiert arbeiten sollen, können Interessenorganisationen Problemlösungen erarbeiten, die weder durch den Marktmechanismus noch durch staatliche Interventionen in gleicher Weise angemessen bearbeitet werden können. Dass der Staat hierfür jedoch einen Rahmen schaffen muss, darin sind sich alle Selbststeuerungsansätze einig. Letztlich kommt es darauf an, wie dieser Rahmen, wie die staatliche Rahmensteuerung, ausgestaltet ist. Durch die Rahmensteuerung werden Verhaltensregeln für die beteiligten Akteure gestaltet, aber es werden (so gut wie) keine inhaltlichen Vorgaben getroffen. Demnach hat der Staat – je nach Ansatz – Verhaltungssysteme, Netzwerke, zivilgesellschaftliche Arrangements etc. herzustellen oder sich in schon bestehende Verhaltungssysteme, Netzwerke, zivilgesellschaftliche Arrangements etc. einzubinden und sie mit einem sinnvollen Rahmen zu versehen, innerhalb dessen er als Moderator oder Supervisor auftritt und sich ausschließlich für die Durchsetzung und Erhaltung des Gemeinwohls und allgemeiner demokratischer Werte einsetzt.¹⁶¹⁹ Letztlich sind Konzepte zur Rahmensteuerung an ihrem Bezug zu messen: Sie müssen Beispiele geben, damit nachvollziehbar wird, welche Gegenstandsbereiche die jeweiligen Autoren prototypisch betrachten. Generell wäre es sinnvoll, Steuerungsüberlegungen zunächst von einer Metaebene aus zu betrachten. Eine „Metasteuerung“ mit einem Metadiskurs, also einer grundlegenden Reflexion über Steuerung und Selbststeuerung, könnte dabei helfen, prototypische Festlegungen zu identifizieren und reflektiert konzeptionell zu arbeiten. Dabei können auch Vor- und Nachteile, Stärken und Schwächen gegeneinander abgewogen werden: Zwischen den eingangs beschriebenen Stärken und Schwächen von Steuerung durch den Staat und Steuerung durch den Markt besteht in der Selbststeuerung kein automatischer, gegenseitiger Stärke-Schwäche-

¹⁶¹⁸ vgl. Mayntz/ Scharpf 1995, 28.

¹⁶¹⁹ vgl. Mangels-Voegt 1997, 74.

Ausgleich. Das Versagen bzw. die Schwäche des Einen spricht noch nicht für die Leistungsfähigkeit des Anderen hinsichtlich eines betrachteten Problems.¹⁶²⁰

Steuerung und Selbststeuerung (inklusive der zu letzterer gehörenden Rahmensteuerung) werden in dieser Arbeit nicht als einander ausschließend betrachtet, insofern wird die staatliche Steuerung durch die Selbststeuerung ergänzt. Es wurde in der Zusammenschau unterschiedlicher Theorieansätze mit Selbststeuerungsbezug hergeleitet, dass eine Selbststeuerung ohne eine staatliche Rahmensteuerung (also allgemeiner ohne Steuerung) nicht möglich ist. Entscheidend ist – differenziert nach Steuerungsbereichen – die qualitative und quantitative Ausgestaltung der Rahmensteuerung, das Verhältnis von Steuerung und Selbststeuerung. Hierbei kann sich der Staat an dem Prinzip der Subsidiarität orientieren: „Diesem Prinzip zu Folge muss staatliche Verantwortung immer dann zu Hilfe kommen, wenn die gesellschaftlichen Organisationen und die Individuen ein Problem, das für das Gemeinwohl bedeutsam ist, allein auf sich gestellt nicht lösen können. Daraus erst folgt, dass staatliche Eingriffe immer dann, aber auch nur dann, entbehrlich sind, wenn sich die gesellschaftlichen Organisationen bzw. die Individuen ohne Beeinträchtigung des Gemeinwohls selber helfen können.“¹⁶²¹ Gleichwohl kann auch der Staat in einigen Problembereichen so hilfebedürftig sein, dass er sie, selbst wenn er wollte, nicht aus eigener Kraft bewältigen könnte. Dies bezieht sich auf generative Leistungen im Allgemeinen. Das daraus entstehende Prinzip einer reziproken Subsidiarität wird im Folgenden mit Bezug auf die Ingenieurpraxis hergeleitet.

3.2.3 Selbststeuerung und Steuerung der (normativen) Strukturen der sicherheitsbezogenen Ingenieurpraxis

Betrachtet man die Akteure von Steuerung und Selbststeuerung, „den Staat“ und „die Profession“, so sind zunächst einmal Gemeinsamkeiten festzustellen. Beide stehen in einem gegenseitigen Beeinflussungsverhältnis und arbeiten – jeweils auf spezifische Weise – in ihren Steuerungsbemühungen mit rechtlichen, technischen und professionellen Normen. Steuerungsbemühungen zeigen sich dabei nicht erst in den Normen, sondern auch schon in der Diskussion über Norminhalte. Normative Strukturen können zudem andere, z.B. ökonomische Strukturen prägen, so dass allgemein von der Steuerung der Strukturen gesprochen werden kann. Im Folgenden wird erörtert, inwieweit Staat und Profession ihre Steuerungspotenziale ausschöpfen und wie ihre jeweiligen Steuerungsbemühungen – für sich genommen und in gegenseitiger Abstimmung – optimiert werden können.

Bemühungen um Steuerung und Selbststeuerung der Ingenieurpraxis zielen letztlich auf die Beeinflussung des Handelns von Ingenieuren ab. Aus der Sicht des soziologischen Praxiskonzepts ist eine *direkte* Steuerung des individuellen Handelns nicht möglich. Es können allenfalls die Strukturen der Praxis gesteuert werden, welche wiederum auch durch die Praxis mitbestimmt werden, indem sie erst in dieser aktualisiert und reproduziert werden. Im Prozess dieser Aktualisierung steuert das Individuum gewissermaßen „sich selbst“. Gewöhnlich wird Selbststeuerung kollektiv verstanden. In diesem Kapitel werden kollektive und individuelle Selbststeuerung gegeneinander abgegrenzt.

¹⁶²⁰ vgl. Martinsen 1992, 55; Voelzkow 1993, 125 mit Bezug auf Steuerung und Selbststeuerung über technische Normen; anders hingegen Mayntz 1993, 45 mit Bezug auf Politiknetzwerke.

¹⁶²¹ Ropohl 1999, 90.

3.2.3.1 Kollektive Selbststeuerung

Kollektive Selbststeuerung kann als die auf sich selbst gerichteten Einflüsse der Ingenieurprofession als Ganzem verstanden werden. Als „Hort“ der Ingenieurprofession werden dabei die Ingenieurwissenschaften und die Ingenieurorganisationen betrachtet. Die „Ingenieurprofession“ gibt es nicht konkret, und sie ist mehr als eine wissenschaftliche und organisationelle Institutionalisierung im Ingenieurbereich, nur dieses „Mehr“ ist schwer fassbar. Man könnte auch allgemein von „kollektiver professioneller Steuerung“ sprechen. Da die Steuerungsbemühungen auch auf die Professionsangehörigen zielen, wird der Begriff der „kollektiven professionellen *Selbststeuerung*“ gewählt.

Im Folgenden werden nach einer grundsätzlichen Betrachtung der Basis der Ingenieurprofession ihre normativen Selbststeuerungspotenziale beschrieben. Hierzu zählen die Einflussnahme auf Politik und Recht, die Rolle in der technischen Normung, der Einfluss auf die Organisations-/ Professionsmitglieder und die Steuerung durch Leitbilder. Für jeden dieser vier Selbststeuerungsbereiche wird analysiert, wie die Selbststeuerungsbemühungen unterstützt werden können.

3.2.3.1.1 Professionelle Selbststeuerung durch Einflussnahme auf Politik und Recht (logic of influence)

Ingenieurorganisationen lassen sich unterteilen in technisch-wissenschaftliche und berufsständische Ingenieurverbände und Ingenieurkammern. Während die Ingenieurkammern in Deutschland noch ein relativ neues Phänomen sind, können Ingenieurverbände als Institution auf eine lange Geschichte zurückblicken.

Die Ingenieurorganisationen vertreten als kollektive Akteure die Interessen von Ingenieurwissenschaftlern und Ingenieurpraktikern. Sie sind auch an der Interessenformulierung beteiligt. Sie machen ihren Einfluss auf die Politik geltend und nehmen teilweise auch zu konkreten Fragen im Entstehungsprozess rechtlicher Normen Stellung. Ingenieurorganisationen gelten als Vermittlungsinstanz zwischen einzelnen Ingenieuren und der Politik. Auf diese Vermittlung ist insbesondere die Masse der Ingenieurpraktiker angewiesen. Nur einige herausragende Ingenieurpraktiker und ein paar mehr Ingenieurwissenschaftler treten direkt mit der Politik in Kontakt, um Forderungen aufzustellen und Verbesserungsvorschlägen zu unterbreiten. Im Grunde sind auch die vorwiegend wissenschaftlich tätigen Ingenieure auf die Vermittlungsarbeit durch die Ingenieurorganisationen angewiesen. Ingenieurorganisationen werden wegen ihrer zentralen Rolle für die professionelle Selbststeuerung im Folgenden näher betrachtet.

Sofern einige Ingenieurverbände selbst technische Normungsarbeit leisten, wurden sie schon thematisiert.¹⁶²² Die Ingenieurverbände sind fachlich organisiert, zwischen ihren Zuständigkeitsbereichen gibt es gleichwohl auch Überschneidungen. Wichtige Ingenieurverbände sind beispielsweise der Verband Beratender Ingenieure e.V. (VBI), die Vereinigung der Straßen- und Verkehrsingenieure (VSVI), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und

¹⁶²² siehe Kapitel 1.3.2 Sicherheit als Gegenstand technischer Normen.

Abfall e.V. (ATV-DVWK),¹⁶²³ der Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure e.V. (BDB) oder der Bund der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure e.V. (BDVI). Der VDI ist mit mehr als 125.000 Mitgliedern¹⁶²⁴ der größte Ingenieurverband in Deutschland. Insgesamt ist der Organisationsgrad der Ingenieure im Vergleich zu anderen Professionen nicht besonders hoch. Nach Meihorst sind von den 900.000 deutschen Ingenieuren nur etwa 30 Prozent in Ingenieurverbänden¹⁶²⁵ organisiert.

Eine neuere Entwicklung hin zu einer stärkeren Organisation von Ingenieuren stellt die Etablierung von Ingenieurkammern dar, die es mittlerweile in allen Bundesländern gibt. Sie sind zusammengeschlossen in der Bundesingenieurkammer (BIngK), die die 16 deutschen Länderingenieurkammern auf Bundesebene und bei der Europäischen Union vertritt. „Im Zentrum ihrer Arbeit stehen die Beratenden Ingenieure des Bauwesens, deren Tätigkeit durch die Ingenieurgesetze der Länder geregelt wird. Insgesamt vertritt die Bundesingenieurkammer 40.000 Ingenieure in der Bundesrepublik.“¹⁶²⁶ Je nach Ausgestaltung der Landesgesetze sind die Ingenieurkammern oftmals ausschließlich für Bauingenieure vorgesehen und tragen dann auch zumeist den Zusatz „Bau“, also beispielsweise „Baukammer Berlin“. Es gibt nicht nur freiwillige Mitgliedschaften, sondern auch Pflichtmitgliedschaften: „Die Ingenieurgesetze unterscheiden zwischen Pflichtmitgliedern und freiwilligen Mitgliedern der Kammern. Pflichtmitglieder sind diejenigen Ingenieure, die die Berufsbezeichnung ‚Beratender Ingenieur‘ führen, also im Wesentlichen die freiberuflichen Ingenieure. Angestellte, beamtete und unternehmerisch tätige Ingenieure können – je nach landesgesetzlicher Regelung – freiwillig Mitglied einer Ingenieurkammer werden, da sie die Voraussetzungen zur Führung der Berufsbezeichnung ‚Beratender Ingenieur‘ nicht erfüllen.“¹⁶²⁷

Die Ingenieurkammern kümmern sich zunehmend nicht nur um die beruflichen Belange, sondern auch um die gesellschaftliche Verantwortung von Ingenieuren. So beschreibt die Bundesingenieurkammer den „Kammergedanken“ damit, dass Ingenieurkammern „die Ingenietätigkeit zum Schutz der Allgemeinheit und der Umwelt fördern“ und „gleichzeitig aber die beruflichen Belange der Gesamtheit der Kammermitglieder und das Ansehen des Berufsstandes wahren und fördern“ sollen.¹⁶²⁸ In ähnlicher, noch deutlicherer Weise, was die Sicherheit angeht, schreibt der Präsident der Ingenieurkammer Niedersachsen: „Die Gesellschaft benötigt mehr denn je qualifizierte und kreative Ingenieure. Die ständig steigende Zahl der Mitglieder der Ingenieurkammer Niedersachsen setzt sich ein für eine bessere Lebensqualität, mehr Sensibilität für ökologisches Bewusstsein und eine *höhere Sicherheit in allen Bereichen von Mensch, Natur, Technik und Umwelt*. Die Kammer setzt alles daran, ihnen bei dieser gewaltigen Aufgabe ein hilfreicher Partner zu sein. In gleicher Weise will die Kammer aber auch der Öffentlichkeit die Bedeutung von Ingenieurleistungen und deren notwendige Rahmenbedin-

¹⁶²³ Die alte Abwassertechnische Vereinigung (ATV) gibt es nach dem Zusammenschluss mit dem DVWK im Jahr 2000 nicht mehr. Derzeit sucht man nach einem neuen Namen für die durch den Zusammenschluss entstandene Organisation.

¹⁶²⁴ vgl. http://www.vdi.de/vdi/vrp/t_bericht/01384/index.php (27.08.2003).

¹⁶²⁵ Meihorst 1998, 156 spricht im Original von „Berufsverbänden“.

¹⁶²⁶ <http://www.bundesingenieurkammer.de/> (16.12.2002).

¹⁶²⁷ Deiseroth 1997, 462.

¹⁶²⁸ <http://www.bundesingenieurkammer.de/468.htm> (16.12.2002).

gungen erkennbar machen.“¹⁶²⁹ Sie behandeln somit auch übergeordnete professionelle Fragen. Beispielsweise wurde in einer Veranstaltung der Bundesingenieurkammer anhand des neuen Lehrter Bahnhofs in Berlin über die Kultur des Bauens diskutiert.¹⁶³⁰ Eine ähnliche Veranstaltung, die noch stärker auf die „Sicherheitskultur“ des Bauen zugespielt wäre, wäre im Sinn des oben Gesagten sicherlich gut denkbar.

Gleichzeitig können bzw. könnten sie als ein gemeinsames Sprachrohr gegenüber der Politik und Gesellschaft genutzt werden. Bisher ist jedoch eine relativ starke Zurückhaltung zu verstehen, so ist beispielsweise der alle zwei Jahre stattfindende „Deutsche Ingenieurtag“, der durchaus neben technischen Entwicklungen auch die Ingenieurverantwortung behandelt,¹⁶³¹ mit politischen Empfehlungen weitaus zurückhaltender als der „Deutsche Richtertag“, der regelmäßig Empfehlungen an die Politik formuliert. Hier könnte ein Überdenken der eigenen Rolle einsetzen. Gleiches gilt für die Ingenieurverbände, in denen technikzentrierte, funktions- und effizienzorientierte Sichtweisen nach Ansicht von Reinhard Stransfeld dominieren, weshalb es nicht verwunderlich sei, dass man Stellungnahmen der im Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (DVT) „zusammengeschlossenen Vereinigungen zu komplexen technologiepolitischen Themen, vergleichbar den Memoranden der Kirchen oder Gewerkschaften zu ihren zentralen Anliegen, meist vergeblich sucht.“¹⁶³² So scheint die Zurückhaltung in politischer/ gesellschaftlicher Hinsicht für alle Ingenieurorganisationen – natürlich auch die im Zentralverband der Ingenieurvereine (ZBI) und die nicht einem Dachverband angeschlossenen Ingenieurorganisationen – zu gelten. Diese Aussage bezieht sich zunächst einmal auf das Außenverhältnis der Ingenieurverbände, auf an die Politik adressierte Aktivitäten. Im Bereich der an die Mitglieder gerichteten Aktivitäten hat der VDI, beispielsweise mit der VDI-Richtlinie 3780, den „Ethischen Grundsätzen des Ingenieurberufs“¹⁶³³ oder den Überlegungen zu einem Ingenieureid, Pionierarbeit geleistet.¹⁶³⁴

Ingenieurorganisationen sollten nicht zu politischen Gruppierungen umfunktioniert werden, aber sie könnten ihre Möglichkeiten viel stärker nutzen, um den ingenieurwissenschaftlichen Erkenntnissen (auch in sicherheitsrelevanter Hinsicht) und den darauf aufbauenden Forderungen durch ihre herausragende Stellung Nachdruck zu verleihen. Die Interessenvertretung sollte dabei nicht in erster Linie als Lobbying im Sinn einer Professiopolitik zur Schaffung und Wahrung eigener Besitzstände, sondern als „Lobbying“ von (sicherheitsrelevanten) Inhalten verstanden werden. Ingenieurorganisationen können so stärker als politisch aktive Gruppen, die

1629 <http://www.ingenieurkammer.de/contents/> (16.12.2002) – Hervorhebungen durch d.V.

1630 vgl. Bundesingenieurkammer 2001.

1631 Der Deutsche Ingenieurtag steht im Jahr 2003 unter dem Motto „Zukunft inspiriert. Technologien für eine nachhaltige Entwicklung im 21. Jahrhundert“, und es werden nach der Ankündigung darauf „Experten darlegen, wie sich der Bau-Sektor, die Verkehrssysteme und die Medizin-, Pharma- und Chemietechnik entwickeln und weiter verändern. Dabei werden Querschnittstechnologien wie die Informations- und Kommunikationstechnologien, die Mikrosystem- und Nano- sowie die Gen- und Biotechnologie besondere Beachtung finden. Aber auch die Aspekte der Aus- und Weiterbildung, der ethischen Verantwortung der Ingenieure und der Ökonomie und deren Einfluss auf diese Fachgebiete werden behandelt.“ http://www.vdi.de/vdi/organisation/schnellauswahl/d_ingroup/kuerze/05916/index.php (17.12.2002).

1632 Stransfeld 1999, 522 mit Verweis auf Mai.

1633 dokumentiert in Hubig/ Reidel 2002, 79-82.

1634 vgl. Kapitel 1.3.3.3 Wirkungsweisen professioneller Normen.

sich auch in fachlicher Hinsicht mit gemeinwohlbezogenen Fragen auseinandersetzen, auftreten. Sie tragen durch die Formulierung von ingenieurwissenschaftlich untermauerten Forderungen zur Veränderung der Rahmenbedingungen der Ingenieurpraxis oder noch genereller, zur Überprüfung der normativen Vorgaben zur Selbststeuerung bei. Sie können somit ihr – bisher eher zaghaft genutztes – Potenzial als gesellschafts-politisch handelnder Akteur stärker nutzen.

Möglichkeiten staatlicher Unterstützung dieses Selbststeuerungsbereiches

Das Bestreben für derartige Einflussnahmen von Ingenieurorganisationen im Sinn der logic of influence kommt idealerweise aus der Profession selbst. Dennoch ist eine staatliche Unterstützung denkbar. Staatliche Fördermaßnahmen zur Stärkung der Ingenieurverbände könnten sich beispielsweise auf den Organisationsgrad oder Beteiligungsrechte beziehen.

Die staatliche Unterstützung der Selbststeuerung könnte zunächst einmal beim Organisationsgrad der Ingenieure ansetzen. Es wäre zu überlegen, wie Ingenieurorganisationen attraktiver gemacht werden können (z.B. über finanzielle Entlastungen durch höhere steuerliche Absetzbarkeit der Mitgliedsbeiträge). Eine radikale Strategie wäre es, den Organisationsgrad über Pflichtmitgliedschaften zu erhöhen. Problematisch sind hieran Reaktanzreaktionen, d.h. eine aufgrund des Zwangscharakters behinderte Identifikation mit der Ingenieurorganisation. Vorteilhaft wäre hingegen die dadurch entstehende prinzipielle Erreichbarkeit aller Ingenieure, z.B. über monatliche Publikationen, wie Mitgliedsblätter. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit der Mitgliederzahl auch das politische Gewicht der Organisation steigt.

Die Attraktivität der Organisationen könnte auch dadurch gesteigert werden, dass ihnen mehr politische Beteiligungsrechte eingeräumt werden. Ihnen kann die aktive Beteiligung beispielsweise beim Entstehen von rechtlichen Normen, z.B. über stärkere Einbindung von ingenieurwissenschaftlicher Expertise, offeriert werden. Angebote zu einer erweiterten Mitarbeit am Entstehungsprozess rechtlicher Normen würden von den Ingenieurverbänden sicherlich aufgegriffen werden, wodurch auch die Attraktivität von Ingenieurorganisationen für potenzielle Mitglieder steigen könnte. Dies dürfte jedoch eher ein schwaches Motiv für die Mitgliedschaft sein, so wie die technische Normung i.d.R. nicht das Hauptmotiv für den Beitritt zu einem Ingenieurverband ist.¹⁶³⁵

3.2.3.1.2 Selbststeuerung durch technische Normung

In den meisten sozialwissenschaftlichen Veröffentlichungen, die sich mit technischer Normung beschäftigen, wird diese als ein Fall von Selbststeuerung¹⁶³⁶ – und zwar einer im Prinzip gelungenen Selbststeuerung¹⁶³⁷ – angesehen. Ebenso ist man nach herrschender rechtlicher Meinung mit der Aufteilung zwischen rechtlichen und technischen Normen zufrieden, insbesondere aufgrund der erhofften Entlastung des Gesetzgebers, der Gesetzestexte, der dynamischen Anpassungsmöglichkeiten an den technischen Wandel und der Hoffnung auf ausgereiftere Expertise in Fachfragen.

¹⁶³⁵ vgl. Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 97.

¹⁶³⁶ vgl. Werle 1993, 130.

¹⁶³⁷ vgl. Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 85.

Im Folgenden sollen dem ein paar Kritikpunkte entgegengesetzt werden. Die Hauptkritik richtet sich auf das Legitimationsdefizit technischer Normen. Die schon aufgeführte Argumentation wird hier noch einmal gerafft dargestellt:¹⁶³⁸ Das Umwelt- und Technikrecht nimmt auf technische Normen privater Verbände v.a. über unbestimmte Rechtsbegriffe, wie beispielsweise den „Stand von Wissenschaft und Technik“, Bezug. Technische Normen werden in einem erheblichen Umfang zur Konkretisierung rechtlicher Normen herangezogen, und so zur Bestimmung des materiellen Gehalts des Umwelt- und Technikrechts verwendet. Damit erhalten technische Normen, die nicht wie Recht in einem demokratisch legitimierten Prozess entstanden sind, faktisch Rechtscharakter. Von einer großen Anzahl der praktisch tätigen Ingenieure wird kaum zwischen rechtlichen und technischen Normen unterschieden. Außerdem erhalten technische Normen aufgrund verschiedener Wirkmechanismen, die ausführlich beschrieben wurden,¹⁶³⁹ in der Rechtspraxis eine faktische Verbindlichkeit, auch wenn diese „theoretisch“ nach herrschender rechtswissenschaftlicher Auffassung nicht vorliegt.

In der rechtswissenschaftlichen Diskussion wird das Problem einer möglichen fehlenden Legitimation technischer Normen nach herrschender Meinung als bewältigt angesehen: Durch die Gestaltung des Normungsverfahrens anhand der Normungsnorm DIN 820, in der sich das Deutsche Institut für Normung zur Berücksichtigung des öffentlichen Interesses verpflichtet, die zudem durch einen Vertrag mit der Bundesrepublik Deutschland abgesichert ist und zusätzliche institutionelle Vertretungen in den Bereichen Umwelt- und Verbraucherschutz.

Betrachtet man den Entstehungsprozess von technischen Normen im DIN und in anderen wissenschaftlich-technischen Vereinigungen, so ist dieser Optimismus nur zum Teil verständlich. An Normungsverfahren sind vorwiegend große Unternehmen beteiligt. Empirisch können starke Beteiligungsdefizite in den Bereichen Verbraucherschutz, Umweltschutz und kleine und mittelständische Unternehmen festgestellt werden.¹⁶⁴⁰ Die Benachteiligung von „Vertretern von Sicherheitsinteressen“ können durch die Institutionalisierungen im Bereich Umweltschutz (durch die Koordinierungsstelle Umweltschutz) und Verbraucherschutz (durch den Verbraucherrat) bei weitem nicht kompensiert werden.¹⁶⁴¹ Dabei steht das DIN im Vergleich sogar gut da, denn andere private Normungsinstitutionen besitzen solche Einrichtungen überhaupt nicht. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Rahmensteuerung der technischen Normung hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen demokratischen Legitimation offensichtlich ungenügend ist.

¹⁶³⁸ Siehe hierzu auch die pointierte Darstellung von Ulrich Beck, der die technische Normung als einen Fall von „organisierter Unverantwortlichkeit“ kritisiert: „Sicherheitsfragen, die die Gesellschaftsordnungen vom Ural bis zum Atlantik erschüttern, werden in der Hochgefahrezivilisation wie beim guten alten Kaiser Wilhelm ebenso illegitim wie real letztlich von ständig organisierten Ingenieuren entschieden – ver- und gedeckt durch die Ermächtigungsformel ‚Stand von Wissenschaft und Technik‘.“ (Beck 1988, 11).

¹⁶³⁹ siehe Kapitel 1.3.2.3.4 Faktische Bindungswirkung technischer Normen.

¹⁶⁴⁰ Empirische Studien weisen nach, dass vor allem die Arbeitnehmer-, Verbraucher- und Umweltinteressen ungenügend vertreten sind (vgl. Voelzkow 1993, 115). Kleine und mittelständische Unternehmen haben ebenfalls Schwierigkeiten an der technischen Normung zu partizipieren, auch wenn man sich um eine Abschwächung der faktischen Unterrepräsentation bemüht, vgl. Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 403.

¹⁶⁴¹ vgl. Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 411.

Möglichkeiten staatlicher Unterstützung dieses Selbststeuerungsbereiches

Es wird daher „ein Staat gefordert, der durch eine prozedurale Steuerung sicherstellt, dass die öffentlichen Interessen an einer sozial- und umweltverträglichen Technikgestaltung hinreichend in die technische Regelsetzung einfließen.“¹⁶⁴² Eichener, Heinze und Voelzkow entwickeln hierzu das Modell einer „assoziativen Demokratie“, die sich durch einen aktiven Staat auszeichne, „der dafür sorgt, dass die Entscheidungsprozesse nicht von übermächtigen Partikularinteressen dominiert werden. ‚Gemeinwohl‘ wird dabei von allen relevanten und annähernd chancengleich partizipierenden gesellschaftlichen Interessen erzeugt. Die staatliche Sicherstellung der Partizipationsfähigkeit der weniger organisations- und konfliktfähigen Interessen durch die bereits erwähnten Organisations- und Finanzhilfen stellt als reflexiv-prozedurale Steuerung eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit der Entscheidungsgremien dar.“¹⁶⁴³ Der Normungsvertrag und die DIN 820 würden diese Grundsätze jedoch noch nicht genügend herstellen. „Die ‚assoziative Demokratie‘ bedeutet (.) weder einen ‚Abschied vom Recht‘ noch einen ‚Abschied vom Staat‘. Wenn der Staat diese Elemente einer politischen und prozeduralen Steuerung praktiziert, kann die verbandliche Regelsetzung einer staatlichen Techniksteuerung nicht nur unter Effektivitätsgesichtspunkten, sondern auch unter Legitimitätskriterien überlegen sein.“¹⁶⁴⁴

In den 1970er Jahren wurden Vorschläge zu einem Normenorganisationsgesetz heftig diskutiert und mit dem Hinweis abgelehnt, dass über den damals abgeschlossenen Vertrag mit dem DIN und die zu dieser Zeit vorgenommene Veränderung der DIN 820 alle notwendigen Grundlagen zur hinlänglichen Vertretung des öffentlichen Interesses gegeben seien. Nach mittlerweile 30jähriger Prüfung kann festgestellt werden, dass sich das Verfahren aus legitimatorischer Hinsicht nicht bewährt hat. Da man grundsätzlich an der Generalklauselmethode festhalten möchte, und keine Verstaatlichung im Sinn einer vollständigen Übernahme der technischen Normung durch den Staat bzw. eine Prüfung von technischen Normen durch den Staat oder staatlich angeleiteter Institutionen („technisches Unterparlament“ oder „Technologiekammer“),¹⁶⁴⁵ müsste man sich an die gesetzliche Gestaltung des Rahmens des Normungsverfahrens heranwagen.

Solange technische Normen privater Verbände nicht in einem einheitlichen Verfahren entstehen, in dem Beteiligungsrechte auch schwer organisierbarer öffentlicher Interessen durch organisatorische und finanzielle Maßnahmen verbrieft sind, besteht, verursacht durch die Verknüpfung mit dem Rechtssystem, ein Legitimationsproblem. Wenn technische Normen eine hohe faktische Wirkung im Kontext rechtlich geprägter Verfahren haben sollen, so muss die Berücksichtigung von Allgemeininteressen durch die Rahmenbedingungen der Erzeugung technischer Normen stärker als bisher festgeschrieben und auch tatsächlich realisiert werden.

Außerdem würde die Transparenz und Nachvollziehbarkeit erhöht, wenn technische Normen, ebenso wie Rechtsnormen, mit einer schriftlichen Begründung versehen würden. Technische Normen entstehen oft aus einer Mischung naturwissenschaftlich-technischer Überlegungen, einer bewerteten Auswahl möglicher Optionen und einem Kompromiss zwischen beteiligten

¹⁶⁴² Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 393.

¹⁶⁴³ Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 413.

¹⁶⁴⁴ Eichener/ Heinze/ Voelzkow 1993, 415.

¹⁶⁴⁵ vgl. Voelzkow 1993, 114.

Interessen. Ähnliche Wissens-, Bewertungs- und Kommunikationsprobleme, die im Entstehungsprozess einer technischen Norm abstrakt gelöst werden, können in der konkreten Anwendungssituation entstehen. Die Anwendung der Norm würde erheblich erleichtert, wenn in einer Begründung die Wertungen, die gewählten Optionen und die berücksichtigten Interessen, deutlich gemacht würden. Schließlich könnten technische Normen wirkungsorientierter gestaltet werden, wenn in der Begründung zur Norm auch das Anwendungsbild, das dem Normungsgremium vorschwebte, explizit beschrieben würde. Dies umfasst nicht nur die Beschreibung der vorgesehenen Verwendungszusammenhänge, sondern insbesondere auch Aussagen zu den fachlichen Voraussetzungen, die auf Seiten der Normanwender gegeben sein müssen. Alle diese Fragen könnten in einem Normenorganisationsgesetz geregelt werden.¹⁶⁴⁶

Gerade der gesellschaftliche Teilbereich der technischen Normung, der oftmals als „Modell“ oder zumindest als Positivbeispiel für eine gelungene Rahmensteuerung (mit wenig zentralstaatlichen Vorgaben) aufgeführt wird, bedarf also einer Nachbesserung eben dieser Rahmensteuerung. Da die „staatliche Regulierung der verbandlichen Selbstregulierung“¹⁶⁴⁷ als ein „Schlüssel für die gesellschaftliche Techniksteuerung“¹⁶⁴⁸ angesehen werden kann, sind Bemühungen in diesem Bereich von zentraler Bedeutung für die gesellschaftliche Risiko-steuerung.

3.2.3.1.3 Selbststeuerung durch Einfluss auf Organisationsmitglieder (logic of membership)

Im Sinn der logic of membership können die Ingenieurorganisationen versuchen, auf ihre Mitglieder Einfluss zu nehmen. Ingenieurorganisationen sind von wichtiger Bedeutung, weil sie fachliche Aspekte mit berufsständischen Fragen und mit Fragen der Verantwortung verbinden können. Sie können über ihre Arbeit zum Bewusstseinsbildungsprozess der Ingenieure beitragen, subjektive Leistungen kreativer und normativer Art befördern. Ingenieurorganisationen können den Gedanken der professionellen Normen verbreiten und konkrete explizite professionelle Normen, beispielsweise über die schon ausführlich erläuterten Ethikkodizes,¹⁶⁴⁹ unterstützen.¹⁶⁵⁰ In diesem Zusammenhang sind auch die Bestrebungen der Ingenieurkammern

¹⁶⁴⁶ Das Legitimationsproblem besteht natürlich nicht nur auf nationaler Ebene, sondern auch in der rapide an Bedeutung gewinnende europäische Normung. Darum sucht man nach unterschiedlichen Wegen, schwer organisierbare öffentliche Interessen zu unterstützen: „Die europäischen Normeninstitute werden verpflichtet, in ihren Technischen Komitees und in anderen Gremien die direkte Teilnahme von ‚repräsentativen Organisationen‘ als nicht stimm-berechtigte Beobachter zuzulassen. Die (teilweise von der Kommission subventionierten) europäischen Interessenverbände gewinnen so den direkten Zugang zur Europäischen Normung. Gleichzeitig werden die nationalen Regierungen aufgefordert, die partizipationsschwachen Interessengruppen auf der nationalen Ebene zu unterstützen, um auch auf diesem Wege eine Stärkung dieser Interessen in der Europäischen Normung zu erreichen.“ Voelzkow 1993, 123.

¹⁶⁴⁷ Voelzkow 1993, 106.

¹⁶⁴⁸ Voelzkow 1993, 106.

¹⁶⁴⁹ vgl. Kapitel 1.3.3 Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen.

¹⁶⁵⁰ Auch Veröffentlichungen wie die des VDE/VDI Arbeitskreises Gesellschaft und Technik „Zum Selbstverständnis des Ingenieurs und den Folgerungen für eine verantwortbare Praxis“ (abgedruckt im Anhang der Veröffentlichung von Hellbardt/ Peitz 2002) sind hier zu nennen.

zu sehen, einen „Ingenieureid“ zu entwickeln, die bisher noch nicht ausführlicher ange- sprochen wurden und darum im Folgenden exkursartig referiert werden.

Ingenieurkammern erarbeiten die „Berufsordnungen“ und überwachen auch die Einhaltung der darin normierten Berufspflichten. Die Ingenieurkammern der Länder „erwägen gegenwärtig, ihre Berufsordnungen dahingehend fortzuentwickeln, dass sie u.a. für ihre Mitglieder einen „Berufseid“ nach den Prinzipien des hippokratischen Eides der Ärzte einführen.“¹⁶⁵¹ Der ehemalige Präsident der niedersächsischen Ingenieurkammer und der Bundesingenieurkammer, Werner Meihorst, beschreibt es als Ziel des Ingenieureides, dass „ethische Grundsätze der Berufsausübung schrittweise verwirklicht und im Konsens mit Ingenieurverbänden und Hochschulen reformatorische Ziele für den Ingenieurberuf gesetzt werden.“¹⁶⁵² Mittlerweile liegt ein aktueller Entwurf vor, der in Buchform erschienen ist.¹⁶⁵³ Da die Ingenieurkammern nach dem Vorbild der Ärztekammern entwickelt wurden, ist die Entwicklung eines Ingenieur- eides, der auch ein „beschworener Ethikkodex“ sein kann, in Anlehnung an den Hippokrat- tischen Eid, nicht überraschend. Ärzte stellen den Prototyp des „Professionellen“ dar. Auch diese Anlehnung an einen Teil der Ärztekultur kann als Hinweis für die zunehmenden Professionalisierungsbestrebungen der Ingenieure, hier insbesondere der Bauingenieure, gewertet werden. Sicherlich wird durch das Ringen um einen Eid die Diskussion um Ethikkodizes¹⁶⁵⁴ neu entfacht werden. So schlägt Meihorst beispielsweise eine sehr weitgehende „biozentrische“ Ausrichtung von Eiden vor: „Ingenieur-Verantwortung kann sich damit nicht in berufsständ- ischem Wohlverhalten erschöpfen, sie muss sich vorrangig und engagiert der Bewahrung des Eigenwertes und des Eigenrechtes von Mensch und Natur als Gesamt-Biosphäre dieses Plane- ten zuwenden.“¹⁶⁵⁵

Eide sind verpflichtende Erklärungen von Organisationsmitgliedern. Generell ist die Durch- setzungsmacht der Organisationen gegenüber ihren Mitgliedern zu beachten. Die individuelle Unterstützung der Organisationen/ Institutionen und die institutionelle Unterstützung der Individuen stehen in einem wechselseitigen Verhältnis, welches je nach konkretem Individuum und konkreter Institution unterschiedlich ausgeprägt ist. Wenn es den Ingenieurverbänden gelingt, genügend aktive Mitglieder zu gewinnen, so sind die Umsetzungschancen gegenüber der Ge- samtmitgliedschaft größer. Ethikkodizes, Eide oder allgemein, explizite professionelle Nor- men, diffundieren zudem über die Professionsorganisationen hinaus, da die Organisationsmit- glieder im Kontakt mit anderen die Inhalte weitertragen.

Voelzkow, Hilbert und Heinze nennen drei Quellen der zielgerichteten Beeinflussung der Mit- glieder eines Verbandes durch den Verband: 1) Verbandliche Inanspruchnahme von Sank- tionsmitteln Dritter, 2) verbandlich generierte selektive Anreize und 3) professionelle Normen, die von ihnen als „Solidarnormen“ bezeichnet werden.¹⁶⁵⁶ „Die vom Verband generierten oder reaktivierten Solidarnomen suspendieren die Kriterien individuell-rationalen Handelns. Die Gruppenmitglieder orientieren sich an eben diesen Normen und nicht (mehr) an individuellen

¹⁶⁵¹ Deiseroth 1997, 463.

¹⁶⁵² Deiseroth 1997, 463.

¹⁶⁵³ vgl. Wendeling-Schröder/ Meihorst/ Liedtke 2002.

¹⁶⁵⁴ siehe hierzu den neu erschienen Band von Hubig/ Reidel 2003.

¹⁶⁵⁵ Meihorst 1998, 155.

¹⁶⁵⁶ vgl. Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 89.

Kalkülen. Durch Rückgriff auf eine berufsständische Ethik, auf die Ehre der Profession, auf den Ruf der Industrie etc. wird einzelwirtschaftliche Rationalität ausgeschaltet und dadurch Verbandsbeitritt und -beitrag gesichert.¹⁶⁵⁷ Die Mitglieder müssen jedoch genügend Beteiligungsrechte haben.¹⁶⁵⁸ Daher ist die innerverbandliche Demokratie von Bedeutung.

Möglichkeiten staatlicher Unterstützung dieses Selbststeuerungsbereiches

Eine Möglichkeit zur Unterstützung dieses Selbststeuerungsbereiches ist die schon angesprochene Vergrößerung des Organisationsgrades.¹⁶⁵⁹ Meihorst sieht einen direkten Zusammenhang zwischen Organisationsgrad und dem Professions- und Verantwortungsgedanken: „Sicherlich ist es auch ein Weg über einen Ausbau des Organisationsgrades der Ingenieure den Professionsgedanken stärker zu machen. Viele Berufsträger kennen nicht einmal die Bemühungen ihres Berufsstandes um Ingenieur-Ethik.“¹⁶⁶⁰

Ein weiterer inhaltlich wichtiger Bereich, auf den der Staat Einfluss nehmen kann, ist die Aus- und Weiterbildung. Diese wird von staatlichen Stellen oftmals in Zusammenarbeit mit den Ingenieurverbänden konzipiert. Die berufliche Sozialisation als eine Entstehungsstätte professioneller Normen,¹⁶⁶¹ kann in einer solchen Weise unterstützt werden. Zu den Möglichkeiten einer Verbesserung der Ausbildung gibt es eine Vielzahl von guten Vorschlägen, die hier im Einzelnen nicht wiedergegeben werden sollen.¹⁶⁶² Wichtig ist die Unterscheidung zwischen dem Modell des „Studiums Generale“ und dem Modell des „Studiums Integrale“¹⁶⁶³ oder, weitgehend gleichbedeutend, zwischen dem „additiven Modell“ und dem „integrativen Modell“¹⁶⁶⁴: „Das additive Modell besteht darin, geistes- und sozialwissenschaftliche Themen unverbunden und beziehungslos den natur- und technikwissenschaftlichen Fächern einfach hinzuzufügen, ohne sie an den Problemen technischer Theorie und Praxis zu orientieren. Das integrative Modell hingegen bevorzugt solche geistes- und sozialwissenschaftlichen Themen, die sich mit der kulturellen und sozialen Dimension der Technik befassen und nicht als fachfremde Zutat, sondern als notwendige Elemente für ein vertieftes Technikverständnis zu begreifen sind.“¹⁶⁶⁵ Als herausragend wichtig wird es angesehen, Verantwortungs- und damit auch Risikofragen nicht in abstrakter Weise zu behandeln, sondern die Ausbildung des ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchses anhand von Praxisbeispielen zu gestalten.¹⁶⁶⁶ Die Forderung zur Förderung der Praxisnähe und wissenschaftskulturübergreifenden Interdisziplinarität der Ingenieurausbildung, wird schon seit langer Zeit erhoben: „Dass die praktizierte

1657 Voelzkow/ Hilbert/ Heinze 1987, 90.

1658 Einen „Knackpunkt“ stellt die innerverbandliche Demokratie dar, weshalb man in den 1970er Jahren ebenfalls an die Schaffung von Verbandsgesetzen dachte, vgl. von Alemann 2000, 6; Reutter 2000, 7; Ronge 1992, 64ff.

1659 siehe Kapitel 3.2.3.1.1 Selbststeuerung durch Beeinflussung von Politik und Recht (logic of influence).

1660 Meihorst 1998, 156.

1661 vgl. Kapitel 1.3.3 Sicherheit als Gegenstand professioneller Normen.

1662 vgl. den Überblick bei Stärk 1999, 129ff.

1663 vgl. die Unterscheidung bei Stärk 1999, 130ff.

1664 vgl. die Unterscheidung bei Ropohl 1998, 140ff.

1665 Ropohl 1998, 140.

1666 vgl. hierzu Kapitel 1.3.3.3 Wirkungsweisen professioneller Normen.

Ingenieurausbildung einseitig und zu eng sei, wird seit über hundert Jahren beklagt.¹⁶⁶⁷ Es seien aber nur wenige praktikable Studienmodelle entwickelt und noch weniger umgesetzt worden. Ropohl argumentiert, dass die Nichtverwirklichung von derartigen Vorschlägen aufgrund ihrer Durchgängigkeit nicht nur auf konkrete organisatorische Reformprobleme zurückzuführen sei, sondern tiefere Gründe hierfür verantwortlich seien, die im Wissenschaftsverständnis der Ingenieurwissenschaften begründet lägen. Parallel zu konkreten Vorschlägen für die Ingenieurausbildung müsste demnach zudem grundsätzlich am Wissenschaftsverständnis der Ingenieurwissenschaften gearbeitet werden.

3.2.3.1.4 Steuerung und Selbststeuerung durch Leitbilder

Die Steuerung durch Leitbilder¹⁶⁶⁸ steht insofern quer zur Steuerung durch Markt, Staat oder Profession, da Leitbilder von jeder dieser Gruppen in Anspruch genommen werden können. Implizit und unbewusst arbeiten sie unumgänglich auch mit Leitbildern. Es stellt sich aber die Frage, wie Leitbilder bewusst als ein Steuerungsmittel eingesetzt werden (können). Das derzeit global verbreitete Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung/ Nachhaltigkeit, welches auch Sicherheitsbezüge aufweist, wird kurz in seinen Grundzügen in Erinnerung gerufen und, hinsichtlich seiner Möglichkeiten zur Unterstützung konkreter Steuerungsinhalte und seiner Anschlussfähigkeit an die Ingenieurpraxis, ausgelotet.

Möglichkeiten der Steuerung durch Leitbilder und ihrer staatlichen Unterstützung

Steuerung durch Leitbilder scheint zunächst einmal mit der Schaffung neuer Leitbilder verbunden zu sein. Dierkes ist in dieser Hinsicht skeptisch: „Leitbilder können zwar gestaltet, nie jedoch ‚gemacht‘ werden. Es ist möglich, vorhandene Leitbilder zu identifizieren und zu explizieren und sie in eine bestimmte Richtung zu transformieren. Man kann jedoch neue Leitbilder nicht wie in einer Retorte synthetisieren, um sie dann den Akteuren technikgenetischer Prozessnetzwerke – sei es von ‚oben‘ oder von ‚außen‘ – schnell, schmerzarm und wirkungsvoll zu injizieren.“¹⁶⁶⁹ Dieses Eingeständnis in die fehlende Machbarkeit von Leitbildern ruft die Kritiker des Leitbildansatzes auf den Plan: Es bleibe „festzuhalten, dass eine leitbildorientierte Steuerung prinzipiell nur dann als aussichtsreich erscheint, wenn sich Leitbilder bis zu einem gewissen Grad tatsächlich ‚erschaffen‘ lassen.“¹⁶⁷⁰ Da es jedoch, einen Gegenstandsbereich betreffend, verschiedene – wie auch immer entstandene oder gemachte – Leitbilder gibt, ist die Machbarkeit nicht unbedingt ausschlaggebend. Interessanter sind beispielsweise die Mechanismen der Durchsetzung eines Gegen-Leitbildes, der Ablösung von Leitbildern. In Leitbildkontroversen würde der Austausch von Pro- und Contra-Argumenten im Mittelpunkt stehen. Dierkes versteht unter der Steuerung durch Leitbilder konsequenter Weise die Durchführung von Leitbildkontroversen/ Leitbilddiskursen.¹⁶⁷¹ Über die „Wahl“ eines Leitbildes aus konkurrierenden Leitbildern muss gesellschaftlich gestritten werden. Nicht zu unrecht wird auf die

¹⁶⁶⁷ Ropohl 1998, 29.

¹⁶⁶⁸ allgemein zu Leitbildern siehe Kapitel 1.2.4.2.4 Entwurfsrelevante Konzepte: Leitbilder, Gestaltungsprinzipien und Entwurfsregeln.

¹⁶⁶⁹ Dierkes/ Hoffmann/ Marz 1992, 43f.

¹⁶⁷⁰ <http://www.uni-konstanz.de/FuF/Verwiss/Schneider/Akpt/martinsen> (22.01.2003).

¹⁶⁷¹ vgl. Dierkes/ Canzler 1998, 33; ähnlich Rammert 1994b, 17 und Renn 1997, 281, der drei Arten von Diskursen vorschlägt.

implizite Eingebundenheit von Technik-Leitbildern in Weltbilder hingewiesen.¹⁶⁷² Diese Weltbilder sind generell personell an die Vertreter von – primär in der Ingenieurwissenschaft oder Ingenieurpraxis propagierten – Leitbildern gebunden. Generell müssen zwei Arten der professionellen Leitbildsteuerung unterschieden werden: zum einen die originäre Steuerung der Praxis durch ein Leitbild, zum anderen die Steuerung über wissenschaftliche Leitbilddiskurse,¹⁶⁷³ die dann wiederum indirekt auf die Praxis wirken.

Dierkes sieht die „Leitbildsteuerung“, „Leitbildorientierte Techniksteuerung“, „ursachenzentrierte statt folgenzentrierte Techniksteuerung“ oder „weiche Techniksteuerung“ als eine Form der Steuerung an, die die anderen, immer stärker untauglich erscheinenden Steuerungsformen, zunehmend ablöst. Dass Leitbildsteuerung kein vollständiger *Ersatz* traditioneller Steuerungsformen sein muss, sondern auch als bloße *Ergänzung* etabliert werden könnte, thematisiert Dierkes nicht.

Am Leitbildansatz wird weiterhin kritisiert, dass er „zuviel auf einmal“ bewirken wolle.¹⁶⁷⁴ Aber kann dies eine ernsthafte Kritik darstellen? Wenn es tatsächlich gelingt, mit einem Ansatz sowohl die Technikgenese besser zu beschreiben, als auch Technikbewertungsprozesse zu verbessern sowie neue Steuerungskonzepte zu erarbeiten, warum sollte die Multifunktionalität diesem Ansatz per se als Schwäche vorgehalten werden?

Die Diskurse um die Leitbildforschung und der Forschung um die Grenzen des Rechts als Steuerungsmedium gehen beide „von der prinzipiellen Gestaltbarkeit der Technik“¹⁶⁷⁵ aus. Man könnte daher fragen, wie die Überlegungen beider Forschungsgebiete zur Steuerung miteinander verbunden werden können. Wäre es nicht möglich, über eine explizite und bewusste Aufnahme von Leitbildern in das Recht, neue zusätzliche Steuerungsimpulse zu erlagen? Gleichermassen könnte man für Unternehmen¹⁶⁷⁶, die sich zunehmend mit ihrer Verantwortung beschäftigen und sich im Rahmen von Qualitätsmanagement-, Umweltmanagementsystemen oder integrierten Managementsystemen durchaus mit Fragen der Risikosteuerung auseinander setzen, zu einer weiteren Vertiefung von Leitbildern anregen. Ebenso könnten die Professionsorganisationen unterstützt werden, Ausarbeitungen vorhandener Leitbilder stärker in die Praxis zu transferieren und neue Leitbilder zu konturieren.

Da Leitbilder nicht nur in der Technikphylogene, sondern auch in der Ontogenese eine wichtige Rolle spielen, ist die Idee des Diskurses auch von der allgemeinen Ebene des Diskurses unter den Akteuren unterschiedlicher Wissenskulturen auf die Akteure in Infrastrukturprojekten übertragbar. In der Sicherheitskommunikation zwischen den Baubeteiligten sollten demnach auch Leitbilder explizit diskutiert werden. Diese können auch zwischen den Planern und dem Bauherren thematisiert werden. Um diese Diskussion verbindlich zu machen, könnten in den Eröffnungskontrollen zum Bau technischer Anlagen derartige allgemeine Aussagen zum Leitbild gefordert werden, wobei sichergestellt sein muss, dass dieser zusätzliche Punkt der

¹⁶⁷² vgl. Huber 1998; Dettling 1996.

¹⁶⁷³ vgl. Renn 1997; Mambrey/ Paetau/ Tepper 1995, 206ff.; Rammert 1994b, 17; Dierkes/ Canzler 1998, 33.

¹⁶⁷⁴ vgl. Barben 1997, 134; Hellige 1996, 25; Zill 1996, 96.

¹⁶⁷⁵ Mai 1994, 448.

¹⁶⁷⁶ zur Unternehmenssteuerung durch die „zentrale Führungsaufgabe“ des „leitbildorientierten Managements“ siehe Dierkes/ Marz 1994, 109f.

„Verständigung über allgemeine Technik- und spezielle Sicherheitsleitbilder“ nicht zur bloßen Makulatur verkommt, sondern tatsächlich mit Leben erfüllt ist, also durch einen echten Projektdiskurs gewonnen wird.

Leitbild der Nachhaltigkeit als inhaltlicher Steuerungsbezug

Die Praxis des Infrastrukturanlagenbaus ist von jeher auf künftige Generationen bezogen. Durch das Leitbild der Nachhaltigkeit wird die Zeitperspektive radikal erweitert. In der traditionellen Moderne dürften sich die Überlegungen zu Infrastrukturanlagen in der Regel ungefähr auf die kommenden zwei bis drei Generationen (à 30 Jahre) beziehen: Die geplante und erwartete Lebensdauer von Brücken (i.d.R. zwischen 50 bis 100 Jahre) ist im Vergleich zur geplanten Lebensdauer von stoffumwandelnden Anlagen, die erheblich niedriger liegt, noch enorm. Gleichwohl wird der Planungshorizont nicht allein von der erwarteten Lebensdauer bestimmt, da durch Infrastrukturanlagen beispielsweise auch weitreichendere finanzielle Implikationen und technische Anschlusszwänge geschaffen werden.

Im Leitbild der Nachhaltigkeit meint der häufig benutzte Begriff der „zukünftigen“ oder „kommenden“ Generationen im Grunde das „Fortbestehen der Menschheit“ und umfasst somit einen erheblich längeren Zeitraum. Der ingenieurmäßige Bezug auf die zukünftigen Generationen wird damit durch das Leitbild der Nachhaltigkeit im derzeitigen Entstehungsprozess der reflexiven Moderne zeitlich erheblich ausgedehnt. Dies stellt an Ingenieure eine erweiterte Herausforderung dar, zu deren Bearbeitung sie auf eine ausbaufähige Grundlage zurückgreifen können.

Gleiches gilt für die räumliche Perspektive. Schon immer mussten Ingenieure im Infrastrukturanlagenbau auch die intragenerationale Gerechtigkeit berücksichtigen. Die Betrachtung der gegenwärtigen Generation ist jedoch nach dem Leitbild der Nachhaltigkeit erheblich räumlich ausgeweitet. Die heutige Generation umfasst im Idealfall nicht mehr nur die Bevölkerung einer Gemeinde oder einer anderen Gebietskörperschaft, sondern die Weltbevölkerung. In der ausgeweiteten globalen Betrachtung von Nachhaltigkeit zeichnet sich ein neues Gemeinwohlverständnis ab.¹⁶⁷⁷ Auch zur Bearbeitung dieser Herausforderung können Ingenieure auf die beschriebene Grundlage zurückgreifen können.

Dies gilt gleichermaßen für die Integration unterschiedlicher Rationalitätsbereiche. Nach dem Leitbild der Nachhaltigkeit soll ein gerechter Ausgleich zwischen Ökonomie, Ökologie und Sozialem hergestellt werden. Die Thematisierung der Verflechtung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten, ihre gegenseitige Abhängigkeit vor allem auch im Hinblick auf eine globale Perspektive, stellt das Hauptcharakteristikum der Debatte um Nachhaltigkeit dar.¹⁶⁷⁸ Die reflektierte Integration dieser Rationalitätsaspekte ist von jeher das Ideal einer guten Ingenieurpraxis. Somit hat die Ingenieurprofession auch hier eine gute Basis, auf der sie aufbauen kann.

Die mit dem Leitbild der Nachhaltigkeit inhaltlich verbundene Forderung nach umweltmedienübergreifenden ökologischen Betrachtungen, die alle Lebensphasen einer technischen An-

¹⁶⁷⁷ vgl. Theisen 1998, 12.

¹⁶⁷⁸ vgl. Kastenholz/ Erdmann/ Wolf 1996, 1.

lage¹⁶⁷⁹ umfassen¹⁶⁸⁰, können ebenso an ingenieurwissenschaftliche ökologische Betrachtungsweisen von einzelnen dieser Aspekte anschließen.

Das Leitbild der Nachhaltigkeit besitzt zudem einen Selbststeuerungsbezug: In der Agenda 21 wird nicht nur die Veränderung gesellschaftlicher Rahmenbedingungen durch die institutionalisierte Politik gefordert, sondern auch die Beteiligung von Bürgern und Bürgerinitiativen, der privaten Organisationen und Unternehmen an der gesellschaftlichen lokalen Steuerung.¹⁶⁸¹ Dieser Ansatz der gesellschaftlichen Partizipation kann als aktiver Beitrag zur Entfaltung gesellschaftlicher Selbststeuerung gedeutet werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Leitbild der Nachhaltigkeit gut an die Ingenieurpraxis anschließen kann, da die in ihm enthaltenen wesentlichen Elemente schon in der bisherigen „guten professionellen Praxis“ – wenn auch sicherlich in anderer Quantität und Ausdrücklichkeit – verwirklicht wurden. Somit kann Nachhaltigkeit auch als ein Leitbild verstanden werden, welches der Ingenieurprofession nahe steht und von ihr deshalb ebenso als eigener Beitrag verstanden werden kann. Professionelle und gesellschaftliche Bedürfnisse ergänzen in diesem Leitbild einander.

3.2.3.2 Individuelle „Selbststeuerung“

Im ersten Kapitel wurde ausführlich auf die subjektiven Leistungen von Ingenieuren eingegangen. Die Integration von Inhalten, welche konstituierend für die Ingenieurpraxis ist, kann auch als eine spezifische Form der „Selbststeuerung“ aufgefasst werden. Die Gestaltung der eigenen Praxis ist vom Einzelnen abhängig, losgelöst davon, wie sehr er die Gestaltungsmöglichkeiten wahrnimmt. Zur Vermeidung von Verwirrungen wird der Begriff der Selbststeuerung, der bisher in einem übergeordneten, kollektiven Sinne verstanden wurde, im individuellen Zusammenhang apostrophiert. Individuelle „Selbststeuerung“ zeigt sich im reflektierten Umgang mit der eigenen Praxis.

Staatliche wie professionelle Steuerungsbestrebungen zielen, die Sicherheit betreffend, auf das konkrete Handeln von Ingenieuren, die zudem „von sich aus“ aufgrund ihres eigenen Sicherheitsstreben handeln. Staatliches Sicherheitsstreben befindet sich in einem Abhängigkeitsverhältnis: Der Staat ist in vielfältiger Weise auch auf einzelne Ingenieure und ihre umfassende Selbstreflexion angewiesen. Im Verhältnis Staat/ Ingenieur ist daher nicht von einer einfachen, einseitigen Subsidiarität, sondern von einer reziproken Subsidiarität zu sprechen. Denn immer dann, wenn der *Staat* selbst hilfebedürftig ist, beispielsweise verstärkt bei den generativen Leistungen auf den unteren Konkretisierungsebenen, dann müssen Ingenieure ihm helfend zur Seite stehen.¹⁶⁸² Die Bereiche, in denen Ingenieure – kollektiv oder individuell betrachtet – der staatlichen Hilfe bedürfen, müssen ergänzt werden durch die Bereiche, in denen der Staat

¹⁶⁷⁹ Hennings/ Mertens 2001, 325 weisen darauf hin, dass eine solche Betrachtung technischer Anlagen im Prinzip dem Live Cycle Konzept und damit verbundenen Ökobilanzen entspricht; siehe hierzu auch Müller-Plantenberg 1999, 109f.

¹⁶⁸⁰ Selbstverständlich werden mit dem Leitbild der Nachhaltigkeit nicht nur technische Veränderungen angestrebt, sondern auch ein Wandel der Lebensstile (vgl. Degenhardt 2002, 125f.).

¹⁶⁸¹ vgl. Haan/ Kuckartz/ Rheingans-Heintze 2000, 14.

¹⁶⁸² siehe Kapitel 1.2.4.2.12 Einfluss von Normen auf generative Leistungen mit Sicherheitsbezug.

der Hilfe durch Ingenieure – ebenfalls kollektiv oder individuell betrachtet – bedarf. Das Prinzip der reziproken Subsidiarität beschreibt also nicht nur das – auf unterschiedliche Gebiete bezogene – *Vermögen* der einen Seite zu helfen, sondern auch die *Forderung* der anderen Seite, diese Hilfestellung zu leisten.

Möglichkeiten der staatlichen Unterstützung der individuellen Selbststeuerung

Eine Konsequenz aus der Darstellung der Ingenieurpraxis im ersten Kapitel könnte der Versuch des Staats zur Unterstützung der individuellen Akteure in ihren sicherheitsrelevanten subjektiven Leistungen, so weit dies möglich ist, sein. Wenn der Staat die Sicherheit technischer Anlagen fördern will, so darf er die subjektiven Leistungen nicht außer acht lassen. Der Staat versucht, über direkte Steuerung das Individuum zu erreichen, kann damit aber – wie in den Steuerungswirkungen beschrieben – nur zu einem kleinen Teil und zudem nur in den für die Sicherheit eher nachrangigen formalen Bereichen, erfolgreich sein. Trotzdem sind diese formalen Einforderungen notwendig, da sie für alle Ingenieure gleiche Rahmenbedingungen schaffen, so dass nicht denjenigen indirekt Nachteile entstehen, die sich – im Vergleich zu einer möglichen Nichtregelung – „zusätzlich“ um die Sicherheit technischer Anlagen bemühen.

3.2.4 Zusammenfassend zu Steuerungs- und Selbststeuerungsmechanismen im Ingenieurbereich

Um das Prinzip der Gesellschaft über die Technikgenese (in phylo- und ontogenetischer Sicht), so weit dies möglich ist, zu gewährleisten, müssen in interdisziplinärer Zusammenarbeit soziale Normen (rechtlicher, technischer und professioneller Art) für die Technikgenese bestärkt werden. Dazu bedarf es in der Normgenese technischer Normen und bei den Ingenieurorganisationen als „Horten“ professioneller Normen wiederum Ingenieuren, die professionell übergreifend gleichermaßen gemeinwohlorientiert politisch denken als auch fachlich äußerst versiert sind, und in der Normanwendung reflektierter Ingenieurpraktiker, die sich ihrer subjektiven Leistungen bewusst sind.

Der Begriff der Steuerung ist oftmals negativ besetzt und wird daher teilweise tabuisiert. „Aber Wortabus können letztlich doch nicht verdecken, worum es wirklich geht: die technische Entwicklung derart zu beeinflussen, dass erwünschte Effekte verstärkt und unerwünschte Effekte weitestmöglich vermieden werden.“¹⁶⁸³ Sowohl die Steuerung durch den Staat als auch die Steuerung durch die Ingenieurprofession geschieht über Normen. Während der Staat mit Recht und zu einem kleinen Teil mit technischen Normen arbeitet, kann sich die Ingenieurprofession technischer Normen und insbesondere expliziter professioneller Normen bedienen. Selbststeuerung kann somit als professionelle Selbststeuerung verstanden werden. Die Ingenieurorganisation – in ingenieurwissenschaftlicher Ausrichtung und berufspolitischer Ausrichtung – sind die Akteure der Selbststeuerung im Technikbereich. Um ihre Selbststeuerung zu optimieren, muss der Staat einen Rahmen schaffen, beispielsweise durch die Unterstützung des Organisationsgrades, die Unterstützung politischer Beteiligungen von Ingenieurorganisationen, die legitimierungserweiternde Rahmensteuerung technischer Normen, die Unterstützung in Ausbildungsfragen von professionellem Interesse oder die Aktivierung von der Ingenieurprofession nahen Leitbildern. Das Leitbild der Nachhaltigkeit zeigte sich hierbei als besonders anschlussfähig.

¹⁶⁸³ Ropohl 1998, 150.

Das Ideal – kollektiver wie individueller –professioneller Selbststeuerung ist zunächst einmal weit von rechtlich veranlasster Selbststeuerung entfernt. Professionelle Selbststeuerung kann jedoch rechtlich angestoßen werden, insbesondere dann, wenn die entsprechenden Interessenorganisationen nicht stark genug sind. Dabei handelt es sich ja in der Regel gerade nicht um inhaltliche Anstöße. Vielmehr werden nur die formalen Rahmenbedingungen der professionellen Selbststeuerung geregelt. Diese allgemeinen Erkenntnisse aus der steuerungstheoretischen Diskussion können auf den Ingenieurbereich übertragen werden.¹⁶⁸⁴ Letztlich ist das Individuum für die Umsetzung staatlicher Steuerung bzw. kollektiver professioneller Selbststeuerung verantwortlich.

¹⁶⁸⁴ siehe hierzu Kapitel 3.2.2.2.4 Notwendigkeit einer Rahmensteuerung zur Ermöglichung von Selbststeuerung.

4 Schlussbetrachtung

4.1 Auf dem Weg zur Entwicklung eines interdisziplinären Modells der Sicherheitsgenese – auch eine Zusammenfassung

Im Folgenden wird auf der Grundlage der empirisch und theoretisch, auch durch die Integration sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Ansätze, gewonnenen Erkenntnisse zur Analyse des Umgangs mit Risiken in der Ingenieurpraxis, ein Modell der Sicherheitsgenese entwickelt. Das Modell der Sicherheitsgenese bezieht sich in erster Linie auf den Umgang mit Risiken in der Ingenieurpraxis des Infrastrukturanlagenbaus. Ingenieurwissenschaftliche Umgangsweisen mit Risiken werden insofern betrachtet, als sie in ihrer konkreten Anwendung auf bautechnische Infrastrukturprojekte in der Ingenieurpraxis Bedeutung erlangen.

Der Modellbegriff ist in diesem Zusammenhang nicht in anspruchsvoller Weise aufzufassen. Die folgende Darstellung versteht sich als die Präsentation der Grundzüge eines weiter zu entwickelnden Modells. Das Modell der Sicherheitsgenese wurde von der Verfasserin zur Übersichtlichkeit in 29, möglichst kurz und prägnant formulierte, Modellbausteine gegliedert, die vielfach miteinander verbunden sind. Zur Aufrechterhaltung der Übersichtlichkeit wurde auf die erneute Einführung von Begriffen, Verweise innerhalb des Modells und Verweise auf einzelne Kapitel verzichtet. Aus dem gleichen Grund sind die Bezeichnungen der Modellbausteine möglichst kurz gefasst.

1) Sicherheitsrelevante subjektive Leistungen

Im Infrastrukturanlagenbau tätige Ingenieure müssen fortlaufend sicherheitsrelevante subjektive Leistungen kreativer und normativer Art erbringen. Sowohl das Entstehen als auch die mitlaufende und nachgelagerte Analyse von Infrastrukturanlagen ist unumgänglich von sicherheitsrelevanten Werturteilen durchzogen.

2) Sachlogikbegründung

Die Notwendigkeit zum Fällen von sicherheitsrelevanten Werturteilen ist sachlogisch begründet. In der Ingenieurpraxis sind normative Fragestellungen damit unausweichlich.

3) Normenhilfe

Da sicherheitsrelevante Werturteile von Ingenieuren für die gesellschaftlich stark relevante Technikgenese äußerst wichtig sind, sollten sie hierin durch Normen unterstützt werden, wobei rechtliche, technische und explizite professionelle Normen in Betracht kommen.

4) Sachlogikbezug: Bezug von sicherheitsrelevanten Normen auf die Sachlogik

Sicherheitsrelevante Normen müssen von den sachlichen Gegebenheiten des Infrastrukturanlagenbaus, beispielsweise dem Zirkularitätserfordernis oder den verschiedenen Anforderungen auf unterschiedlichen technischen Konkretisierungsebenen, ausgehen.

5) Normenkoordination: Koordination der Normen durch implizite professionelle Normen

Die subjektiven Leistungen werden durch die individuelle Ausgestaltung übergeordneter, zu meist implizit vorhandener, professioneller Normen koordiniert. Impliziten professionellen Normen kommt daher in der Sicherheitsgenese eine Schlüsselrolle zu. Sie können durch technische, rechtliche Normen und explizite professionelle Normen gestärkt werden.

6) Normenkenntnis: Kenntnis sicherheitsrelevanter Normen

Ingenieurpraktiker, die sich normenkonform verhalten wollen und über die Unübersichtlichkeit und Fülle von Normen und dadurch mitverursachte Defizite in der direkten Normenkenntnis klagen, können durch direkte Normenvermittlung ebenso unterstützt werden, wie durch die Bestärkung der Vermittlungsinstanzen von Normen.

7) Normenvermittlung: Vermittlung sicherheitsrelevanter Normen

Sicherheitsrelevante Normen können über Know-How-Träger (z.B. Gutachter) und Vermittlungsinstanzen (z.B. Computerprogramme) vermittelt werden. Auch ingenieurwissenschaftliche Fachdisziplinen mit guten Normenkenntnissen, können in ihren, auf die Ingenieurpraxis bezogenen Arbeiten zur Vermittlung von sicherheitsrelevanten Normen verstärkt beitragen.

8) Sicherheitsbewusstsein

Das individuelle Bewusstsein für Sicherheit ist abhängig von individuellen Sicherheitsphilosophien, deren Sicherheitsdefinitionen auf der Berücksichtigung verschiedener Sicherheitsdimensionen aufbauen.

9) Sicherheitsdimensionen und -prototypen

Ein ganzheitlicher Sicherheitsbegriff umfasst vier Sicherheitsdimensionen (Anlagen-, Arbeits-, Umwelt- und Verbrauchersicherheit), die mit entsprechenden Schutzbereichen (Anlagen-, Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutz) korrespondieren. Oftmals ist in Normen und bei Personen die prototypische Bezugnahme auf *eine* Sicherheitsdimension festzustellen.

10) Risikobegriffe zur Abgrenzung von Risikobereichen

Vertreter aus der Rechts-, Sozial- und Ingenieurwissenschaft und der Ingenieurpraxis benutzen die Begriffe Gefahr, Risiko, Restrisiko und Sicherheit unterschiedlich, was die Kommunikation zwischen ihnen erschwert. Gemeinsam ist ihnen das Bestreben zur Abgrenzung von „Risikobereichen“, mit professionsbezogen unterschiedlichen Konsequenzen. Während hinsichtlich dieser weitgehend Klarheit besteht, ist die praktische Umsetzung zur Bestimmung der Grenzen weitgehend ungelöst.

11) Ausdrücklichkeit von Sicherheit

Es sind enorme Sicherheitszugewinne zu erwarten, wenn Sicherheit im Technikgeneseprozess explizit und gesondert behandelt wird. Die Wichtigkeit der Ausdrücklichkeit von Sicherheit bezieht sich zum einen auf ihre Behandlung in rechtlichen, technischen und professionellen Normen, zum anderen auf die konkrete Sicherheitskommunikation.

12) Sicherheitsaussagen

In der Ingenieurpraxis sind unausweichlich sicherheitsrelevante Werturteile zu treffen und diese als Sicherheitsaussagen zu vertreten. Der qualitative und quantitative Umfang der *bewussten* Übernahme dieser Aufgabe ist für die Sicherheit von großer Bedeutung.

13) Sicherheitskommunikation

Die Reflexion über Sicherheit ist nicht auf das Individuum begrenzt. Im interindividuellen Austausch über Sicherheit entstehen gemeinsame Perspektiven einer Projektorganisation.

14) Selbstreflexion

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass sich eine allgemeine Reflexion der beruflichen Praxis positiv auf die Sicherheit auswirkt. Reflexion der Praxis bedeutet zum einen sich selbst, zum anderen die Strukturen des Handelns (z.B. Rollen, Normen incl. Normendistanz) zu thematisieren. Die kritische Überprüfung der generellen oder auf einen konkreten Kontext bezogenen speziellen Gültigkeit von Normen ist dabei erstrebenswert.

15) Ingenieurtypologie

Empirisch konnten Ingenieurtypen/ Normanwendertypen (Professionelle, Semi-Professionelle, Pragmatiker, Regelorientierte) identifiziert werden, die sich u.a. durch stark unterschiedliche Reflexion der eigenen Praxis, insbesondere von Normen, auszeichnen.

16) Reflexionsanregungen

Die Reflexion der eigenen Praxis ist subjektgebunden und kann nicht erzwungen werden. Allerdings können rechtliche, technische und explizite professionelle Normen auf vielfältige Weise *Reflexionsanregungen* zur Aktivierung und zum Ausbau bestehender Potenziale liefern.

17) Integrationsleistung Ingenieuraufgabe

In der Bearbeitung von Ingenieuraufgaben müssen alle relevanten Rationalitätsaspekte technischer, ökonomischer, ökologischer, rechtlicher, sozialer und ästhetischer Art praktisch integriert werden. Durch die Integration der Sicherheitsdimensionen im Sinne einer ganzheitlichen Sicherheit unter Berücksichtigung der intergenerationalen Gerechtigkeit kann die Ingenieurpraxis zum Paradebeispiel für das Konzept der Nachhaltigkeit avancieren.

18) Handlungsspielräume

Eine Grundvoraussetzung für ein verantwortungsvolles sicherheitsrelevantes Handeln in Ingenieurpraxis und Ingenieurwissenschaft ist das Erkennen und Entwickeln der eigenen Handlungsspielräume. Normen können zur Identifikation, Schaffung und Bewältigung von Handlungsspielräumen beitragen.

19) Handlung und Struktur

Die subjektiven Leistungen sind eingebettet in Strukturen. Die Veränderung der Strukturen muss die Rolle der subjektiven Leistungen, in Abhängigkeit von der betrachteten technischen Konkretisierungsebene, stärker berücksichtigen. Die Veränderungen von Strukturen und in-

dividuellem Handeln sind interdependent und langwierig. Gezielte Strukturveränderungen müssen daher sowohl direkt am Individuum, als auch an der Struktur ansetzen, da durch Interdependenz und Rückkopplung Verstärkungseffekte erzielt werden.

20) Verantwortungsraum

Verantwortung zu übernehmen, bedeutet für Ingenieurpraktiker z.B. technische und nicht-technische Alternativen zu entwickeln und – auch im Sinn der Normendistanz – fortlaufend übergeordnete Sinnfragen auf allen Konkretisierungsebenen zu stellen. Die Reichweite der Verantwortung des einzelnen Ingenieurs für übergeordnete Sicherheitsfragen geht so über das formal geforderte Maß hinaus und bedarf der Unterstützung durch die Ingenieurprofession.

21) Lernen aus Schadensfällen

Aus Schadensereignissen kann individuell und überindividuell in der Ingenieurprofession/ Ingenieurwissenschaft gelernt werden. Es ist eine Systematisierung professioneller Lernprozesse aus Schadensereignissen anzustreben, um ihre Lernpotenziale in den einzelnen Fachgebieten nicht von der zufälligen Spezialisierung einzelner Ingenieurwissenschaftler auf Schadensereignisse/-fälle abhängig zu machen.

22) Risikoberechnungen

In der Untersuchung der Variablen der Risikoformel wurde gezeigt, wie stark die Risikoberechnungen von subjektiven kreativen und vor allem normativen Leistungen der diese Berechnungen aufstellenden Ingenieure abhängig sind. Die sicherheitsrelevanten Werturteile von Risikoberechnungen (und ihre Alternativen in unterschiedlichen „Werturteilsszenarien“) müssen offen gelegt werden, damit gesellschaftliche Akteure in die Lage versetzt werden, Festlegungen nachzuvollziehen und die Voraussetzungsabhängigkeit zu erkennen. Solchermaßen reflektierte und diese Reflexion vollständig und nachvollziehbar kommunizierende Risikoberechnungen sind ein wertvolles Hilfsmittel zur Entscheidung über Risiken.

23) Risikovergleiche

Es gibt keinen „objektiven“ Risikogrenzwert als Vergleichsmaßstab für berechnete Risikoproduktwerte. Vergleiche mit natürlichen oder zivilisatorischen Risiken oder mit dem kleinsten menschlichen Sterbemaß können nur Anhaltspunkte zur Risikobeurteilung geben; Zur alleinigen Bestimmung eines Risikogrenzwertes sind sie aber ungeeignet.

24) Risikoakzeptanz und Versicherbarkeit

Die Versicherbarkeit könnte als ein Merkmal für die Akzeptanz von Risiken technischer Infrastrukturanlagen herangezogen werden, wenn die Gesamtsumme eines möglichen Schadensausmaßes (unabhängig von den Eintrittswahrscheinlichkeiten) versichert ist und es angestrebt wird, alle tatsächlichen Kosten (unter Beschreibung der jeweils spezifischen Monetarisierungsschwierigkeiten) zu monetarisieren.

25) Institutionalisierte Risiko- und Sicherheitsanalysen

Institutionalisierte Risiko- und Sicherheitsanalysen sind, aufgrund ihrer systematischen Analysearbeit, ein wichtiges Hilfsmittel zur Vorbereitung von gesellschaftlich relevanten Entscheidungen. Sie können diese jedoch nicht ersetzen, aber durch das Aufzeigen verschiedener Ana-

lyse-Varianten bei unterschiedlichen Werturteilen, die jeweils im Detail offen zu legen sind, zu einer erheblich verbesserten Entscheidungsbasis beitragen.

26) Professionalisierung im Ingenieurbereich

Professionsorganisationen können im Sinn der logic of membership ein verändertes Selbstverständnis, insbesondere durch die Stärkung professioneller Normen sowohl für Ingenieurpraktiker als auch für Ingenieurwissenschaftler, erreichen. Dies ist erstrebenswert auch wenn der Professionalisierbarkeit Grenzen gesetzt sind, insofern nicht alle Ingenieure dem Idealtyp des Professionellen entsprechen können oder wollen. Professionsorganisationen können im Sinn der logic of influence einen stärkeren Einfluss auf die Gestaltung der Strukturen der Ingenieurarbeit ausüben. Eine Erhöhung des Organisationsgrads von Ingenieuren (z.B. in Berufsverbänden) wäre für beide Wirkungsrichtungen förderlich.

27) Risiko, Innovativität und technischer Wandel

Im Infrastrukturanlagenbau stellen sich Fragen der Innovativität anders als in der stationären Industrie, so weisen innovative und konventionelle Anlagen teilweise, aufgrund des Kontextualisierungserfordernisses, ähnliche Risikostrukturen auf und die Technikphylogene entsteht oftmals über tausendfache Technikontogenese („Technikentwicklung durch Projekte“). Allgemein – ohne Bezug auf die Untersuchungsanlagen – wurde hergeleitet, dass ein Verzicht auf Technologien mit qualitativ neuen Risiken keineswegs mit einem Verzicht auf technischen Wandel gleichzusetzen ist.

28) Steuerung der Selbststeuerung und Selbstreflexion

Staatliche Steuerung richtet sich an die Ingenieurprofession, die zur Selbststeuerung aufgefordert wird und an die Ingenieure, die zur Selbstreflexion angeregt werden sollen, wobei letzteres auch über die Ingenieurprofession geschehen kann. Die Gesellschaft kann versuchen, das Potenzial der individuellen und kollektiven Akteure zur Reflexion und Selbststeuerung durch eine adäquate Rahmensteuerung, verbunden mit der Etablierung einer entsprechenden Sicherheitskultur, zu unterstützen.

29) Gesellschaftliche Risikosteuerung

In ingenieurpraktischer und ingenieurwissenschaftlicher Perspektive müssen professionell handelnde Ingenieure von der Gesellschaft unterstützt werden, subjektive Leistungen kreativer und normativer Art in einer das eigene Handeln reflektierenden Form zu erbringen. Gleichzeitig müssen Ingenieure die Gesellschaft in die Lage versetzen, die Hintergründe für ingenieurpraktische und ingenieurwissenschaftliche Festlegungen und Werturteile nachzuvollziehen. Die Gesellschaft als Ganzes und die gesellschaftliche Gruppe der Ingenieure befinden sich somit in einer wechselseitigen Abhängigkeit. Die Würdigung des reziproken Subsidiaritätserfordernisses bildet die Grundlage für eine von gegenseitiger Anerkennung geprägte gesellschaftliche Risikosteuerung.

4.2 Gesellschaftliche Risikosteuerung zwischen Struktur und Handlung

Wenn die Verfasserin anderen Sozialwissenschaftlern von ihrem Thema erzählte, so erntete sie zunächst fast immer staunende Fragen: Wie kann die Sicherheit von Müllverbrennungsanlagen, Kläranlagen und Brücken ein Thema für eine Sozialwissenschaftlerin sein? Das Gegenstandsfeld „Sicherheit im Infrastrukturanlagenbau“ ist gewiss keines der Kernthemen der Sozialwissenschaften. Dies ist jedoch erstaunlich sowohl, weil die Behandlung des Themas starke gesellschaftliche Relevanz besitzt als auch, weil sie gesellschaftstheoretisch wichtige Beiträge zur Analyse der Funktionsweise moderner Gesellschaften liefern kann. Gesellschaftliche Risikosteuerung meint beides: Die Steuerung von Risiken durch die Gesellschaft als Ganzen durch Staat/ Politik/ Recht und die Steuerung von Risiken durch gesellschaftliche Teilgruppen, die im Hinblick auf das gesamtgesellschaftliche Wohl agieren und zur langfristigen Stabilisierung gesellschaftlicher Rahmensteuerung bedürfen. Gesellschaftliche Risikosteuerung bezieht sich auf Strukturen und individuelles Handeln. Sie schafft die Rahmenstrukturen, in denen individuelles Handeln angeregt wird, welches einerseits moderne Strukturen reflektiert und andererseits (soweit die betreffenden Ingenieure dazu fähig und bereit sind) der Gesellschaft bei der Schaffung sinnvoller Strukturen helfen. Gesellschaftliche Risikosteuerung reflektiert die Interdependenz von Struktur und Handlung.

Die Risikosteuerung bedient sich rechtlicher, technischer und professioneller Normen. Den Hauptbezugspunkt bildet dabei zunächst einmal das Recht. Das Recht zielt zum einen seinem Anspruch nach auf das konkrete Handeln von Individuen und Organisationen und versucht zum anderen, den marktlichen Steuerungsmechanismus und andere Selbststeuerungsmechanismen auf- und auszubauen. Das Recht schafft so wesentliche Rahmenbedingungen für die kollektive professionelle Selbststeuerung. Es kann die institutionellen Voraussetzungen für die Unterstützung von individuellem Sicherheitsbewusstsein und von kollektiven intermediären Organisationen/ organisierten Interessen bilden. Die Formulierung des *Anspruchs* auf direkte Steuerung durch Recht – wie begrenzt die Steuerungswirkungen auch gesehen werden müssen – und Rahmensteuerung schließen sich nicht aus. Dies wurde generell-theoretisch und speziell für den Ingenieurbereich gezeigt.

Auch wenn die direkte rechtliche Steuerung des Individuums in praxistheoretischer Hinsicht nicht möglich ist, so müssen trotzdem derartige Steuerungsansprüche formuliert werden, wobei die Wirkungsvorstellungen zur Steuerung einer Revision bedürfen: Um das Individuum zu erreichen, ist es wichtig, die Praxisleistungen der Individuen, die individuelle Selbststeuerung, anzuerkennen. Es ist die Aufgabe der Gesellschaft, die subjektiven Leistungen der Ingenieure zu würdigen *und* einzufordern, beispielsweise indem die Sicherstellung einer angemessenen Entlohnung von Planungs- und Entwurfsleistungen – gerade vor dem Hintergrund weitreichender Deregulierungsbestrebungen – gestärkt wird. Die Gesellschaft muss durch Ingenieure in die Lage versetzt werden, zum Umgang mit Risiken zwischen Alternativen der Herstellung und Berechnung, ganz generell, der Beurteilung, wählen zu können. Diese technischen Alternativen (auf allen Konkretisierungsebenen) und darauf bezogenen Werturteilsalternativen müssen jedoch zuvor geschaffen werden. Es besteht die Möglichkeit, dass durch eine dezidierte Beschreibung der subjektiven Leistungen in der Ingenieurpraxis und der Ingenieurwissenschaft, das Bewusstsein, sowohl von Ingenieuren als auch von gesellschaftlichen Akteuren, für diese Leistungen erhöht wird.

Die Dichotomie zwischen Struktur und Individuum bzw. System und Handeln gehört zu den Ausgangsfragen der soziologischen Gesellschaftsanalyse. Zur Beobachtung sehr heterogener gesellschaftlicher Probleme bzw. Problembereiche, beispielsweise das Krankenversicherungssystem, die Innovationstätigkeit oder das private Umwelthandeln betreffend, müssen Individuen subjektive Leistungen, jeweils im Gegenstandskontext, erbringen, die durch bestimmte Strukturen befördert, aber niemals erzwungen werden können. Moderne Ansätze zu Strukturveränderungen müssen – allein schon aufgrund von Transformationserfordernissen in der Praxis – ein mündiges Individuum in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen setzen. Die Individuen dürfen dabei – in allen Steuerungsbereichen – nicht bevormundet werden und sich auch nicht bevormundet fühlen. In allen Steuerungsbereichen können Typen mit unterschiedlicher Reflexionsleistung identifiziert werden, welchen die Übernahme von Verantwortung in unterschiedlichem Ausmaß möglich ist.

Die Theorie der reflexiven Modernisierung thematisiert die Notwendigkeit zur Reflexion von Strukturen und eigenem Handeln. Hierin besteht die Verbindung zwischen den Theorien der reflexiven Moderne und Praxisansätzen. Die Re-Produktion von Strukturen durch Akteure kann auf handlungstheoretischer Ebene und auf der Ebene der Gesellschaft aufgezeigt werden. Handlungstheorie und Gesellschaftstheorie können hierbei von der Analyse des Umgangs von Ingenieuren mit Risiken profitieren. Auf die Gestaltung der technischen, sozialen und natürlichen Welt haben Ingenieure einen großen Einfluss, da die Bereitstellung von Infrastruktur für das Funktionieren moderner Gesellschaften unablässig notwendig ist. An das Handeln von Ingenieuren müssen deswegen besondere Ansprüche gestellt werden. Dies gilt insbesondere für eine Zeit, in der der Technik und Wissenschaft die Gesellschaft mit unvorhersehbaren Folgen tiefgreifend verändern. Der theoretische Entwurf der reflexiven Moderne greift diesen Sachverhalt auf, in dem Modernisierungsrisiken mit der Moderne zusammen gedacht werden, wodurch die selbstproduzierten Nebenfolgen der klassischen Industriegesellschaft in das Zentrum des theoretischen Entwurfes rücken. Die Anerkennung der durch die technisch-industrielle Entwicklung ausgelösten Nebenfolgen sowie deren Unkalkulierbarkeit zwingt die Menschen und Institutionen der Risikogesellschaft zur Selbstreflexion.

Der Staat darf sich seiner Strukturverantwortung nicht entziehen. Individuen müssen gleichzeitig gefördert und gefordert werden – wobei in allen gesellschaftlichen Steuerungsbereichen zwischen unterschiedlichen Typen, beispielsweise Ingenieurtypen, zu unterscheiden ist. Der Balanceakt zwischen Förderung und Forderung ist schwierig, weil zu viel Förderung/ Unterstützung die Eigeninitiative lähmen kann. Der Ingenieurbereich unterscheidet sich von anderen staatlichen Steuerungsbereichen insofern, weil hier das Gewicht der individuellen subjektiven Leistungen in der Genese technischer Anlagen erheblich stärker ist. Somit sollte im Ingenieurbereich das Prinzip der *reziproken* Subsidiarität vorherrschen, nach dem die Leistungen gegenseitig anerkannt und eingefordert werden, wo sie nicht oder nur ungenügend (entweder vom Staat oder von den Ingenieuren) selbst erbracht werden können. In einer ganzheitlich ausgerichteten Sicherheitskultur entfaltet sich so die gesellschaftliche Risikosteuerung.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 1:** Akteure der Risikokommunikation und damit korrespondierende wissenschaftliche Forschungsbereiche.
- Abbildung 2:** Unterscheidungen professioneller Normen.
- Abbildung 3:** Überblick über die Wertaspekte der VDI 3780.
- Abbildung 4:** Gegenseitige Rezeption der Forschungsbereiche innerhalb der Sozialwissenschaften.
- Abbildung 5:** Gegenseitige Rezeption der Forschungsbereiche innerhalb der Ingenieurwissenschaften.

TABELLENVERZEICHNIS

- Tabelle 1:** Sicherheitsdimensionen und darauf bezogene Schutzbereiche.
- Tabelle 2:** Überblick über produktive technische Infrastrukturbereiche, Infrastrukturleistungen und damit verbundene (bau-)technische Artefakte.
- Tabelle 3:** Konkretisierungsebenen technischer Anlagenprojekte.
- Tabelle 4:** Übersicht über verschiedene Aspekte des Konstruierens.
- Tabelle 5:** Vorbereitung der Darstellung der Risikoformel als Tripel nach Kaplan Garrick 1981.
- Tabelle 6:** Übersicht über ausgewählte Todesrisiken.
- Tabelle 7:** Übersicht über vermeintliche tendenzielle Fehleinschätzungen von Risiken.
- Tabelle 8:** Vergleich von Experten und Laien, angelehnt an Peters.
- Tabelle 9:** Unterscheidung zwischen Fehlerbaum und Ereignisbaum.
- Tabelle 10:** Gegenseitige Rezeption sozial- und ingenieurwissenschaftlicher Arbeiten in den einzelnen Forschungsbereichen.
- Tabelle 11:** Kombinationsmöglichkeiten von Risikoqualität und technischer Innovativität.
- Tabelle 12:** Übersicht über Ansätze zur gesellschaftlichen Selbststeuerung und ihr jeweiliges Hauptverständnis nichtstaatlicher Akteure.
- Tabelle 13:** Legitimationsunterschiede im Vergleich traditioneller demokratischer Steuerung und neuerer organisationsbezogener Selbststeuerung.

LITERATURVERZEICHNIS

Hinweis zum Literaturverzeichnis: Die Vornamen von Verfassern und Verfasserinnen bzw. Herausgebern und Herausgeberinnen sind in diesem Literaturverzeichnis dem Anspruch nach vollständig mit aufgeführt, sofern diese in den Originalveröffentlichungen angegeben waren bzw. aus anderen Quellen erschlossen werden konnten.

- 1) Aagaad, Kaare 2002: Cross-disciplinarity and the research funding level. Political attempts to facilitate cross-disciplinarity in Danish research, in: The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy (ed.): The design and delivery of inter- and pluridisciplinary research. Proceedings from MUSCIPOLI Workshop Two. STRATA Accompanying Measures Managing with Uncertainty in Science Policy, Aarhus, 27-37.
- 2) Aarnio, Aulis 1979: Denkweisen der Rechtswissenschaft. Einführung in die Theorie der rechtswissenschaftlichen Forschung, Wien/ New York.
- 3) Abel, Jörg 1997: Von der Vision zum Serienzug. Technikgenese im schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehr, Berlin.
- 4) AG KRITIS 1999: Informationstechnische Bedrohungen für Kritische Infrastrukturen in Deutschland, Kurzbericht der Ressortarbeitsgruppe KRITIS, Bonn.
- 5) Ahlemeyer, Heinrich W. 1990: Funktionale Differenzierung und die Konstruktion technischer Risiken, in: Tschiedel, Robert (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit: Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie, München, 193-207.
- 6) Alemann, Ulrich von 1983: Korporatismus, in: Mickel, Wolfgang W. (Hg.): Handlexikon zur Politikwissenschaft, München, 265-267.
- 7) Alemann, Ulrich von 2000: Vom Korporatismus zum Lobbyismus? Die Zukunft der Verbände zwischen Globalisierung, Europäisierung und Berlinisierung, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 26-27, 3-6.
- 8) Arbeitsgruppe Zivilgesellschaft 2002: Neues über die Zivilgesellschaft, WZB-Mitteilungen Nr. 97, 27-29.
- 9) Aretz, Jürgen 1993: Risikokommunikation, Wissenschaft und Politik. Zur Kritik der Verständigungsverhältnisse, in: Meulemann, Heiner/ Elting-Camus, Agnes (Hg.): 26. Deutscher Soziologentag „Lebensverhältnisse und soziale Konflikte im neuen Europa“, Sektionen, Arbeits- und Ad-hoc-Gruppen, Opladen, 725-727.
- 10) Auer, Peter/ Weth, Rüdiger von der 1994: Wie klären Konstrukteure ein Problem? – Die Entwicklung von Erfahrung und das Vorgehen bei der Analyse von Konstruktionsaufgaben, in: Konstruktion, 175-180.
- 11) Bahrdt, Hans Paul 1987: Schlüsselbegriffe der Soziologie. Eine Einführung mit Lehrbeispielen, 3. Auflage, München.
- 12) Banse, Gerhard 1990: Johann Beckmanns Entwurf einer Allgemeine Technologie und die Gegenwart, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Magdeburg, Heft 3, 20-22.

- 13) Banse, Gerhard 1996a: Vorwort, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 9-14.
- 14) Banse, Gerhard 1996b: Herkunft und Anspruch der Risikoforschung, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 15-72.
- 15) Banse, Gerhard 1997: Engineering Design. Konstruktionshandeln und Technikphilosophie, in: Banse, Gerhard (Hg.): Auf dem Wege zur Konstruktionswissenschaft. Recherchen im Bereich der Konstruktionstheorie und -methodologie aus der Sicht der Technikphilosophie, (PT-03/ 1997) Cottbus.
- 16) Banse, Gerhard 2000: Konstruieren im Spannungsfeld: Kunst, Wissenschaft oder beides? in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 19-79.
- 17) Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe 2000: Einführung, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 13-18.
- 18) Barben, Daniel 1997: Genese, Enkulturation und Antizipation des Neuen – Über Schwierigkeiten und Nutzen, Leitbilder der Biotechnologie zu re-konstruieren, in: Dierkes, Meinolf (Hg.): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm, Berlin, 133-166.
- 19) Barben, Daniel 1999: Leitbildforschung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 167-182.
- 20) Bartsch, Heinz 2001: Berücksichtigung interkultureller Aspekte für die Sicherheitsrelevanz von Produktionsanlagen, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 455-459.
- 21) Bechmann, Gotthard 1991: Risiko als Schlüsselkategorie in der Gesellschaftstheorie, in: Kritische Vierteljahrsschrift für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft, Heft 3-4, 212-240. Nachdruck in: Bechmann, Gotthard (Hg.) 1997: Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 145-165.
- 22) Bechmann, Gotthard 1992: Großtechnische Systeme, Risiko und gesellschaftliche Entwicklung, in: Bechmann, Gotthard/ Rammert, Werner (Hg.): Großtechnische Systeme, Risiko und gesellschaftliche Entwicklung (Jahrbuch Technik und Gesellschaft 6), Frankfurt/ New York, 7-13.
- 23) Bechmann, Gotthard/ Wolf, Stefan 1993: Risiko. Das heiße Eisen der Technikbewertung, Studieneinheit 6 des Funkkolleg Technik, Tübingen.
- 24) Beck, Reinhart 1986: Sachwörterbuch der Politik, 2. Auflage, Stuttgart.
- 25) Beck, Stefan 1997: Umgang mit Technik. Kulturelle Praxen und kulturwissenschaftliche Forschungskonzepte, Berlin.
- 26) Beck, Ulrich 1986: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt.
- 27) Beck, Ulrich 1988: Gegengifte. Die organisierte Unverantwortlichkeit, Frankfurt.
- 28) Beck, Ulrich 1993a: Politische Wissenstheorie der Risikogesellschaft, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage 1997, 305-326.

- 29) Beck, Ulrich 1993b: Risikogesellschaft und Vorsorgestaat – Zwischenbilanz einer Diskussion, in: Ewald, François 1993: Der Vorsorgestaat, (französische Erstausgabe 1986), Frankfurt, 535-558.
- 30) Beck, Ulrich 1996: Das Zeitalter der Nebenfolgen und die Politisierung der Moderne, in: Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott (Hg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse, Frankfurt, 19-112.
- 31) Beck, Ulrich 1999: Weltrisikogesellschaft, ökologische Krise und Technologiepolitik, in: Beck, Ulrich/ Jaher, Maarten A./ Kesselring, Sven (Hg.): Der unscharfe Ort der Politik. Empirische Fallstudien zur Theorie der reflexiven Modernisierung, Opladen, 307-334. (= Beck, Ulrich 1997: Weltrisikogesellschaft, ökologische Krise und Technologiepolitik, in: Massing, Peter (Hg.): Gesellschaft neu verstehen. Aktuelle Gesellschaftstheorien und Zeitdiagnosen, Schwalbach, 55-76).
- 32) Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott 1996: Vorwort, in: Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott (Hg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse, Frankfurt, 7-12.
- 33) Beckenbach, Niels 1988: Abschließende Fragen und weitere Forschungsperspektiven, in: Forschungsgruppe Rationalität des Ingenieurhandelns (Hg.): Innovation, Subjektivität und Verantwortung: Probleme des Ingenieurhandelns, Kassel, 143-146.
- 34) Beckenbach, Niels 1991: Industriesoziologie, Berlin/ New York.
- 35) Beckenbach, Niels 1994: Risikosoziologie, in: Kerber, Harald/ Schmieder, Arnold (Hg.): Spezielle Soziologien. Problemfelder, Forschungsbereiche, Anwendungsorientierungen, Hamburg, 149-167.
- 36) Beckenbach, Niels/ Treeck, Werner van 1988: Was kommt nach dem Arbeiterbewusstsein? Thesen zum Verhältnis von Arbeit und Subjektivität, in: Schmiede, Rudi (Hg.): Arbeit und Subjektivität. Beiträge zu einer Tagung der Sektion Industrie- und Betriebssoziologie in der Deutschen Gesellschaft für Soziologie (Kassel, 21.-23.5.1987), Bonn, 27-43.
- 37) Beckert, Jens 1997: Grenzen des Marktes. Die sozialen Grundlagen wirtschaftlicher Effizienz, Frankfurt/ New York.
- 38) Behringer, Luise 1998: Lebensführung als Identitätsarbeit. Der Mensch im Chaos des modernen Alltags, Frankfurt/ New York.
- 39) Berg, Ingrid von/ Coenen, Reinhard/ Grunwald, Armin 2002: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis: Zum neuen Namen für die TA-Datenbank-Nachrichten, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 1, 5-6.
- 40) Beroggi, Giampiero E.G./ Kröger, Wolfgang 1993: Risikoanalyse technischer Systeme, in: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 47 vom 18. November 1993, 877-883.
- 41) Biebel, Rainer 1999: Umweltmanagement-Beratung als Geschäftsfeld eines Versicherungsunternehmens, in: Schimmelpfeng, Lutz/ Henn, Silvia (Hg.): Umweltmanagement für Handel, Banken, Versicherungen. Verknüpfung von Ökologie und Ökonomie durch bewährte Systeme für die Praxis, Taunusstein, 127-134.
- 42) Birkhofer, Adolf 1983: Das Risikokonzept aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht, in: 7. Atomrechts-Symposium – Deutsches Atomrechtsymposium: Referate und Diskussionsberichte, Köln, 33-43.

- 43) Birnbacher, Dieter 1996: Risiko und Sicherheit – philosophische Aspekte, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 193-210.
- 44) Blanke, Thomas 1990: Zur Aktualität des Risikobegriffs. Über die Konstruktion der Welt und die Wissenschaft von ihr, in: Leviathan. Zeitschrift für Sozialwissenschaft, Heft 1, 134-143.
- 45) Blaß, Eckhart 1989: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, Frankfurt/ Salzburg. (unter Mitwirkung von Manfred Hampe und Klaus Müller).
- 46) BMV Bundesministerium für Verkehr 1982: Schäden an Brücken und anderen Ingenieurbauwerken, Dokumentation 1982, Dortmund.
- 47) BMV Bundesministerium für Verkehr 1994: Schäden an Brücken und anderen Ingenieurbauwerken. Ursachen, Erkenntnisse, Dokumentation, Dortmund.
- 48) BMWi Bundesministerium für Wirtschaft 1989: Bericht der Arbeitsgruppe „Rechtssetzung und technische Normen“ an den Abteilungsleiterausschuss für Rechts- und Verwaltungsvereinfachung, BMWi-Studienreihe Nr. 71, Bonn.
- 49) Bockholts, Paul/ Koehorst, Louis J. B. 1992: Handbuch Störfälle II, Berlin.
- 50) Böhm, Gisela/ Henning, Hans Jörg 1997: Strategien psychologischer Risikoforschung, in: Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften, (3. Beiheft), 77-88.
- 51) Böhme, Gernot 1984: Der normative Rahmen wissenschaftlich-technischen Handelns, in: DIN (Hg.): Regeln und Normen in Wissenschaft und Technik, (DIN-Normungskunde Band 21), 11-20.
- 52) Bonß, Wolfgang 1991: Unsicherheit und Gesellschaft – Argumente für eine soziologische Risikoforschung, in: Soziale Welt, Heft 3, 258-277.
- 53) Bonß, Wolfgang 1995: Vom Risiko. Unsicherheit und Ungewissheit in der Moderne, Hamburg.
- 54) Bonß, Wolfgang 1996: Die Rückkehr der Unsicherheit. Zur gesellschaftstheoretischen Bedeutung des Risikobegriffs, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 165-184.
- 55) Böttger, J. 1979: Ursachen und Wirkungen des Vertrages zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem DIN- Deutsches Institut für Normung e.V., in: DIN (Hg.): Technische Normung und Recht, Berlin 1979, 31-42.
- 56) Brand, Bernhard/ Glatz, Gerhard 1996: Schäden an Tragwerken aus Stahlbeton, (Reihe: Schadensfreies Bauen, Band 14), Stuttgart.
- 57) Brater, Michael/ Hemmer-Schanze, Christiane/ Maurus, Anna/ Munz, Claudia 1996: Wird Arbeit Kunst, kann die Natur leben. Umweltschutz durch ein neues Verständnis von Arbeit und Beruf, Ostfildern.
- 58) Braun, Johann 1997: Einführung in die Rechtswissenschaft, Tübingen.
- 59) Brennecke, Volker M. 1996: Normsetzung durch private Verbände: Zur Verschränkung von staatlicher Steuerung und gesellschaftlicher Selbstregulierung im Umweltschutz (Umweltrechtliche Studien, Band 20), Düsseldorf.

- 60) Brennecke, Volker M. 1999: Entwicklung von Institutionen, in: VDI (Hauptgruppe „Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft“) (Hg.) (Redaktion Brennecke, Volker M.): Aktualität der Technikbewertung. Erträge und Perspektiven der Richtlinie VDI 3780, (VDI Report 29), Düsseldorf, 41-53.
- 61) Breuer, Rüdiger 2001: Staat und Wirtschaft: Einfluss unterschiedlicher Rechtskulturen auf die technische Sicherheit, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 57-71.
- 62) Breuer, Rüdiger/ Kloepfer, Michael/ Marburger, Peter/ Schröder, Manfred (Hg.) 1988: Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts 1988, Band 5.
- 63) Brockhausredaktion: Brockhaus-Enzyklopädie in 24 Bänden, Mannheim.
- 64) Bryde, Brun-Otto 1993: Die Effektivität von Recht als Rechtsproblem, Vortrag gehalten von der Juristischen Gesellschaft zu Berlin am 17. März 1993, Schriftenreihe der Juristischen Gesellschaft zu Berlin, H. 135) Berlin/ New York.
- 65) Bubb, Heiner 1990: Bewertung und Vorhersage der Systemzuverlässigkeit, in: Hoyos, Carl Graf/ Zimolong, Bernhard (Hg.): Ingenieurpsychologie, Göttingen u.a., 285-312.
- 66) Buhr, Regina 1997: „Wenn wir hier mal nicht Schreibmaschinen bauen, das möchte ich gar nicht mehr erleben müssen!“. Betriebliche Innovationsdynamik und Produktleitbilder, in: in: Dierkes, Meinolf (Hg.): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm, Berlin, 37-68.
- 67) Bundesingenieurkammer 2001: Lehrter Bahnhof als innovativer Beitrag der Ingenieure zur deutschen Baukultur gewürdigt, (Pressemitteilung 6/ 01) Berlin.
- 68) Bussenius, Siegfried 1995: Ausarbeitung von Gefährdungsanalysen, in: Lemke, Erwin (Hg.): Abwehr betrieblicher Störfälle Brandschutz – Umweltschutz – Werkschutz, Berlin u.a., 1-32.
- 69) Büttner, Torsten/ Fahlbruch, Babette/ Wilpert, Bernhard 1999: Sicherheitskultur. Konzepte und Analysemethoden, Heidelberg.
- 70) Cogoy, Mario 1984: Risiko und Akzeptanz technologiepolitischer Entscheidungen, in: Österreichische Zeitschrift für Soziologie, 9. Jg., 1+2, Nachdruck in: Bechmann, Gotthard (Hg.) 1997: Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 145-165.
- 71) Colin, Ingrid 1990: Gestaltungsmaßnahmen zur Erhöhung von Sicherheit und Zuverlässigkeit, in: Hoyos, Carl Graf/ Zimolong, Bernhard (Hg.): Ingenieurpsychologie, Göttingen u.a., 346-362.
- 72) Compare, Alexander 1995: Risikokommunikation als Machtproblem, Frankfurt u.a.
- 73) Compes, Peter C. 1988: Risiko – subjektiv und objektiv, Mainz.
- 74) Conrad, Jobst 1983: Einleitung, in: Conrad, Jobst (Hg.): Gesellschaft, Technik und Risikopolitik, Berlin u.a., 1-8.
- 75) Creifelds, Carl 1995: Rechtswörterbuch, 13. Auflage, München. (begründet von Carl Creifelds, herausgegeben von Hans Kaufmann, bearbeitet von Dieter Guntz, Hans Kaufmann, Ludwig Macher, Friedrich Quack, Joachim Schmitt, Walter Weidenkaff)
- 76) Daele, Wolfgang van den 1996: Objektives Wissen als politische Ressource: Experten und Gegenexperten im Diskurs, in: Daele, Wolfgang van den/ Neidhardt, Friedhelm (Hg.): Kommunikation und Entscheidung. Politische Funktionen öffentlicher Meinungsbildung und diskursiver Verfahren, WZB-Jahrbuch 1996, Berlin, 297-326.

- 77) Daheim, Hansjürgen 1992: Zum Stand der Professionssoziologie. Rekonstruktion machttheoretischer Modelle der Profession, in: Dewe, Bernd/ Ferchhoff, Wilfried/ Radtke, Frank-Olaf (Hg.): Erziehen als Profession. Zur Logik professionellen Handelns in pädagogischen Feldern, Opladen, 21-35.
- 78) Degele, Nina 1997: Zur Steuerung komplexer Systeme – eine soziokybernetische Reflexion, in: Soziale Systeme, H. 3, 81-99.
- 79) Degenhardt, Lars 2002: Why do People Act in Sustainable Ways? Results of an Empirical Survey of Lifestyle Pioneers, in: Schmuck, Peter/ Schultz, Wesley P. (Hg.): Psychology of Sustainable Developement, Boston u.a., 123-147.
- 80) Deiseroth, Dieter 1997: Berufsethische Verantwortung in der Forschung: Möglichkeiten und Grenzen des Rechts; mit einem Geleitwort von Hans-Peter Dürr, Münster.
- 81) Dettling, Warnfried 1996: Die Zukunft denken. Neue Leitbilder für wirtschaftliches und gesellschaftliches Handeln, Frankfurt/ New York.
- 82) Detzer, Kurt A. 1991: Ingenieurverantwortung und Verhaltenskodizes – Versuch einer Zwischenbilanz, in: Lenk, Hans/ Maring, Matthias (Hg.), Technikverantwortung, Frankfurt/New York, 307-326.
- 83) Detzer, Kurt A. 1994: Dimensionen der Ingenieurverantwortung, in: Zimmerli, Walther Ch.; Brennecke, Volker M. (Hg.): Technikverantwortung in der Unternehmenskultur. Von theoretischen Konzepten zur praktischen Umsetzung, Stuttgart, 149-152.
- 84) Detzer, Kurt A. 1995: Wer verantwortet den industriellen Fortschritt? Auf der Suche nach Orientierung im Geflecht von Unternehmen, Gesellschaft und Umwelt, Berlin u.a.
- 85) Detzer, Kurt/ Rapp, Friedrich (Hg.) 1991: Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen – Erläuterungen und Hinweise zur VDI-Richtlinie 3780, VDI-Report 15, 1991.
- 86) Deutsches Institut für Fernstudienforschung (DIFF) (Hg.) 1994: Funkkolleg Technik. Einschätzen – Beurteilen – Bewerten. Einführungsbrief, Tübingen.
- 87) Deutschmann, Christoph 2002: Postindustrielle Industriesoziologie. Theoretische Grundlagen, Arbeitsverhältnisse und soziale Identitäten, Weinheim/ München, 7-52.
- 88) Di Fabio, Udo 1996: Grundfragen der rechtlichen Regulierung wissenschaftlich und technisch erzeugter Risiken, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 133-144.
- 89) Dierkes, Meinolf 1993: Ist Technikentwicklung steuerbar? in: Bergstermann, Jörg/ Manz, Thomas (Hg.): Befunde der Sozialforschung zur Entwicklung moderner Produktionstechnik, Berlin, 15-36.
- 90) Dierkes, Meinolf/ Canzler, Weert 1998: Technikgenese und politische Steuerung, in: Wächter, Christine/ Getzinger, Günter/ Oehme, Ines/ Rohracher, Harald/ Spök, Armin/ Suschek-Berger, Jürgen/ Tritthart, Wibke/ Wilding, Peter (Hg.): Technik Gestalten. Interdisziplinäre Beiträge zur Technikforschung und Technologiepolitik, München/ Wien, 23-33.
- 91) Dierkes, Meinolf/ Canzler, Weert/ Marz, Lutz/ Knie, Andreas 1995: Politik und Technikgenese, in: Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung (Hg.): Mitteilungen zur Technikentwicklung. Berichte aus den Verbundprojekten, Nr. 15, 7-28.
- 92) Dierkes, Meinolf/ Fietkau, Hans-Joachim 1988: Umweltbewusstsein Umweltverhalten, (Materialien zur Umweltforschung Band 15), Mainz.

- 93) Dierkes, Meinolf/ Hoffmann, Ute/ Marz, Lutz 1992: *Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*, Berlin.
- 94) Dierkes, Meinolf/ Knie, Andreas 1997: *Technikgeneseforschung in der Warteschleife?* in: Dierkes, Meinolf (Hg.): *Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm*, Berlin, 7-13.
- 95) Dierkes, Meinolf/ Marz, Lutz 1994: Unternehmensverantwortung und leitbildorientierte Technikgestaltung, in: Zimmerli, Walther Ch./ Brennecke, Volker M. (Hg.): *Technikverantwortung in der Unternehmenskultur. Von theoretischen Konzepten zur praktischen Umsetzung*, Stuttgart, 89-114.
- 96) DIN – Deutsches Institut für Normung e.V. (Hg.) 1987: *Grundlagen der Normungsarbeit des DIN*, (DIN-Normenheft 10), Berlin 1987.
- 97) Dörner, Dieter 1995: Konstruktion und Intuition, in: VDI (Hg.): *Effizienter Entwickeln und Konstruieren* (VDI-Berichte Nr. 1169), 1-11.
- 98) Dörner, Dieter/ Weth, Rüdiger von der/ Auer, Peter/ Ehrenspiel, K/ Dylla, Norbert/ Günther, J. 1992: Untersuchungen zum individuellen Denken und Handeln beim Konstruieren, (Arbeitsbericht zum DFG Projekt „Denkabläufe beim Konstruieren“, München.
- 99) Douglas, Mary/ Wildavsky, Aaron 1983: *Risk and Culture*, Berkeley.
- 100) Dreitzel, Hans-Peter 1992: *Reflexive Sinnlichkeit. Mensch – Umwelt – Gestalttherapie*, Köln.
- 101) Dreitzel, Hans-Peter/ Stenger, Horst 1990 (Hg.): *Ungewollte Selbstzerstörung. Reflexionen über den Umgang mit katastrophalen Entwicklungen*, Frankfurt/ New York.
- 102) Duddeck, Heinz 2001 (Hg.): *Technik im Wertekonflikt*, (Ladenburger Diskurs; Gottlieb Daimler und Karl-Benz-Stiftung) Opladen.
- 103) Dudenredaktion 1989: *Duden „Etymologie“: Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache*, 2. Auflage, Mannheim u.a. (Der Duden: in 10 Bänden. Das Standardwerk zur deutschen Sprache, Band 7).
- 104) Dudenredaktion 1994: *Das Große Fremdwörterbuch des Dudenverlags*, Mannheim u.a.
- 105) Dudenredaktion 1999: *Das Fremdwörterbuch*, Mannheim u.a.
- 106) Dylla, Norbert/ Fricke G. 1995: *Erfolgreich entwickeln*, in: VDI (Hg.): *Effizienter Entwickeln und Konstruieren* (VDI-Berichte Nr. 1169), 117-123.
- 107) Edeling, Helmut 2001: *Risiko Technik. Die ganze Wahrheit unseres Lebens*, Frankfurt.
- 108) Eder, Ernst W. 1994: Bekannte Methodiken in den USA und Kanada, in: *Konstruktion*, Jg. 46, 190-194.
- 109) Eder, Ernst W. 2000: Konstruieren aus der Sicht eines Konstruktionswissenschaftlers, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): *Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung*, Berlin, 193-218.
- 110) Eichener, Volker/ Heinze, Rolf G./ Voelzkow, Helmut 1993: *Techniksteuerung im Spannungsfeld zwischen staatlicher Intervention und verbandlicher Selbstregulierung*,

- in: Voigt, Rüdiger (Hg.): *Abschied vom Staat – Rückkehr zum Staat?* Baden- Baden, 393-421.
- 111) Eichhorn, Wolfgang 1989: Risiko und Versicherung, in: Hoechst AG (Hg.): *Das Risiko und seine Akzeptanz.* Höchst-Gespräch 1988, Bonn/ Frankfurt, 95-120.
- 112) Eickelpasch, Rolf 1997: Postmoderne Gesellschaft, in: Kneer, Georg/ Nassehi, Armin/ Schroer, Markus (Hg.): *Soziologische Gesellschaftsbegriffe. Konzepte moderner Zeitdiagnosen*, 11-31.
- 113) Eickelpasch, Rolf/ Rademacher, Claudia 1997: Postindustrielle Gesellschaft, in: Kneer, Georg/ Nassehi, Armin/ Schroer, Markus (Hg.): *Soziologische Gesellschaftsbegriffe. Konzepte moderner Zeitdiagnosen*, 205-227.
- 114) Eisentraut, Renate 1996: Synthetisch-inkrementell versus analytisch-kreativ. Produktfindung, Problemlösung und Produktkonzeption in Japan und Deutschland in der Praxis, in: Moritz, Eckehard F. (Hg.): *Im Osten nichts Neues. Theorie und Praxis von Produktinnovation in Japan im Vergleich zu Deutschland*, Sottrum, 93-148.
- 115) Ekardt, Hanns-Peter 1978: Entwurfsarbeit. Organisations- und handlungstheoretische Ansätze zur soziologischen Analyse der Arbeit von Bauingenieuren im Tragwerksentwurfsbereich, Darmstadt.
- 116) Ekardt, Hanns-Peter 1993: Unter-Gestell. Die bautechnischen Fundamente großer technischer Systeme, WZB-Papier FS II 93-503, Berlin.
- 117) Ekardt, Hanns-Peter 1994a: Infrastruktur als Techniktypus. Technik und Politik im Handeln der Baubeteiligten – Schadensbeispiel Stockstadt, Kassel (Manuskript).
- 118) Ekardt, Hanns-Peter 1994b: Unter-Gestell. Die bautechnischen Fundamente großer technischer Systeme, in: Braun, Ingo/ Joerges, Bernward (Hg.): *Technik ohne Grenzen*, Frankfurt, 166-211.
- 119) Ekardt, Hanns-Peter 1994c: Handlungsprobleme von Infrastrukturplanern, in: Beckenbach, Niels/ Treeck, Werner van (Hg.): *Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt*, Sonderband 9, Göttingen, 325-342.
- 120) Ekardt, Hanns-Peter 1995: Ingenieurverantwortung in der Infrastrukturentwicklung – neu beleuchtet im Lichte des Civil Society-Diskurses. In: Hoff, Ernst-Hartmut/ Lappe, Lothar (Hg.): *Verantwortung im Arbeitsleben*, Heidelberg, 144-161.
- 121) Ekardt, Hanns-Peter 1996: Technik und Politik beim Bau technischer Infrastruktur. Am Beispiel einer Brückenbaumaßnahme, in: *Entscheidungsprozesse im Spannungsverhältnis Technik – Gesellschaft – Politik*, VDI-Report 25, Düsseldorf, 67-81.
- 122) Ekardt, Hanns-Peter 1997a: Handlungsspielräume und Verantwortung der Bauingenieure. Umdruck zur Lehrveranstaltung „Technikentwicklung und Ingenieurverantwortung“, Kassel.
- 123) Ekardt, Hanns-Peter 1997b: Rationalisierung und Rationalität der Ingenieurarbeit im Bauwesen. Umdruck zur Einführung in die Seminare Arbeitssoziologie 1 und 2 für Bauingenieure, Kassel.
- 124) Ekardt, Hanns-Peter 1998a: Die Staumauerbrücke Zeulenroda. Ein Schadensfall und seine Lehre für die Idee der Ingenieurverantwortung, in: *Stahlbau*, Jahrgang 67, Heft 9, 735-749.
- 125) Ekardt, Hanns-Peter 1998b: Was heißt Ingenieurverantwortung? Verantwortung erster und zweiter Ordnung und die Alltäglichkeit professioneller Selbstkontrolle, in: Schmitt,

- Bettina (Hg.): Über Grenzen: neue Wege in Wissenschaft und Politik; Beiträge für Evelies Mayer, Frankfurt/ New York, 141ff.
- 126) Ekardt, Hanns-Peter 2000: Risiko in Ingenieurwissenschaft und Ingenieurpraxis, in: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (Hg.): Jahrbuch 1999, Braunschweig, 25-45.
- 127) Ekardt, Hanns-Peter 2001: Ausbildung zwischen Ingenieurwissenschaften und Berufsmoral: Erfahrungen aus der Bauingenieurausbildung an der Universität Kassel, Kassel (Manuskript), 1-14. (später abgedruckt in: Duddeck, Heinz (Hg.): Technik im Wertekonflikt, (Ladenburger Diskurs; Gottlieb Daimler und Karl-Benz-Stiftung) Opladen, 259-273.
- 128) Ekardt, Hanns-Peter/ Hengstenberg, Heike/ Löffler, Reiner 1988: Subjektivität und die Stofflichkeit des Arbeitsprozesses, in: Schmiede, Rudi (Hg.): Arbeit und Subjektivität. Beiträge zu einer Tagung der Sektion Industrie- und Betriebssoziologie in der Deutschen Gesellschaft für Soziologie (Kassel, 21.-23.5.1987), Bonn, 101-141.
- 129) Ekardt, Hanns-Peter/ Löffler, Reiner 1989: Zur gesellschaftlichen Verantwortung der Bauingenieure. Sachlogische Strukturen der Ingenieurarbeit am Beispiel des Bauwesens und das Problem der Verantwortung, in: Steimann, Horst/ Löhr, Albert (Hg.): Unternehmensethik. Eine Aufsatzsammlung zum Stand der Diskussion, Stuttgart, 315-332.
- 130) Ekardt, Hanns-Peter/ Löffler, Reiner 1991a: Regulierungsfunktionen technischer Normen in der Praxis der Bauingenieure, in: Schuchardt, Wilgart (Hg.): Technische Normen und Bauen – Kooperationsprinzip und staatliche Verantwortung, Berlin/ Köln 1991, 43-56.
- 131) Ekardt, Hanns-Peter/ Löffler, Reiner 1991b: Organisation der Arbeit – Organisation der Profession, in: Lenk, Hans/ Maring, Matthias (Hg.): Technikverantwortung. Güterabwägung – Risikobewertung – Verhaltenskodizes, Frankfurt/ New York, 285-306.
- 132) Ekardt, Hanns-Peter/ Löffler, Reiner/ Hengstenberg, Heike 1992: Arbeitssituationen von Firmenbauleitern, Frankfurt/New York.
- 133) Ekardt, Hanns-Peter/ Manger, Daniela/ Neuser, Uwe/ Pottschmidt, Axel/ Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina 2000: Rechtliche Risikosteuerung. Sicherheitsgewährleistung in der Entstehung von Infrastrukturanlagen, Baden-Baden.
- 134) Ellwein, Thomas (Hg.) 1984: Die Bundesrepublik Deutschland. Daten, Fakten, Analysen, Freiburg.
- 135) Evers, Adalbert 1997: Umgang mit Unsicherheit. Zur sozialwissenschaftlichen Problematisierung einer sozialen Herausforderung, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 339-374.
- 136) Evers, Adalbert/ Nowotny, Helga 1987: Über den Umgang mit Unsicherheit. Die Entdeckung der Gestaltbarkeit von Gesellschaft, Frankfurt.
- 137) Ewald, François 1989: Die Versicherungs-Gesellschaft, in: Kritische Justiz, 385-393
- 138) Ewald, François 1993: Der Vorsorgestaat, (französische Erstausgabe 1986), Frankfurt.
- 139) Fagnani, Francis 1983: Rolle und Funktion der Risikoforschung, in: Conrad, Jobst (Hg.): Gesellschaft, Technik und Risikopolitik, Berlin u.a., 150-155.
- 140) Fahlbruch, Babette 2001: Chancen und Herausforderungen von Ereignisanalysen, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 121-131.

- 141) Fassing, Werner 1997: Stichwort Infrastruktur, in: Arentzen, Ute/ Lörcher, Ulrike/ Hadeler, Thorsten (Hg.): Gablers Wirtschafts-Lexikon, 14. Auflage, Wiesbaden, 1882-1886.
- 142) Ferguson, Eugene S. 1993: Das innere Auge: Von der Kunst des Ingenieurs, Basel u.a.
- 143) Fietkau, Hans-Joachim 1990: Störfallvermeidung und Risikokommunikation als Erfordernisse des Umweltschutzes, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B6, 15-23.
- 144) Fischer, Lutz 1998: Sicherheitskonzept für neue Normen – ENV und DIN-neu, Grundlagen und Hintergrundinformationen. Teil 1: Normung im konstruktiven Ingenieurbau, Bautechnik 1998.
- 145) Fleck, Christian 1992: Vom „Neuanfang“ zur Disziplin? Überlegungen zur deutschsprachigen qualitativen Sozialforschung anlässlich einiger neuer Lehrbücher, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 747-765.
- 146) Fleischmann, Gerd 1998: Stabilität und Wandel von Technologien: Paradigma, Leitbild, Standard, in: Esser, Josef/ Fleischmann, Gerd/ Heimer, Thomas (Hg.): Soziale Schließung im Prozess der Technologieentwicklung. Leitbild, Paradigma, Standard, Frankfurt/ New York, 10-35.
- 147) Fölsing, Albrecht 1980: Gefahren in Ziffern und Zahlen. Über das Problem der Risikobewältigung in der Technik, in: Kursbuch, Nr. 61, 178-188.
- 148) Foucault, Michel 2000: Die Gouvernementalität, in: Bröckling, Ulrich/ Krasmann, Susanne/ Lemke, Thomas (Hg.): Gouvernementalität der Gegenwart. Studien zur Ökonomisierung des Sozialen, Frankfurt, 41-67.
- 149) Franke, Hans Joachim 1995: Bilder und Begriffe beim konstruktiven Denken – Diskussion und Ergebnisse eines Workshops, in: VDI (Hg.): Effizienter entwickeln und konstruieren, Düsseldorf, 11-26.
- 150) Frankenberger, Eckart/ Badke-Schaub, Petra 2000: Kritische Situationen als Zugang zum Problemlösen in der Produktentwicklung, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 237-260.
- 151) Frederichs, Günther 1983: Die „Problemgemeinschaft“ der Risikoforschung und ihre gesellschaftliche Rolle, in: Jobst, Conrad (Hg.): Gesellschaft, Technik und Risikopolitik, 116-123, Berlin u.a.
- 152) Friedrich, Käthe 2000: „Erfinden, was noch niemals war!“ Kreativitätmethoden – Ausgewählte Ergebnisse und Sichten, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 289-305.
- 153) Frieling, Ekkehart/ Hilbig, Ilka 1990: Informationstechniken in der Konstruktion, in: Hoyos, Carl Graf/ Zimolong, Bernhard (Hg.): Ingenieurpsychologie, Göttingen u.a., 363-395.
- 154) Frindte, Wolfgang 1995: Radikaler Konstruktivismus und Social Construction – sozialpsychologische Folgen und die Rekonstruktion eines Gespenstes, in: Fischer, Hans Rudi (Hg.): Die Wirklichkeit des Konstruktivismus: zur Auseinandersetzung um ein neues Paradigma, Heidelberg, 103-129.
- 155) Fritzsche, Andreas F. 1986: Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung und -bewältigung in unserer Gesellschaft, Köln.

- 156) Froschauer, Ulrike 1997: Organisationskultur als soziale Konstruktion, in: Österreichische Zeitschrift für Soziologie, 107-124.
- 157) Fuchs-Frohnhofer, Paul/ Henning, Klaus 1999: TA-Verständnis in den Ingenieurwissenschaften, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 65-71.
- 158) Fuchs-Heinritz, Werner/ Lautmann, Rüdiger/ Rammstedt, Otthein/ Wienold, Hanns (Hg.) 1995: Lexikon zur Soziologie (3. Auflage) Opladen.
- 159) Gerling-Konzern (Hg.) ohne Jahr: Gerling. Partner der Wirtschaft. Versicherung, Risiko-Consulting und Vorsorge-Management, (Broschüre), Köln.
- 160) Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft/ Braun, Wolfgang (Hg.) 1984: Probabilistische Risikoanalyse, Wuppertal (Sicherheitswissenschaftliche Monographien, Band 4).
- 161) Gethmann, Carl Friedrich 2001: Ethical Aspects of Technical Safety, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 45-55.
- 162) Geysen, Willy 2001: The acceptance of systemic thinking in various fields of technology and consequences on the respective safety philosophies, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 19-27.
- 163) Giddens, Anthony 1990: The Consequences of Modernity, Standfort.
- 164) Giddens, Anthony 1996a: Leben in einer posttraditionalen Gesellschaft, in: Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott (Hg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse, Frankfurt, 113-194.
- 165) Giddens, Anthony 1996b: Risiko, Vertrauen und Reflexivität, in: Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott (Hg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse, Frankfurt, 316-337.
- 166) Glaserfeld, Ernst von 1996: Radikaler Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme. Frankfurt.
- 167) Glock, Friedrich 1997: Zur Soziologie des Konstruierens – Veröffentlichung der Abteilung „Organisation und Technikgenese“ des Forschungsschwerpunktes Technik – Arbeit – Umwelt am WZB, Berlin, 5-91.
- 168) Glock, Friedrich 1998: Konstruieren als sozialer Prozess: eine Untersuchung technischen Gestaltens, mit einem Vorwort von Helga Nowotny, Wiesbaden.
- 169) Goffin, Hanno 1987: Expertise zum Projekt „Technische Normen im Arbeitsprozess der Ingenieure“ (unveröffentlichtes Gutachten für das Fachgebiet Ingenieursoziologie des Fachbereichs 14 der Universität/ Gesamthochschule Kassel), Kassel.
- 170) Göring, Matthias 1992: Ein wissensbasiertes System für die Durchführung von systematischen Sicherheitsbetrachtungen bei verfahrenstechnischen Anlagen auf der Grundlage von RI-Fließbildern, Dortmund.
- 171) Görner, Rolf 1994: Zur psychologischen Analyse von Konstrukteur- und Entwurftätigkeiten, in: Bergmann, Bärbel/ Richter, Peter (Hg.): Die Handlungsregulationstheorie. Von der Praxis einer Theorie, Göttingen u.a., 233-241.
- 172) Götsch, Katja (1994): Riskantes Vertrauen. Theoretische und empirische Untersuchung, (Beiträge zur Kommunikationstheorie Band 6), Münster.

- 173) Granovetter, Mark S. 1973: The Strength of Weak Ties, in: American Journal of Sociology, Vol. 78, 1360-1380.
- 174) Graßmuck, Jochen/ Hauben, Karl-Werner/ Zollinger, Rudolf M.; DIN (Hg.) 1994: DIN-Normen in der Verfahrenstechnik. Ein Leitfaden der technischen Regeln und Vorschriften, Stuttgart u.a.
- 175) Grefen, Klaus 1988: Bedeutung und Entstehung von technischen Regelwerken, in: VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik (Hg.): Die Umweltschutzbeauftragten: Betriebsbeauftragte für Abfall, Gewässerschutz und Immissionsschutz; Tagung Hamburg, 10. und 11. Oktober 1988, 107-141.
- 176) Greiving, Stefan 2002: Räumliche Planung und Risiko, München.
- 177) Griem, Niels 2000: Produktionsintegrierter Umweltschutz. Förderung eines geringeren Stoff- oder Energieverbrauchs im Produktionsverfahren durch das Recht – dargestellt am Beispiel der immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen, Berlin.
- 178) Grundmann, Rainer 1999a: Wo steht die Risikosoziologie? in: Zeitschrift für Soziologie Heft 1, 44-59.
- 179) Grundmann, Rainer 1999b: „Wer hat Angst vor Nietzsche?“ Replik auf K.P. Japp, in: Zeitschrift für Soziologie, Heft 4, 313-316.
- 180) Grunwald, Armin 1999: TA-Verständnis in der Philosophie, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 73-81.
- 181) GRUSI BAU 1981: Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen für bauliche Anlagen, Herausgegeben vom NA Bauwesen des DIN, Ausschuss Sicherheit von Bauwerken, 1981.
- 182) Günther, Armin 1998: Vernunft, Moral und Ökologie. Einführung in die Risikoforschung, in: Günther, Armin/ Haubl, Rolf/ Meyer, Peter/ Stengel, Martin/ Wüstner, Kerstin (Hg.): Sozialwissenschaftliche Ökologie. Eine Einführung, Berlin, 138-215.
- 183) Günther, Joachim 1998: Individuelle Einflüsse auf den Konstruktionsprozess. Eine empirische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung von Konstrukteuren aus der Praxis, Aachen.
- 184) Günther, Rudolf/ Meyer, Berthold 1984: Sicherheit als Wert und individuelles Bedürfnis, in: Klages, Helmut/ Kmiecik, Peter (Hg.): Wertewandel und gesellschaftlicher Wandel, Frankfurt/ New York, 218-230.
- 185) Gusy, Christoph 1995: Probleme der Verrechtlichung technischer Standards, NVwZ 1995, 105-112.
- 186) Haan, Gerhard de/ Kuckartz, Udo/ Rheingans-Heintze, Anke 2000: Bürgerbeteiligung in Lokalen Agenda 21-Initiativen, Opladen.
- 187) Habermas, Jürgen 1988: Nachmetaphysisches Denken, Philosophische Aufsätze, Frankfurt.
- 188) Habermas, Jürgen 1992: Faktizität und Geltung. Beiträge zur Diskurstheorie des Rechts und des demokratischen Rechtsstaats, Frankfurt.

- 189) Hack, Lothar 1999: Sozialwissenschaftliche Technikforschung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 193-204.
- 190) Hacking, Ian 1999: Was heißt ‚soziale Konstruktion‘? Zur Konjunktur einer Kampf- vokabel in den Wissenschaften, Frankfurt.
- 191) Hahn, Volker 1996: Die gesellschaftliche Aufgabe des Bauingenieurs, in: VDI Gesellschaft Bautechnik (Hg.): Jahrbuch 1996, Düsseldorf, 139-147.
- 192) Hanusch, Horst 1994: Nutzen-Kosten-Analyse. 2. Auflage, München.
- 193) Hård, Mikael 1997: Genese von Techniken und betriebliche Technikpolitik: Tradition und Flexibilität im Dieselmotorenbau, in: Dierkes, Meinolf (Hg.): Technikgenese. Be- funde aus einem Forschungsprogramm, 17-36.
- 194) Hartmann, Ernst Andreas 1999: Umsetzung von TA in die Wissenschaft, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenab- schätzung, Band 1, Berlin, 321-331.
- 195) Hastedt, Heiner 1991: Aufklärung und Technik. Grundprobleme einer Ethik der Tech- nik, Frankfurt.
- 196) Hauptmanns, Ulrich/ Herttrich, Michael/ Werner, Wolfgang (Hg.) 1987: Technische Risiken. Ermittlung und Beurteilung, Berlin.
- 197) Hauser, H. 1980: Auslegung der Anlagenkomponenten, in: DECHEMA (Hg.): Das Sicherheitskonzept für die Chemische Technik, (DECHEMA Monographien, Band 88, 17. Tutzing-Symposion der DECHEMA) New York, 79-102.
- 198) Heins, Bernd 2002: Einführungsreferat, in: Arbeitskreis Human Faxtor der Störfall- Kommission beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/ Evangelische Akademie Loccum (Hg.): Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie – Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch durch Beteiligung, (Workshopreader) Loccum, 6-13.
- 199) Heinze, Rolf G./ Schmid, Josef 1994: Mesokorporatistische Strategien im Vergleich: Industrieller Strukturwandel und die Kontingenz politischer Steuerung in drei Bundes- ländern, in: Streeck, Wolfgang (Hg.): Staat und Verbände, PVS-Sonderheft 25, Opladen, 65-99.
- 200) Hellhardt, Günter/ Peitz, Heinz-Hermann (Hg.) 2002: Ethik der Technik: ihre Praxis, (Materialien 1/ 2002 der Akademie der Diözese Rottenburg-Stuttgart; in Zusammenar- beit mit dem VDE/ VDI Arbeitskreis Gesellschaft und Technik), Stuttgart.
- 201) Hellige, Hans Dieter 1996: Technikleitbilder als Analyse-, Bewertungs- und Steuerungs- instrumente: Eine Bestandsaufnahme aus informatik- und computerhistorischer Sicht, in: Hellige, Hans Dieter (Hg.): Technikleitbilder auf dem Prüfstand. Leitbild- Assessment aus Sicht der Informatik- und Computergeschichte, Berlin, 15-35.
- 202) Heming, Ralf 2000: Systemdynamiken, Lebenswelt und Zivilgesellschaft – Zeitdiagnostische Aspekte der Gesellschaftstheorie von Jürgen Habermas, in: Schimank, Uwe/ Volkmann, Ute (Hg.): Soziologische Gegenwartsdiagnosen I, Opladen, 57-73.
- 203) Henking, Andreas 1998: Risikoanalyse unter Berücksichtigungen stochastischer Ab- hängigkeiten, München.

- 204) Hennings, Wilfried/ Mertens, Johannes 2001: Technikinduzierte Risiken im Kontext von Nachhaltigkeit, in: Grunwald, Armin/ Coenen, Reinhard/ Nitsch, Joachim/ Sydow, Achim/ Wiedemann, Peter (Hg.): Forschungswerkstatt Nachhaltigkeit. Wege zur Diagnose und Therapie von Nachhaltigkeitsdefiziten, Berlin, 325-338.
- 205) Héritier, Adrienne 1993: Policy-Netzwerkanalyse als Untersuchungsinstrument im europäischen Kontext: Folgerungen aus einer empirischen Studie regulativer Politik, in: Héritier, Adrienne (Hg.): Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung, Opladen, 432-450.
- 206) Hermes, Georg 1998: Staatliche Infrastrukturverantwortung. Rechtliche Grundstrukturen netzgebundener Transport- und Übertragungssysteme zwischen Daseinsvorsorge und Wettbewerbsregulierung am Beispiel der leistungsgebundenen Energieversorgung, in Europa, Tübingen.
- 207) Heymann, Matthias/ Wengenroth, Ulrich 2002: Die Bedeutung von „tacit knowledge“ bei der Gestaltung von Technik, in: Beck, Ulrich/ Bonß, Wolfgang (Hg.): Die Modernisierung der Moderne, Frankfurt, 106-121.
- 208) Hill, Bernd 2000: Methoden des Erfindens uns ihre heuristische Funktion, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 219-235.
- 209) Hiller, Petra/ Krücken, Georg 1997: Risiko und Regulierung. Soziologische Beiträge zu Technikkontrolle und präventiver Umweltpolitik, Frankfurt.
- 210) Hohe, Gerhard; Matz, Friedhelm 1999: Elektrische Sicherheit. Einführung in Schadensrisiken, Schutzkonzepte sowie sicherheitstechnische Vorschriften- und Regelwerke, Berlin/ Offenbach.
- 211) Holtmann, Everhard (Hg.) 1994: Politik-Lexikon. Stichwort Korporatismus, 2. Auflage, München, 312f.
- 212) Holz, Hans Heinz 2000: Zum technischen und außertechnischen Konstruktionsbegriff, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 81-94.
- 213) Hortleder, Gerd 1970: Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs. Zum politischen Verhalten der Technischen Intelligenz, Frankfurt.
- 214) Hoyos, Carl Graf/ Zimolong, Bernhard 1990: Ingenieurpsychologie, Göttingen u.a.
- 215) Huber, Josef 1988: Technikbilder. Weltanschauliche Weichenstellungen der Technologie- und Umweltpolitik, Opladen.
- 216) Huber, Ludwig 1991: Fachkulturen. Über die Mühen der Verständigung zwischen den Disziplinen, in: Neue Sammlung, 31. Jahrgang, Heft 1, 3-24.
- 217) Huber, Wolfgang 1998: Selbstbeherrschung als Selbstbegrenzung. Das ethische Grundproblem des naturwissenschaftlich-technischen Zeitalters, in: Kloepfer, Michael (Hg.): Selbst-Beherrschung im technischen und ökologischen Bereich: Selbststeuerung und Selbstregulierung in der Technikentwicklung und im Umweltschutz, Berlin, 25-33.
- 218) Hubig, Christoph 1993: Technik- und Wissenschaftsethik, Berlin u.a.
- 219) Hubig, Christoph 1996: Nachhaltigkeit als Problem angewandter Technikethik, in: Böhm, Hans-Peter; Gebauer, Helmut; Irrgang, Bernhard (Hg.): Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung, Dettelbach, 225-241.

- 220) Hubig, Christoph/ Reidel, Johannes 2003 (Hg.): *Ethische Ingenieurverantwortung. Handlungsspielräume und Perspektiven der Kodifizierung*, (Reihe: Technik – Gesellschaft – Natur, herausgegeben von der VDI-Hauptgruppe, Bereich „Beruf und Gesellschaft“), Berlin. (ca. ein Drittel des Buches besteht aus dem Buch: Hubig, Christoph (Hg.) 2002: *Ethische Ingenieurverantwortung. Handlungsspielräume und Perspektiven der Kodifizierung*, (VDI Report 31, herausgegeben von der VDI-Hauptgruppe, Bereich „Beruf und Gesellschaft“), Düsseldorf).
- 221) Hughes, Thomas P. 1983: *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore/ London.
- 222) Hughes, Thomas P. 1987: *The Evolution of Large Technological Systems*, in: Bijker, Wiebe E./ Hughes, Thomas P./ Pinch, Trevor J. (Hg.): *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, 51-82.
- 223) Hughes, Thomas P. 1989: *American Genesis. A Century of invention and technological enthusiasm. 1870 - 1970*, New York. (deutsche Ausgabe: 1991: *Die Erfindung Amerikas. Der technologische Aufstieg der USA seit 1870*, München).
- 224) Hunning, Alois 1987: *Das Schaffen des Ingenieurs. Beiträge zu einer Philosophie der Technik*, (herausgegeben von der VDI-Hauptgruppe *Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft*), 3. Auflage, Düsseldorf.
- 225) Hunnius, Gerhard/ Kliemt, Jens 1993: *Risiko als soziale Konstruktion – Risikoperzeption und -kommunikation im Systemvergleich BRD-DDR*, in: Bayerische Rück (Hg.): *Risiko ist ein Konstrukt. Wahrnehmungen zur Risikowahrnehmung*, München (Reihe: *Gesellschaft und Unsicherheit*, Band 2), 245-260.
- 226) Husi, Gregor/ Meier Kressig, Marcel 1998: *Der Geist des Demokratismus. Modernisierung als Verwirklichung von Freiheit, Gleichheit und Sicherheit*, Münster.
- 227) Hütte (Hg.) 1996: *Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften*, Berlin.
- 228) IG BAU 1997: *Unternehmensstrategien. Rank und schlank oder mager und krank?* Frankfurt (Broschüre).
- 229) Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI)/ Technische Universität (TU) Dresden 1999: Modul 3 des DIN-Projektes „*Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung*“, <<http://www.din.de/set/aktuelles/studie1.html>>.
- 230) ISO-Informationen 1998: *Frauen-Netzwerke und Solidarität*, in: ISO-Informationen, Heft 4, 11-14.
- 231) Jäger, Wieland 1999: *Reorganisation der Arbeit. Ein Überblick zu aktuellen Entwicklungen*, Opladen.
- 232) Jansen, Manfred 1990: *Risikoanalysen*, in: Lemke, Erwin (Hg.): *Abwehr betrieblicher Störfälle. Brandschutz – Umweltschutz – Werkschutz*, Loseblattsammlung, Kennzahl 3500, Lieferung X 90, 1-14.
- 233) Japp, Klaus Peter 1997: *Risiken der Technisierung und die neuen sozialen Bewegungen*, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): *Risiko und Gesellschaft*, Opladen, 2. Auflage, 375-402.
- 234) Japp, Klaus Peter 1999: *Risikosoziologie als „Fröhliche Wissenschaft“*. Zu Reiner Grundmanns „*Wo steht die Risikosoziologie?*“, in: *Zeitschrift für Soziologie*, Heft 4, 311-313.

- 235) Japp, Klaus Peter 2000: Risiko, Bielefeld.
- 236) Jischa, Michael F. 1999: TA in der Wissenschaft, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 333-342.
- 237) Joachimsen, Reimut/ Gustafsson, Knut 1977: Infrastruktur. Grundlage der marktwirtschaftlichen Entwicklung, in: Simonis, Ernst Udo (Hg.): Infrastruktur. Theorie und Politik, Köln, 38-53.
- 238) Joas, Hans 1992: Die Kreativität des Handelns, Frankfurt.
- 239) Jobst, Eberhard 1995: Technikwissenschaften, Wissensintegration, interdisziplinäre Technikforschung: eine Problemstudie, Frankfurt.
- 240) Joerges, Bernward 1989: Technische Normen – Soziale Normen? in: Soziale Welt, 242-258.
- 241) Joerges, Bernward 1992: Große technische Systeme. Zum Problem technischer Größenordnung und Maßstäblichkeit, in: Bechmann, Gotthard/ Rammert, Werner (Hg.): Großtechnische Systeme, Risiko und gesellschaftliche Entwicklung (Jahrbuch Technik und Gesellschaft 6), Frankfurt/ New York, 41-72.
- 242) Joerges, Bernward 1998: High Variability Discourse in the History and Sociology of Large Technical Systems, WZB-Paper FS II 98-503, Berlin.
- 243) Joerges, Bernward/ Braun, Ingo 1994: Große technische Systeme – erzählt, gedeutet, modelliert, in: Braun, Ingo/ Joerges, Bernward (Hg.): Technik ohne Grenzen, Frankfurt, 7-49.
- 244) Jordan, A. 1980: Gewährleistung der technischen Anlagesicherheit, in: DECHEMA (Hg.): Das Sicherheitskonzept für die Chemische Technik, (DECHEMA Monographien, Band 88, 17. Tutzing-Symposion der DECHEMA) New York, 161-174.
- 245) Jörissen, Juliane 1997: Produktintegrierter Umweltschutz und technische Normen. Zur rechtlichen und politischen Gestaltbarkeit der europäischen Normung, Köln u.a.
- 246) Jungermann, Helmut/ Slovic, Paul 1997: Die Psychologie der Kognition und Evaluation von Risiko, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 167-207.
- 247) Jungermann, Helmut/ Wiedemann, Peter M./ Rohrmann, Bernd (Hg.) 1991: Risikokontroversen. Konzepte, Konflikte, Kommunikation, Berlin u.a.
- 248) Jungermann, Helmut/ Wiedemann, Peter M./ Rohrmann, Bernd 1991: Das Forschungsgebiet „Risiko-Kommunikation“, in: Jungermann, Helmut/ Wiedemann, Peter M./ Rohrmann, Bernd (Hg.): Risikokontroversen. Konzepte, Konflikte, Kommunikation, Berlin u.a., 1-10.
- 249) Kaplan, Stanley/ Garrick, John B. 1981: Die quantitative Bestimmung von Risiko, in: Risk Analysis, Vol. 1, No. 1, 11-27 Nachdruck in: Bechmann, Gotthard (Hg.) 1997: Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 91-124.
- 250) Kastenholz, Hans G./ Erdmann, Karl-Heinz/ Wolf, Manfred 1996: Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung – Eine Einführung, in: Kastenholz, Hans G. / Erdmann, Karl-Heinz/ Wolf, Manfred (Hg.): Nachhaltige Entwicklung. Zukunftschance für Mensch und Umwelt, Berlin/ Heidelberg.

- 251) Kaufmann, Franz-Xaver 1970/ 1973: Sicherheit als soziologisches und sozialpolitisches Problem. Untersuchungen zu einer Wertidee hochdifferenzierter Gesellschaften, Stuttgart.
- 252) Kausch, Erhard 1991: Die gesellschaftlichen Funktionen des Rechts, in: Grimm, Dieter (Hg.): Einführung in das Recht. Aufgaben, Methoden, Wirkungen, Heidelberg, 1-21.
- 253) Kirchler, Erich M. 1999: Wirtschaftspsychologie. Grundlagen und Anwendungsfelder der ökonomischen Psychologie, 2. Auflage, Göttingen.
- 254) Kleinwellfonder, Birgit 1996: Der Risikodiskurs. Zur gesellschaftlichen Inszenierung von Risiko, Opladen.
- 255) Klingmüller, Oswald/ Bourgund, Ulrich 1992: Sicherheit und Risiko im Konstruktiven Ingenieurbau, Braunschweig/ Wiesbaden.
- 256) Kloepfer, Michael 2000: Umweltschutz als Verfassungsrecht: Zum neuen Artikel 20a GG, (Erstveröffentlichung 1996), in: Brandner, Thilo/ Meßerschmidt, Klaus (Hg.): Michael Kloepfer. Umweltschutz und Recht. Grundlagen, Verfassungsrahmen und Entwicklungen. Ausgewählte Beiträge aus drei Jahrzehnten, Berlin, 221-240.
- 257) Kluge, Susann 2000: Empirisch begründete Typenbildung in der qualitativen Sozialforschung, in: Forum Qualitative Sozialforschung (Online Journal, verfügbar über: <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/1-00/1-00kluge-d.htm> (10.08.2003)), 1-9.
- 258) Kluge. 2002: Kluge. Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache, 24. Auflage, Berlin/ New York.
- 259) Kneer, Georg 1997: Zivilgesellschaft, in: Kneer, Georg/ Nassehi, Armin/ Schroer, Markus (Hg.): Soziologische Gesellschaftsbegriffe. Konzepte moderner Zeitdiagnosen, 228-251.
- 260) Kneer, Georg/ Nollmann, Gerd 1997: Funktional differenzierte Gesellschaft, in: Kneer, Georg/ Nassehi, Armin/ Schroer, Markus (Hg.): Soziologische Gesellschaftsbegriffe. Konzepte moderner Zeitdiagnosen, 76-100.
- 261) Knight, Frank H. 1921: Risk, Uncertainty and Profit, New York, (Reprint 1964).
- 262) Knoepfel, Peter 1997: Der verhandelnde Staat – schwacher, exklusiver und destabilisierender Staat? Drei selbstkritische Arabesken, in: Mez, Lutz/ Weidner, Helmut (Hg.) Umweltpolitik und Staatsversagen. Perspektiven und Grenzen der Umweltpolitikanalyse. Festschrift für Martin Jänicke zum 60. Geburtstag, Berlin, 155-163.
- 263) Kocka, Jürgen 2001: Vorwort, in: Kocka, Jürgen/ Nolte, Paul/ Randeria, Shalini/ Reichardt, Sven: Neues über Zivilgesellschaft aus historisch-sozialwissenschaftlichem Blickwinkel, WZB-Papier P 01-801, Berlin, 1-3.
- 264) Kollert, Roland 1997: Systematische Unterbewertung von Katastrophenrisiken – Zur Anwendung des Risikobegriffs in nuklearen Risikoanalysen, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 25-57.
- 265) König, Wolfgang 1999: Künstler und Strichezeichner. Konstruktions- und Technikkulturen im deutschen, britischen, amerikanischen und französischen Maschinenbau zwischen 1850 und 1930, Frankfurt.
- 266) Koob, Manfred 2001: CAD-Praxis im Bauwesen, Berlin.

- 267) Kornwachs, Klaus 1996a: Risiko versus Zuverlässigkeit, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 73-92.
- 268) Kornwachs, Klaus 1996b: Vom Naturgesetz zur technologischen Regel – ein Beitrag zu einer Theorie der Technik, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Technik zwischen Erkenntnis und Gestaltung. Philosophische Sichten auf Technikwissenschaften und technisches Handeln, Berlin, 13-50.
- 269) Korte, Hermann/ Schäfers, Bernhard 1997: Einführung in Praxisfelder der Soziologie, Opladen.
- 270) Kreibich, Rolf 1999: Technikbewertung, Ökobilanzierung und Technikgestaltung. Kernbestandteile einer innovationsorientierten Umweltpolitik und Nachhaltigen Entwicklung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 813-835.
- 271) Krohn, Wolfgang 1997: Rekursive Lernprozesse: Experimentelle Praktiken in der Gesellschaft. Das Beispiel der Abfallwirtschaft, in: Rammert, Werner/ Bechmann, Gotthard (Hg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch Nr. 9, Frankfurt/ New York, 65-89.
- 272) Krohn, Wolfgang/ Krücken, Georg 1993: Risiko als Konstruktion und Wirklichkeit. Eine Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung, in: Krohn, Wolfgang/ Krücken, Georg (Hg.): Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung, Frankfurt, 9-44.
- 273) Krücken, Georg 1996: Der soziologische Ansatz in der Risikoforschung, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 185-192.
- 274) Krücken, Georg 1997: Risikotransformation. Die politische Regulierung technisch-ökologischer Gefahren in der Risikogesellschaft, Opladen.
- 275) Krücken, Georg/ Weyer, Johannes 1999: Risikoforschung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 227-235.
- 276) Krüger, Wolfgang 1997: Risikoeinschätzung und Versicherbarkeit von Großrisiken, in: Lippert, Ekkehard/ Prüfert, Andreas/ Wachtler, Günther (Hg.): Sicherheit in der unsicheren Gesellschaft, Opladen, 131-143.
- 277) Krumbein, Wolfgang 1991: Industriepolitik: Die Chance einer Integration von Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, in: Ulrich Jürgens/ Wolfgang Krumbein (Hg.): Industriopolitische Strategien. Bundesländer im Vergleich, Berlin, 34-56.
- 278) Krumbein, Wolfgang 1992: Situativer Korporatismus, in: Eichener, Volker/ Kleinfeld, Ralf/ Schmidt, Josef/ Pollak, Detlef/ Schubert, Klaus/ Voelzkow, Helmut (Hg.): Organisierte Interessen in Ostdeutschland, 2 Bände, Marburg, 211-224.
- 279) Kühle, Hartmut 1996: Wie reagieren die Bauunternehmen auf die Strukturveränderungen der 90er Jahre? Studie im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf, (Projekt-papier).
- 280) Kuhbier, Peter 1986: Vom nahezu sicheren Eintreten eines fast unmöglichen Ereignisses – oder warum wir Kernkraftwerksunfällen auch trotz ihrer geringen Wahrscheinlichkeit kaum entgehen werden, in: Albrecht, Ulrich u.a. (Hg.): Leviathan, Zeitschrift für Sozialwissenschaft, 606-614.

- 281) Kuhlmann, Albert 1995: Einführung in die Sicherheitswissenschaft, 2. Auflage, Köln. (unter Mitarbeit von Becker, Gerhard/ Bresser, Herbert/ Cüppers, Heidemarie/ Deckers, Jürgen/ Gurke, Gerhard/ Heger, Christoph, Hesel, Dieter, Jäger, Peter, Kropp, Lothar/ Sabrowsky, Klaus-Dieter/ Sommer, Peter/ Utzemann, Hans D.)
- 282) Kuhlmann, Albert 2000: Sicherheitskultur, Köln.
- 283) Kuhlmann, Albert 2001: Wird die Sicherheitswissenschaft den Ansprüchen moderner Techniksysteme gerecht? in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 9-17.
- 284) Kuhlmann, Albert/ Althoff, Jürgen 2001: Saarbrücker Erklärung zur technischen Sicherheit, Saarbrücken.
- 285) Kühne, Karl 1998: Theorie reflexiver Modernisierung. Einführung, Vergleich und Perspektiven, Aachen.
- 286) Küng, Hans (Hg.) 2002: Dokumentation zum Weltethos, München.
- 287) Laatz, Wilfried 1979: Ingenieure in der Bundesrepublik Deutschland. Gesellschaftliche Lage und politisches Bewusstsein, Frankfurt/ New York.
- 288) Landesamt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen (Hg.) 1991: Sicherheitstechnik bei Aktivkoksfiltern an Abfallverbrennungsanlagen: Hinweise und Anforderungen aus der Sicht der Störfallverordnung, LIS-Bericht Nr. 97, Essen 1991.
- 289) Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2000: Der Sicherheitsbericht nach neuer Störfall-Verordnung, 1-14. (auch verfügbar über <http://www.lua.nrw.de/anlagen/sicherbericht.pdf> 18.08.2003)
- 290) Landmann, Robert von/ Rohmer, Gustav (ohne Jahr): Gewerbeordnung und Ergänzende Vorschriften Band I/II; Umweltrecht Band. I-III (Hg.: Klaus Hansmann) Loseblattsammlung, München.
- 291) LaPorte, Todd R./ Consolini, Paula M. 1991: Working in Practice But Not in Theory: Theoretical Challenges of „High-Reliability Organizations“, in: Journal of Public Administration, 19-47.
- 292) Lash, Scott 1996a: Reflexivität und ihre Doppelungen: Struktur, Ästhetik und Gemeinschaft, in: Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott (Hg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse, Frankfurt, 195-286.
- 293) Lash, Scott 1996b: Expertenwissen oder Situationsdeutung? Kultur und Institutionen im desorganisierten Kapitalismus, in: Beck, Ulrich/ Giddens, Anthony/ Lash, Scott (Hg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse, Frankfurt, 338-364.
- 294) Latour, Bruno 1991: Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie, Berlin.
- 295) Layton, Edwin T. Jr. 1986: The Revolt of the Engineers. Social Responsibility and the American Engineering Profession, Baltimore/ London.
- 296) Leitz, Franz J. P. 1987: Partnerschaft: Zum Normenvertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem DIN Deutsches Institut für Normung e.V., in: DIN (Hg.): Grundlagen der Normungsarbeit des DIN, Berlin 1987, 57ff.
- 297) Lemke, Erwin 2000: Gefährdungen und Risiken, in: Lemke, Erwin (Hg.): Abwehr betrieblicher Störfälle. Brandschutz – Umweltschutz – Werkschutz, 1-12.

- 298) Lemke, Thomas 2000: Die Regierung der Risiken. Von der Eugenetik zur genetischen Gouvernementalität, in: Bröckling, Ulrich/ Krasmann, Susanne/ Lemke, Thomas (Hg.): Gouvernementalität der Gegenwart. Studien zur Ökonomisierung des Sozialen, Frankfurt, 227-264.
- 299) Lemke, Thomas/ Krasmann, Susanne/ Bröckling, Ulrich 2000: Gouvernementalität, Neoliberalismus und Selbsttechnologien. Eine Einleitung, in: Bröckling, Ulrich/ Krasmann, Susanne/ Lemke, Thomas (Hg.): Gouvernementalität der Gegenwart. Studien zur Ökonomisierung des Sozialen, Frankfurt, 7-40.
- 300) Lenk, Hans 1976: Ingenieure und Interdisziplinarität. Zu einer pragmatischen Sozialphilosophie der technischen Intelligenz und Technik, in: Lenk, Hans/ Ropohl, Günter (Hg.): Technische Intelligenz im system-technologischen Zeitalter, Düsseldorf, 7-50.
- 301) Lenk, Hans 1991: Ethikkodizes – zwischen schönem Schein und ‚harter‘ Alltagsrealität, in: Lenk, Hans/ Maring, Matthias (Hg.): Technikverantwortung. Güterabwägung – Risikobewertung – Verhaltenskodizes, Frankfurt/ New York, 327-345.
- 302) Lenk, Hans 1993: Ethikkodizes für Ingenieure. Beispiele der US-Ingenieurvereinigungen, in: Lenk, Hans/ Ropohl, Günther (Hg.): Technik und Ethik, Stuttgart, 2. Auflage, 194-221.
- 303) Lenk, Hans/ Ropohl, Günter (Hg.) 1976: Technische Intelligenz im system-technologischen Zeitalter, Düsseldorf.
- 304) Leonard, Hermann B./ Zeckhauser, Richard J. 1996: Cost-Benefit Analysis Applied to Risks: Its Philosophy and Legitimacy, in: Douglas, MacLean (Hg.): Values at risk, New Jersey, 31-48.
- 305) Lepenies, Wolf 1988: Die drei Kulturen. Soziologie zwischen Literatur und Wissenschaft, Reinbek.
- 306) Löffler, Frank 1996: Entwicklungsbegleitende Risikobehandlung neuer Technologien am Beispiel der Physical Vapour Deposition (PVD) Technologie, Aachen, 1-178.
- 307) Löffler, Reiner 1990: Die Definition von Arbeitssituationen. Plädoyer für eine neue Arbeitssoziologie, Göttingen.
- 308) Löffler, Reiner/ Sofsky, Wolfgang 1984: Macht, Arbeit, Humanität. Zur Pathologie organisierter Arbeitssituationen, Göttingen.
- 309) Lübbe, Hermann 1989: Risiko und Lebensbewältigung, in: Hosemann, Gerhard (Hg.) Risiko in der Industriegesellschaft. Analyse, Vorsorge und Akzeptanz, Erlangen, 15-41.
- 310) Ludwig, Karl-Heinz 1994: Ingenieure im Dritten Reich. 1933-1945, in: Lundgreen, Peter/ Grelon, André (Hg.): Ingenieure in Deutschland, 1770-1990, Frankfurt/ New York, 338-352.
- 311) Luhmann, Niklas 1990: Soziologische Aufklärung 5, Opladen.
- 312) Luhmann, Niklas 1991: Soziologie des Risikos, Berlin/ New York.
- 313) Luhmann, Niklas 1992: Beobachtungen der Moderne, Opladen.
- 314) Luhmann, Niklas 1997: Die Moral des Risikos und das Risiko der Moral, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 327-338.
- 315) Lundgreen, Peter 1994: Die Ausbildung von Ingenieuren an Fachschulen und Hochschulen in Deutschland, 1770-1990, in: Lundgreen, Peter/ Grelon, André (Hg.): Ingenieure in Deutschland, 1770-1990, Frankfurt/ New York, 13-78.

- 316) Lutz, Burkart (Hg.) 1987: Technik und sozialer Wandel. Verhandlungen des 23. Deutschen Soziologentages in Hamburg 1986, Frankfurt/ New York.
- 317) MacCormac, Earl R. 1993: Das Dilemma der Ingenieurethik, in: Lenk, Hans/ Ropohl, Günther (Hg.): Technik und Ethik, Stuttgart, 2. Auflage, 222-244.
- 318) Mackensen, Rainer 1997 (Hg.): Konstruktionshandeln: Nichttechnische Determinanten des Konstruierens bei zunehmendem CAD-Einsatz, München/ Wien.
- 319) Mai, Manfred 1990: Technikgestaltung als Problem dezentraler Gesellschaftssteuerung, in: Tschiedel, Robert (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie, München, 69-88.
- 320) Mai, Manfred 1994: Zur Steuerbarkeit technischer Systeme und zur Steuerungsfähigkeit des Staates, in: Zeitschrift für Soziologie, Heft 6, 447-459.
- 321) Mambrey, Peter/ Paetau, Michael/ Tepper, August 1995: Technikentwicklung durch Leitbilder: neue Steuerungs- und Bewertungsinstrumente, Frankfurt/ New York.
- 322) Mangels-Voegt, Birgit 1997: Gestaltungsoptionen staatlicher Steuerung – Legitimation und Nutzen pluraler Kooperationsnetzwerke im politischen Entscheidungsprozess, in: Blöcker, Antje/ Heyder, Ulrich/ Mangels-Voegt, Birgit (Hg.): Die Reformfähigkeit von Staat und Gesellschaft. Festschrift für Klaus Lompe zum 60. Geburtstag, Frankfurt, 69-80.
- 323) Marburger, Peter 1981: Rechtliche Grenzen technischer Sicherheitspflichten, in: Wirtschaft und Verwaltung, 241 ff.
- 324) Marburger, Peter/ Gebhard, T. 1993: Gesellschaftliche Umweltnormierungen, in: Endres, Alfred/ Marburger, Peter (Hg.): Umweltschutz durch gesellschaftliche Selbststeuerung, Gesellschaftliche Umweltnormierungen und Umweltgenossenschaften, Bonn 1993, 1-48.
- 325) Marggraf, Rainer/ Streb, Sabine 1997: Die ökonomische Bewertung der natürlichen Umwelt, Heidelberg.
- 326) Martinsen, Renate 1992: Theorien politischer Steuerung – auf der Suche nach dem dritten Weg, in: Grimmer, Klaus/ Häusler, Jürgen/ Kuhlmann, Stefan/ Simonis, Georg (Hg.): Politische Techniksteuerung, Opladen, 51-73.
- 327) Martinsen, Renate 1995: „Der lernende Staat“ als neues Paradigma der politischen Techniksteuerung, in: Martinsen, Renate/ Simonis, Georg (Hg.): Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik? Opladen, 13-30.
- 328) Martinsen, Renate 1997: Leitbilder – ein „Link“ zwischen Politik und Technikgenese? Manuskript: Überarbeitetes Koreferat zum Vortrag von Prof. Meinolf Dierkes (veröffentlicht unter Dierkes/ Canzler/ Marz/ Knie 1995) auf der Tagung „Technologieentwicklung als sozialer und politischer Prozess 10/11. November 1995 in Frankfurt, 1-7. (erhältlich unter: <http://www.uni-konstanz.de/FuF/Verwiss/Schneider/Akpt/martinsen22.1.2003>)
- 329) Marz, Lutz 1997: Zum Beispiel die Arbeitsschauuhr. Zu einem techniksoziologischen Engpaß und einem Ansatz seiner Überwindung, in: Dierkes, Meinolf (Hg.): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm, Berlin, 195-223.
- 330) Mauersberger, Klaus 1997: Von Karmarsch bis Reuleaux – verallgemeinernde technikwissenschaftliche Konzepte im 19. Jahrhundert, in: Banse, Gerhard (Hg.): Allge-

meine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen, Berlin, 45-64.

- 331) Mauersberger, Klaus 2000: Die Entwicklung des maschinentechnischen Wissens im Spannungsfeld von Visualisierung und Abstraktion, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 169-191.
- 332) Mayntz, Renate 1993: Policy-Netzwerke und die Logik von Verhandlungssystemen, in: Héritier, Adrienne (Hg.): Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung, Opladen, 39-56.
- 333) Mayntz, Renate/ Scharpf, Fritz W. 1995: Steuerung und Selbstorganisation in staatsnahen Sektoren, in: Mayntz, Renate/ Scharpf, Fritz W. (Hg.): Gesellschaftliche Selbstregelung und politische Steuerung, Frankfurt/ New York, 9-28.
- 334) Meihorst, Werner 1998: Zukunftsorientierung des Ingenieurberufes und Ingenieurrecht, in: Zimmerli, Walther Ch. (Hg.): Ethik in der Praxis. Wege zur Realisierung einer Technikethik, Hannover, 142-157.
- 335) Meinken, Lutz 2000: Scattergun Approach? – Zur relativen Effizienzleistung emmissions- und immissionsorientierter Regulierungsstrategien, in: Gawel, Erik/ Lübbe-Wolf, Gertrude (Hg.): Effizientes Umweltordnungsrecht. Kriterien und Grenzen, Baden-Baden, 35-63.
- 336) Meinken, Lutz 2001: Emissions- versus Immissionsorientierung. Rechts- und Effizienzfragen einer umweltpolitischen Grundsatzdebatte am Beispiel des Anlagengenehmigungsrechts, Baden-Baden.
- 337) Merek, Pavel/ Gustar, Milan 1999: Probabilistische Verfahren in der Bemessung von Stahltragwerken, Stahlbau 1999, 62ff.
- 338) Merkel, Wolfgang/ Lauth, Hans-Joachim 1998: Systemwechsel und Zivilgesellschaft: Welche Zivilgesellschaft braucht die Demokratie? in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 6-7, 3-12.
- 339) Mertsch, V. 1997: Anforderungen an die Abwasserbehandlung aus aufsichtsbehördlicher Sicht, in: Rautenbach, Robert/ Melin, Thomas/ Dohmann, Max (Hg.): Möglichkeiten und Perspektiven der Membrantechnik bei der kommunalen Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung, Aachen, A2-1 - A2-17.
- 340) Mevenkamp, P. 1980: Erarbeitung eines verfahrenstechnischen Fließbildes, in: DECHEMA (Hg.): Das Sicherheitskonzept für die Chemische Technik, (DECHEMA Monographien, Band 88, 17. Tutzing-Symposion der DECHEMA) New York, 65-78.
- 341) Meyer-Abich, Klaus Michael 1990: Aufstand für die Natur. Von der Umwelt zur Mitwelt, München.
- 342) Meyer-Abich, Klaus Michael/ Schefold, Bertram 1986: Die Grenzen der Atomwirtschaft. Die Zukunft von Energie, Wirtschaft und Gesellschaft, München.
- 343) Michalke, Regina 2000: Umweltstrafsachen, 2. Auflage, Heidelberg.
- 344) Miebach, Bernhard 1991: Soziologische Handlungstheorie. Eine Einführung, Opladen.
- 345) Mikl-Horke, Gertrude 2000: Industrie- und Arbeitssoziologie, 5. Auflage, München.
- 346) Mitchell, R.C. und Carson, R.T. (1989): Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Washington, D.C.

- 347) Mock, Wolfgang 1994: Umweltverantwortung und Umwelthandeln von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern, in: Fricke, Else (Hg.): Zur Zukunftsorientierung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern, Bonn, 28-35.
- 348) Mrasek-Robor, Heike 1997: Technisches Risiko und Gewaltenteilung, Bielefeld.
- 349) Müller, Ulrich/ Schlier, Winfried J./ Schwarz, Heinz 1977: Zur Organisation von Entwurfsabläufen bei komplexen Bauprojekten, in: Bauwelt, 1642-1649.
- 350) Müller-Foell, Martina 1987: Die Bedeutung technischer Normen für die Konkretisierung von Rechtsvorschriften, Heidelberg.
- 351) Müller-Plantenberg, Clarita 1999: Produktverantwortung von Ingenieuren für Rohstoffe, Produktion, Konsum und Entsorgung, in: Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina/ Manger, Daniela (Hg.): Technik verantworten. Interdisziplinäre Beiträge zur Ingenieurpraxis. Festschrift für Hanns-Peter Ekardt zum 65. Geburtstag, Berlin, 103-115.
- 352) Münch, Richard 1996: Risikopolitik, Frankfurt.
- 353) Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft (Hg.) 2002: Topics-Jahresrückblick Naturkatastrophen, München.
- 354) Münkler, Herfried/ Bluhm, Harald (Hg.) 2002: Gemeinwohl und Gemeinsinn. Zwischen Normativität und Faktizität, Berlin.
- 355) Nahamowitz, Peter 1992: Steuerung durch Recht und Steuerung des Rechts, in: Zeitschrift für Rechtsoziologie, 271-293.
- 356) Nassehi, Armin 1997: Risikogesellschaft, in: Kneer, Georg/ Nassehi, Armin/ Schroer, Markus (Hg.): Soziologische Gesellschaftsbegriffe. Konzepte moderner Zeitdiagnosen, 252-279.
- 357) Neidhardt, Friedhelm 2002: Fragen zum Gemeinwohl. Einführung in das WZB-Jahrbuch 2002, in: WZB-Mitteilungen, 98, Dezember, 21-23.
- 358) Nennen, Heinz-Ulrich 1998: Das Expertendilemma: Ein Fazit, in: TA-Informationen, 3, 2-4.
- 359) Neufert, Ernst 2002: Bauwerksentwurfslehre. Grundlagen, Normen, Vorschriften über Anlage, Bau, Gestaltung, Raumbedarf, Raumbeziehungen, Maße für Gebäude, Räume, Einrichtungen, Geräte; mit dem Menschen als Maß und Ziel. Handbuch für den Baufachmann, Bauherrn, Lehrenden und Lernenden, 37. Auflage, Braunschweig.
- 360) Nicklisch, Fritz 1983: Funktion und Bedeutung technischer Standards in der Rechtsordnung, in: Betriebs-Berater, 261-269.
- 361) Nowitzki, Klaus-Dieter 1997: Konzepte zur Risiko-Abschätzung und -Bewertung, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 125-144.
- 362) Nowotny, Helga 1997: Die reine Wissenschaft und die gefährliche Kernenergie: Der Fall der Risikoabschätzung, in: Bechmann, Gotthard (Hg.): Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 277-304.
- 363) Nußbaum, Arthur 1968: Die Rechtstatsachenforschung. Programmschriften und praktische Beispiele, Berlin. (Erstveröffentlichung 1914)
- 364) Oevermann, Ulrich 1996: Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns, in: Combe, Arno/ Helsper, Werner (Hg.): Pädagogische Professionalität. Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns, Frankfurt, 70-182.

- 365) Oldemeyer, Ernst 1988: Wertkonflikte um die Technikakzeptanz, in: Bungard, Walter/ Lenk, Hans (Hg.): Technikbewertung. Philosophische und psychologische Perspektiven, Frankfurt, 33-45.
- Pahl, Gerhard 1995: Ist Konstruieren erlernbar oder doch eine Kunst? in: VDI (Hg.): Effizienter Entwickeln und Konstruieren (VDI-Berichte Nr. 1169), 27-43.
- 367) Pahl, Gerhard 1997: Wissen und Können in einem interdisziplinären Konstruktionsprozess, in: Putlitz, Gisbert Freiherr zu/ Schade, Diethard (Hg.): Wechselbeziehungen Mensch – Umwelt – Technik, Stuttgart, 35-65.
- 368) Pahl, Gerhard/ Beitz, Wolfgang 1997: Konstruktionslehre. Methoden und Anwendung, 4. Auflage, Berlin.
- 369) Pappi, Franz Urban 1987: Die Netzwerkanalyse aus soziologischer Perspektive, in: Pappi, Franz Urban (Hg.): Methoden der Netzwerkanalyse. Techniken der empirischen Sozialforschung, Bd. 1, München, 11-39.
- 370) Pasman, Hans J./ Vrijling, J.K. 2001: Social Risk Assessment of Large Technical Systems, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 151-162.
- 371) Paul, Gerd 1989: Die Bedeutung von Arbeit und Beruf für Ingenieure: eine empirische Untersuchung, Frankfurt.
- 372) Perrow, Charles 1989: Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik, Frankfurt/ New York.
- 373) Petermann, Thomas/ Coenen, Reinhart (Hg.) 1999: Technikfolgen-Abschätzung in Deutschland. Bilanz und Perspektiven, Frankfurt/ New York.
- 374) Pfeiffer, Martin 2000: Konstruieren in EDV-gestützten nachhaltigen Architekturprozessen, in: Banse, Gerhard/ Friedrich, Käthe (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft: Idee – Entwurf – Gestaltung, Berlin, 261-274.
- 375) Pichler, Johannes W. 1998: Politik zur Verbesserung der Rechtsakzeptanz. Machbarkeit und Beitrag der Forschung. Ein ertragreiches Forschungsgespräch, in: Zeitschrift für Gesetzgebung, 368-377.
- 376) Pilz, Volker 1980: Risikovorhersage in der chemischen Technik, in: DECHEMA (Hg.): Das Sicherheitskonzept für die Chemische Technik, (DECHEMA Monographien, Band 88, 17. Tutzing-Symposion der DECHEMA) New York, 227-252.
- 377) Pilz, Volker 1984: Planung, Entwicklung und Betrieb sicherer Produktionsverfahren in der chemischen Technik, in: Lange, Siegfried (Hg.): Ermittlung und Bewertung industrieller Risiken, Berlin u.a., 60-74.
- 378) Polanyi, Michael 1985: Implizites Wissen, Frankfurt (englischsprachige Originalausgabe 1966: „The Tacit Dimension“).
- 379) Popper, Karl R 1974: Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf, Hamburg.
- 380) Pötzl, Michael 1999: Zur ganzheitlichen Betrachtung von Bauwerken – Robustheit als Leitbild beim Entwurf von Brücken, in: Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina/ Manger, Daniela (Hg.): Technik verantworten. Interdisziplinäre Beiträge zur Ingenieurpraxis. Festschrift für Hanns-Peter Ekardt zum 65. Geburtstag, Berlin, 295-309.

- 381) Preußler, Walburga/ Dylla, Norbert 1988: Untersuchung des Problemlöseverhaltens beim Konstruieren, München.
- 382) Prigge, Jörg 1999: Das Frühwarnsystem Versicherung. Grenzen der Versicherbarkeit als Indikatoren einer reflexiven Moderne, in: Beck, Ulrich/ Hager, Maarten A./ Kesselring, Sven (Hg.): Der unscharfe Ort der Politik. Empirische Fallstudien zur Theorie der reflexiven Modernisierung, Opladen, 277-304.
- 383) Prittowitz, Volker von 2000 (Hg.): Institutionelle Arrangements in der Umweltpolitik. Zukunftsfähigkeit durch innovative Verfahrenskombinationen? Opladen.
- 384) Radkau, Joachim 1989: Sicherheitsphilosophien in der Geschichte der bundesdeutschen Atomwirtschaft, in: Gessenharter, Wolfgang/ Fröchling, Helmut (Hg.): Atomwirtschaft und innere Sicherheit, Baden-Baden, 91-106.
- 385) Radkau, Joachim 1994: Zum ewigen Wachstum verdammt? Jugend und Alter großer technischer Systeme, in: Braun, Ingo/ Joerges, Bernward (Hg.): Technik ohne Grenzen, Frankfurt, 50-106.
- 386) Raiser, Thomas 1987: Rechtssoziologie. Ein Lehrbuch, Frankfurt.
- 387) Rammert, Werner 1993: Technik aus soziologischer Perspektive, Forschungsstand – Theorieansätze – Fallbeispiele – Ein Überblick, Opladen.
- 388) Rammert, Werner 1994a: Techniksoziologie, in: Kerber, Harald/ Schmieder, Arnold (Hg.): Spezielle Soziologien. Problemfelder, Forschungsbereiche, Anwendungsorientierungen, Hamburg, 75-98.
- 389) Rammert, Werner 1994b: Prozesse der Technikgenese und der Stellenwert von Leitbildern der Technikentwicklung, in: Fricke, Else (Hg.): Zur Zukunftsorientierung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern, (Forum humane Technikgestaltung, Heft 12) Bonn, 9-18.
- 390) Radow, Gero von 1990: Ohne Zahlen geht es nicht. Zahlen in der Risikokommunikation, in: Preuss, Volker (Hg.): Risikoanalysen. Über den Umgang mit Gesundheits- und Umweltgefahren, Band 1, Heidelberg, 15-21.
- 391) Rapp, Friedrich 1990: Technik und Philosophie, Düsseldorf.
- 392) Rautenbach, Robert/ Voßenkaul, Klaus 1997: Trinkwasser aus Abwasser – Technisch möglich und sinnvoll? in: Rautenbach, Robert/ Melin, Thomas/ Dohmann, Max (Hg.): Möglichkeiten und Perspektiven der Membrantechnik bei der kommunalen Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung, Aachen, A1-1 –A1-19.
- 393) Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) 2002: Memorandum der RSK zur Gewährleistung einer angemessenen Sicherheitskultur, (RSK-Stellungnahme 13.06.2002), Bonn.
- 394) Reason, James 1994: Menschliches Versagen: psychologische Risikofaktoren und modernen Technologien, Heidelberg (Amerikanische Originalausgabe der Cambridge University Press 1992; Originaltitel: Human Error).
- 395) Reese-Schäfer, Walter 1996: Die politische Rezeption kommunitaristischen Denkens in Deutschland, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 36, 3-11.
- 396) Reich, Andreas 1989: Gefahr – Risiko – Restrisiko. Das Vorsorgeprinzip am Beispiel des Immissionsschutzrechts, Düsseldorf.

- 397) Reihlen, Helmut 1996: Normung, in: Hütte: Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, 30. Auflage, N1- N11.
- 398) Renn, Ortwin 1997: Die Rolle von Technikleitbildern für technische Innovationen, in: Blättel-Mink, Birgit/ Renn, Ortwin (Hg.): Zwischen Akteur und System. Die Organisierung von Innovation, Opladen, 271-284.
- 399) Renn, Ortwin/ Kals, Johannes 1990: Technische Risikoanalyse und unternehmerisches Handeln, in: Schüz, Mathias (Hg.): Risiko und Wagnis. Die Herausforderung der industriellen Welt, Pfullingen, 60-80.
- 400) Reuter, Helmut 1992: Sicherheit als offenes System – Versuch einer Konturierung, in: Wehner, Theo (Hg.): Sicherheit als Fehlerfreundlichkeit. Arbeits- und sozialpsychologische Befunde für eine kritische Technikbewertung, Opladen, 168-252.
- 401) Reuter, Helmut/ Wehner, Theo 1996: Eine ganzheitspsychologische Betrachtung der Sicherheit im Umgang mit Industrierobotern, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 93-103.
- 402) Reutter, Werner 2000: Organisierte Interessen in Deutschland. Entwicklungstendenzen, Strukturveränderungen und Zukunftsperspektiven, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 26-27, 6-15.
- 403) Riedl, Lars 1997: Satellitenfernsehen in Europa (1945-1994). Die Konstruktion neuer Medienlandschaften, in: Weyer, Johannes/ Kirchner, Ulrich/ Riedl, Lars/ Schmidt, Johannes F. (Hg.): Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese, Berlin.
- 404) Riis, Povl 1997: Ethische Kodizes in der Medizin – Ursprünge, Auswirkungen, Implikationen, in: Tröhler, Ulrich/ Reiter-Theil, Stella (Hg.): Ethik und Medizin 1947-1997. Was leistet die Kodifizierung von Ethik? Göttingen, 497-504.
- 405) Röbenack, Karl-Dieter 1995: Unfälle und Schadensfälle im Bauwesen. Beispiele aus der Praxis, Düsseldorf.
- 406) Rohbeck, Johannes 1996: Leitbilder der Technik - oder: Die kulturelle Bedeutung technischer Gegenstände, in: Böhm, Hans-Peter/ Gebauer, Helmut/ Irrgang, Bernhard (Hg.): Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung, Dettelbach, 81-93.
- 407) Ronge, Volker 1992: Vom Verbändegesetz zur Sozialverträglichkeit. Die öffentliche und verbandliche Diskussion über den Gemeinwohlbezug von Verbänden in den 80er Jahren, in: Mayntz, Renate (Hg.): Verbände zwischen Mitgliederinteressen und Gemeinwohl, Gütersloh, 36-79.
- 408) Ropohl, Günter 1973: Prolegomena zu einem neuen Entwurf der Allgemeine Technologie, in: Lenk, Hans/ Moser, Simon (Hg.): Techne – Technik – Technologie. Philosophische Perspektiven, Pullach, 152-172.
- 409) Ropohl, Günter 1990: Technisches Problemlösen und soziales Umfeld, in: Rapp, Friedrich (Hg.): Technik und Philosophie, Düsseldorf, 111-167. Ropohl, Günter 1997: Allgemeine Technologie als Grundlage für ein umfassendes Technikverständnis, in: Banse, Gerhard (Hg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen, Berlin, 111-121.
- 411) Ropohl, Günter 1998: Wie die Technik zur Vernunft kommt. Beiträge zum Paradigmenwechsel in den Technikwissenschaften, Amsterdam.

- 412) Ropohl, Günter 1999: Innovative Technikbewertung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 83-93.
- 413) Roßnagel, Alexander 1989: Freiheit oder Sicherheit – das unlösbare Dilemma der Atomenergie, in: Gessenharter, Wolfgang/ Fröchling, Helmut (Hg.): Atomwirtschaft und innere Sicherheit, Baden-Baden, 289-299.
- 414) Roßnagel, Alexander 1993a: Rechtswissenschaftliche Technikfolgenforschung. Umrisse einer Forschungsdisziplin, Baden-Baden.
- 415) Roßnagel, Alexander 1993b: Rechtspolitische Anforderungen an die verbandliche Normung, in: Kubicek, Herbert/ Seeger, Peter (Hg.): Perspektive Techniksteuerung. Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften, Berlin, 169-180.
- 416) Roßnagel, Alexander 1996: Europäische Techniknormen im Lichte des Gemeinschaftsvertragsrechts, DVBL 1996, 1181-1189.
- 417) Roßnagel, Alexander 1998: Der Begriff der Gefahr in § 19 Abs. 3 AtG, in: DÖV 1998, 1048-1055.
- 418) Roßnagel, Alexander 1999: Rechtswissenschaftliche Technikfolgenabschätzung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 857-870.
- 419) Roßnagel, Alexander 2000: Rechtsetzung und technische Entwicklung, in: Westphalen, R. v. (Hg.), Parlamentslehre – Das parlamentarische Regierungssystem im technischen Zeitalter, 3. Auflage, München 2000, § 28.
- 420) Röthel, Anne 2000: Europäische Techniksteuerung, in: Vieweg, Klaus (Hg.): Techniksteuerung und Recht: Referate und Diskussionen eines Symposiums an der Universität Erlangen-Nürnberg, Köln u.a., 35-59.
- 421) Rowe, Gerard C. 2000: Wieviel Integration braucht der „integrierte“ Umweltschutz? Der Weg zum integralen und integeren Umweltschutz, in: Gawel, Erik/ Lübbe-Wolf, Gertrude (Hg.): Effizientes Umweltordnungsrecht. Kriterien und Grenzen, Baden-Baden, 205-249.
- 422) Rowe, W.D. 1983: Ansätze und Methoden der Risikoforschung, in: Conrad, Jobst (Hg.): in: Gesellschaft, Technik und Risikopolitik, Berlin u.a., 15-38.
- 423) Rudolph, Hedwig 1994: Ingenieurinnen: Vorberufliche Sozialisation und berufliche Erfahrungen, in: Lundgreen, Peter/ Grelon, André (Hg.): Ingenieure in Deutschland, 1770-1990, Frankfurt/ New York, 93-105.
- 424) Ruff, Volker 1999: Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 633-640.
- 425) Rust, Ina 1999: Die Bedeutung von Wissen für die Ingenieurpraxis, in: Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina/ Manger, Daniela (Hg.): Technik verantworten. Interdisziplinäre Beiträge zur Ingenieurpraxis. Festschrift für Hanns-Peter Ekardt zum 65. Geburtstag, Berlin, 281-293.
- 426) Rutz, Andreas 1985: Konstruieren als gedanklicher Prozess, (Dissertation an der TU München), München.

- 427) Samuelson, Paul Anthony 1998: Volkswirtschaftslehre, Übersetzung der 15. amerikanischen Auflage, Wien.
- 428) Sauer, Gustav W. 1989: Risikoverringerung und staatliches Verwaltungshandeln: ein unlösbarer Konflikt? in: Schmidt, Mario (Hg.): Leben in der Risikogesellschaft. Der Umgang modernen Zivilisationsrisiken, Karlsruhe, 113-132.
- 429) Schäfers, Bernhard 1997: Techniksoziologie, in: Korte, Hermann/ Schäfers, Bernhard (Hg.): Einführung in Praxisfelder der Soziologie, (2. Auflage), Opladen, 179-202.
- 430) Scharpf, Fritz W. 1988: Verhandlungssysteme. Verteilungskonflikte und Pathologien staatlicher Steuerung, in: Schmidt, Manfred (Hg.): Staatstätigkeit, International und historisch vergleichende Analysen. Politische Vierteljahresschrift Sonderheft, Opladen, 61-87.
- 431) Scharpf, Fritz W. 1991: Die Handlungsfähigkeit des Staates am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts, in: Politische Vierteljahresschrift, Heft 4, 621-634.
- 432) Scharpf, Fritz W. 1993: Positive und negative Koordination in Verhandlungssystemen, in: Héritier, Adrienne (Hg.): Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung, Opladen, 57-83.
- 433) Scheer, Joachim 2000: Versagen von Bauwerken. Ursachen, Lehren, Band 1: Brücken, Berlin.
- 434) Schimank, Uwe 2000: Ökologische Gefährdungen, Anspruchsinfationen und Exklusionsverkettungen – Niklas Luhmanns Beobachtung der Folgeprobleme funktionaler Differenzierung, in: Schimank, Uwe/ Volkmann, Ute (Hg.): Soziologische Gegenwartsdiagnosen I, Opladen, 125-142.
- 435) Schlaich, Jörg/ Bögle, Annette 1999: Brückenbau – Baukultur, in: Rapp, Friedrich (Hg.): Normative Technikbewertung. Wertprobleme der Technik und die Erfahrungen mit der VDI-Richtlinie 3780, Berlin, 201-211.
- 436) Schlese, Michael 1999: Technikgeneseforschung, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 251-259.
- 437) Schmidt, Johannes F. K. 1997: Der Personal Computer (1974-1985). Architektonische Innovation und vertikale Desintegration, in: Weyer, Johannes/ Kirchner, Ulrich/ Riedl, Lars/ Schmidt, Johannes F. (Hg.): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm, Berlin, 147-226.
- 438) Schmidt, Mario 1989: Risk-Assessment – Quantifizierung von Risiken im Umwelt- und Technikbereich, in: Schmidt, Mario (Hg.): Leben in der Risikogesellschaft. Der Umgang mit modernen Zivilisationsrisiken, Karlsruhe, 45-63.
- 439) Schmidt, Siegfried J. 1996: Kognitive Autonomie und soziale Orientierung: konstruktivistische Bemerkungen zum Zusammenhang von Kognition, Kommunikation, Medien und Kultur, 2. Auflage, Frankfurt am Main.
- 440) Schmidt, Susanne K./ Werle, Raymund 1992: Koordination und Evolution: Technische Standards im Prozess der Entwicklung technischer Systeme, MPIWG Discussion Paper 92/8, Köln.
- 441) Schmidt-Preuß, Matthias 1998: Private technische Regelwerke – Rechtliche und politische Fragen, in: Kloepfer, Michael (Hg.), Selbst-Beherrschung im technischen und

- ökologischen Bereich, Selbststeuerung und Selbstregulierung in der Technikentwicklung und im Umweltschutz, Berlin 1998, 89-101.
- 442) Schmieder, Eva 1997: Betriebsstörungen auf kommunalen Kläranlagen – Ursachen, Auswirkungen, Vermeidungsstrategien, (Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover), Hannover.
- 443) Schneider, Jörg 1991: Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Auf der Suche nach neuen Ansätzen, Basel/ Boston/ Berlin.
- 444) Schneider, Jörg 1996: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. Grundwissen für Ingenieure, 2. Auflage, Stuttgart.
- 445) Schneider, Volker 1992: Kooperative Akteure und vernetzte Artefakte. Überlegungen zu den Formen sozialer Organisation großtechnischer Systeme, in: Bechmann, Gotthard/ Rammert, Werner (Hg.): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 6, Frankfurt/ New York, 113-139.
- 446) Scholl, E.W. 1984: Novellierung der Richtlinie VDI 2263, in: VDI: Sichere Handhabung brennbarer Stäube, (VDI-Berichte Nr. 494), Düsseldorf, 43-45.
- 447) Schröder, Karl/ Drigert, Karl-August 1993: Neues Sicherheitskonzept in der europäischen Normung, Düsseldorf.
- 448) Schulte, Martin 2000: Techniksteuerung durch Technikrecht – rechtsrealistisch betrachtet, in: Vieweg, Klaus (Hg.): Techniksteuerung und Recht: Referate und Diskussionen eines Symposiums an der Universität Erlangen-Nürnberg, Köln u.a., 23-34.
- 449) Schumann, Michael 2003: Das Ende der kritischen Industriesoziologie? in: Schumann, Michael: Metamorphosen von Industriearbeit und Arbeiterbewusstsein. Kritische Industriesoziologie zwischen Taylorismusanalyse und Mitgestaltung innovativer Arbeitspolitik, Hamburg, 157-174.
- 450) Schuppert, Gunnar Folke/ Neidhardt, Friedhelm (Hg.) 2002: Gemeinwohl – Auf der Suche nach Substanz, (WZB-Jahrbuch 2002) Berlin.
- 451) Schwarz, Heinz 1983: Methodische Voraussetzungen für die Rationalität und Rationalisierung der Arbeit von Bauingenieuren – Das Beispiel der Entwurfstheorie, in: Ekdadt, Hanns-Peter (Hg.): Bauingenieure und Rationalisierung. Beiträge zum 2. Kasseler Kolloquium zu Problemen des Bauingenieur-Berufs, Kassel, 61-82.
- 452) Schwarz, Rainer 1996: Ökonomische Ansätze zur Risikoproblematik, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 125-131.
- 453) Sebaldt, Martin 1997: Verbände und Demokratie: Funktionen bundesdeutscher Interessengruppen in Theorie und Praxis, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 36-37, 27-37.
- 454) Seeliger, Klaus 1993: Risikoanalyse. Nur Methode – oder ein neuer Weg zur Technikbewertung? in: Lemke, Erwin (Hg.): Abwehr betrieblicher Störfälle. Brandschutz – Umweltschutz – Werkschutz, Band 3, Loseblattsammlung, 6. Lieferung 1993, Kennziffer 3700, 1-51.
- 455) Seiffert, Helmut 1995: Einführung in die Wissenschaftstheorie. Band 3: Handlungstheorie – Modallogik – Ethik – Systemtheorie, München.

- 456) Seiler, Hansjörg 1996: Aktuelle Tendenzen des Risikorechts, in: Banse, Gerhard (Hg.): Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit, Berlin, 145-164.
- 457) Seipel, H. 1983: Eröffnungsansprache, in: Conrad, Jobst (Hg.): Gesellschaft, Technik und Risikopolitik, Berlin u.a., 9-11.
- 458) Seitz, Ulrich 1975: Forschungsbericht Literaturanalyse Infrastruktur (Schriftenreihe 5, Städtebauliches Institut Universität Stuttgart), Stuttgart.
- 459) Senghaas-Knobloch, Eva/ Müller, Wilfried 1999: Technikfolgenabschätzung in der Ingenieurpraxis, in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 95- 104.
- 460) Senghaas-Knobloch, Eva/ Volmerg, Birgit (Hg.) 1990: Technischer Fortschritt und Verantwortungsbewusstsein. Die gesellschaftliche Verantwortung von Ingenieuren, Opladen.
- 461) Senghaas-Knobloch, Eva/ Volmerg, Birgit 1988: Technischer Fortschritt und gesellschaftliche Risiken. Wie sehen Ingenieure ihre Verantwortung? in: WSI-Mitteilungen 12, 706-714.
- 462) Shrader-Frechenette, Kristin S. 1991: Risk and Rationality. Philosophical Foundations for Populist Reforms, Berkley/ Los Angeles/ Oxford.
- 463) Simonis, Georg 1992: Forschungsstrategische Überlegungen zur politischen Techniksteuerung, in: Grimmer, Klaus/ Häusler, Jürgen/ Kuhlmann, Stefan/ Simonis, Georg (Hg.): Politische Techniksteuerung, Opladen, 13-50.
- 464) Söhndel, Berndt/ Faulstich, Martin 1997: Kostendämpfung durch Betreibermodelle am Beispiel Restmüllheizkraftwerk Böblingen, in: Urban, Arnd/ Bilitewski, Bernd/ Faulstich, Martin (Hg.): Thermische Abfallbehandlung. Entwicklung von Technik und Kosten in einer Kreislaufwirtschaft, Kassel, 443-468.
- 465) Spinner, Helmut 1989: Die Doppelvernunft der Moderne im Spiegel der zwei Kulturen. Eine unerbetene Antwort auf die dritte Frage von 'Le Monde' nach der 'Vernunft heute', in: Grossklau, Götz/ Lämmert, Eberhard (Hg.): Literatur in einer industriellen Kultur, Stuttgart.
- 466) Spur, G. 1996: Produktion, L1-L49, in: Akademischer Verein Hütte (Hg.): Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, 30. Auflage, Berlin u.a.
- 467) Stärk, Gerhard 1999: Verantwortung in der Ingenieurausbildung an Universitäten, in: Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina/ Manger, Daniela (Hg.): Technik verantworten. Interdisziplinäre Beiträge zur Ingenieurpraxis. Festschrift für Hanns-Peter Ekardt zum 65. Geburtstag, Berlin, 129-143.
- 468) Starr, Chauncey 1969: Sozialer Nutzen versus technisches Risiko, zuerst erschienen in: Science, Vol. 19, 1232-1238, Nachdruck in: Bechmann, Gotthard (Hg.) 1997: Risiko und Gesellschaft, Opladen, 2. Auflage, 3-24
- 469) Steinmann, Rolf/ Haardt, Günter (Hg.): Die Bauwirtschaft auf dem Weg zum Dienstleister. Neue Anforderungen an das Baumanagement, (Schriften der Hans-Böckler-Stiftung, Band 23), Baden-Baden.
- 470) Stengel, Martin/ Wüstner, Kerstin 1997: Umweltpsychologie. Zur Psychologie umweltorientierten Handelns, in: Stengel, Martin/ Wüstner, Kerstin (Hg.): Umweltökonomie. Eine interdisziplinäre Einführung, München, 137-160.

- 471) Stiftung Marktwirtschaft 2002: Kontrovers diskutiert: Direkte Demokratie auf Bundes-ebene? (Argumente zu Marktwirtschaft und Politik, Nr. 68), Frankfurt/ Berlin, 1- 9.
- 472) Stohler, Jaques 1977: Zur rationalen Planung der Infrastruktur, in: Simonis, Ernst Udo (Hg.): Infrastruktur. Theorie und Politik, Köln, 16-37.
- 473) Stowasser, Josef Maria/ Petschenig, M/ Skutsch, F. 1998: Stowasser. Lateinisch-deutsches Schulwörterbuch, (Auf der Grundlage der Bearb. 1979 von R. Pichl neu bearb. und erw. von: Alexander Christ, Gesamtred.: Fritz Losek) München/ Wien.
- 474) Stransfeld, Reinhard 1999: Verein Deutscher Ingenieure (VDI), in: Bröchler, Stephan/ Simonis, Georg/ Sundermann, Karsten (Hg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Band 1, Berlin, 515-524.
- 475) Strasser, Johano 1986: Sicherheit als destruktives Ideal, in: Psychologie heute, Januar 1986, 28-36.
- 476) Streeck, Wolfgang 1994: Einleitung des Herausgebers. Staat und Verbände: Neue Fragen. Neue Antworten? in: Streeck, Wolfgang (Hg.): Staat und Verbände, PVS-Sonderheft 25, Opladen, 7-36.
- 477) Streeck, Wolfgang/ Schmitter, Philippe C. 1985: Private Interest Government, London.
- 478) Strempel, Dieter 1998: Perspektiven der Rechtswirkungsforschung, in: Zeitschrift für Gesetzgebung, 116-127.
- 479) Syben, Gerd 1992: Die Bauwirtschaft als Gegenstand industriesoziologischer Forschung, in: Syben, Gerd (Hg.): Marmor, Stein und Computer. Beiträge zur Industriesoziologie des Bausektors, Berlin, 7-21.
- 480) Syben, Gerd 1997: Arbeitskräftepolitik im Strukturwandel der Bauwirtschaft, in: WSI-Mitteilungen, 493-500.
- 481) Syben, Gerd 2000: Von dem Problem, Rationalität und unabhängige Fachkompetenz gesellschaftlich zur Geltung zu bringen, in: Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina/ Manger, Daniela (Hg.): Technik verantworten. Interdisziplinäre Beiträge zur Ingenieurpraxis. Festschrift für Hanns-Peter Ekardt zum 65. Geburtstag, Berlin, 25-36.
- 482) Syben, Gerd/ Stroink, Klaus 1995: Schlank aus Tradition – aber mager in die Zukunft? Lean Management in der Bauwirtschaft, Eschborn.
- 483) Tacke, Veronika 2000: Das Risiko der Unsicherheitsabsorption. Ein Vergleich konstruktivistischer Beobachtungsweisen des BSE-Risiko, in: Zeitschrift für Soziologie, 83-102.
- 484) Taylor, J. R. 1984: Beurteilung von Kosten, Vollständigkeit und Nutzen von Risikoanalyseverfahren, in: Lange, Siegfried (Hg.): Ermittlung und Bewertung industrieller Risiken, Berlin u.a., 89-109.
- 485) Teubner, Gunther 1985: Verrechtlichung – Begriffe, Merkmale, Grenzen, Auswege, in: Kübler, Friedrich (Hg.): Verrechtlichung von Wirtschaft, Arbeit und sozialer Solidarität. Vergleichende Analysen, Frankfurt, 289-344.
- 486) Teubner, Gunther 1998: Verrechtlichung – ein ultrazyklisches Geschehen: Ökologische Rekursivität im Verhältnis Recht und Gesellschaft, in: Voigt, Rüdiger (Hg.): Evolution des Rechts, Baden-Baden, 193-213.
- 487) Teubner, Gunther/ Willke, Helmut 1984: Kontext und Autonomie. Gesellschaftliche Selbststeuerung durch reflexives Recht, in: Zeitschrift für Rechtsoziologie, H. 1, 4-35.

- 488) Theisen, Heinz 1998: Korporatismus und Konfliktkultur als Ursachen der „Deutschen Krankheit“, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 6-7, 9-15.
- 489) Treeck, Werner van 1993: Projekt und Risiko, in: Weißbach, Hans-Jürgen/ Poy, Andrea (Hg.): Risiken informatisierter Produktion. Theoretische und empirische Ansätze. Strategien der Risikobewältigung, Opladen, 329-342.
- 490) Treeck, Werner van 1999: Wenn Arbeit misslingt – Zur Soziologie der Fehler und Störungen, in: Roßnagel, Alexander/ Rust, Ina/ Manger, Daniela (Hg.): Technik verantworten. Interdisziplinäre Beiträge zur Ingenieurpraxis. Festschrift für Hanns-Peter Ekardt zum 65. Geburtstag, Berlin, 51-64.
- 491) Treeck, Werner van 2001: Kreative Einmischung. Die Fachkulturen und der Anspruch der Soziologie, in: publik. Zeitschrift der Universität Kassel, 3.
- 492) Tschiedel, Robert 1995: Techniksoziologie, in: Kneer, Georg/ Kraemer, Klaus, Nassehi, Armin (Hg.): Spezielle Soziologien, Münster, 299-311.
- 493) Uhlig, Dieter 1992: Unfälle – zufällig oder determiniert?, in: Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft/ Peter C. Compes (Hg.): Der Mensch und seine Risiken in Gesellschaft, Technik und Umwelt – psychologisch, pädagogisch, soziologisch – Wuppertal, 83-89.
- 494) Umweltbundesamt 1997 (Hg.): Daten zur Umwelt. Der Zustand der Umwelt in Deutschland, Berlin.
- 495) Uth, Hans-Joachim 1988: Störfallrisiken und Störfallpolitik in der Bundesrepublik, in: WSI-Mitteilungen, Heft 2, 1988, 87-95.
- 496) VDI-Hauptgruppe „Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft“ (Hg.) (Redaktion Brennecke, Volker M.) 1991: Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen. Erläuterungen und Hinweise zur VDI-Richtlinie 3780, (VDI Report 15), Düsseldorf.
- 497) VDI-Hauptgruppe „Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft“ (Hg.) (Redaktion Brennecke, Volker M.) 1999: Aktualität der Technikbewertung. Erträge und Perspektiven der Richtlinie VDI 3780, (VDI Report 29), Düsseldorf.
- 498) Voelzkow, Helmut 1993: Staatliche Regulierung der verbandlichen Selbstregulierung. Schlüssel für eine gesellschaftliche Techniksteuerung? in: Kubicek, Herbert/ Seeger, Peter (Hg.): Perspektive Techniksteuerung. Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften, Berlin, 105-128.
- 499) Voelzkow, Helmut 1995: Neokorporatismus, in: Andersen, Uwe/ Woyke, Wrichard (Hg.): Handwörterbuch des politischen Systems der Bundesrepublik, Opladen, 393-396.
- 500) Voelzkow, Helmut 1996: Private Regierungen in der Techniksteuerung: Eine sozialwissenschaftliche Analyse der technischen Normung, Frankfurt/ New York.
- 501) Voelzkow, Helmut/ Hilbert, Josef/ Heinze, Rolf G. 1987: „Regierung durch Verbände“ – am Beispiel der umweltschutzbezogenen Techniksteuerung, in: Politische Vierteljahrsschrift/ Sonderheft, 80-100.
- 502) Vogelsang, Frank 1998: Ingenieurethik: Ein Ansatz aus theologischer Perspektive, Münster.
- 503) Volmerg, Birgit 1990: Ingenieurarbeitskreise in der IG Metall und im AIN – Ein Vergleich in: Senghaas-Knobloch, Eva/ Volmerg, Birgit (Hg.): Technischer Fortschritt und

- Verantwortungsbewusstsein. Die gesellschaftliche Verantwortung von Ingenieuren, Opladen, 111-123.
- 504) Volmerg, Birgit/ Senghaas-Knobloch, Eva 1992: Technikgestaltung und Verantwortung. Bausteine für eine neue Praxis, Opladen.
- 505) Voswinkel, Stephan/ Lücking, Stefan/ Bode, Ingo 1996: Im Schatten des Fordismus. Industrielle Beziehungen in der Bauwirtschaft und im Gastgewerbe Deutschlands und Frankreichs, München und Mehring.
- 506) Wagner, Paul-Robert 1988: Umweltrisiken und deren Versicherbarkeit, in: Nicklisch, Fritz (Hg.): Prävention im Umweltrecht. Risikovorsorge, Grenzwerte, Haftung, Heidelberg, 191-203.
- 507) Warner, A. 1984: Normen- und Prüfwesen in der Elektrotechnik, in: DIN (Hg.), Regeln und Normen in Wissenschaft und Technik, Berlin 1984, 54-67.
- 508) Weber, Hajo 1986: Technokorporatismus, in: Hartwich, Hans-Hermann (Hg.): Politik und die Macht der Technik, Opladen, 278-297.
- 509) Weber, Max 1947: Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie, Band 1, 4. Auflage, Tübingen.
- 510) Weber, Max 1984: Soziologische Grundbegriffe, Tübingen (Auszug aus dem Werk „Wirtschaft und Gesellschaft“ von 1921).
- 511) Weber, Max 1995: Schriften zur Soziologie, (herausgegeben von Sukale, Michael) Stuttgart.
- 512) Weick, Karl E. 1987: Organizational Culture as a Source of High Reliability, in: California Management Review, Vol. 29, No. 2, 112-127.
- 513) Weimer-Jehle 2001: Zum Umgang mit Wertkonflikten im Projekt „Klimaverträgliche Energieversorgung in Baden-Württemberg“, in: Rapp, Friedrich (Hg.): Normative Technikbewertung. Wertprobleme der Technik und die Erfahrungen mit der VDI-Richtlinie 3780, Berlin, 113-132.
- 514) Weißbach, Hans-Jürgen/ Florian, Michael/ Illigen, Eva-Maria/ Möll, Gerd/ Poy, Andrea/ Weißbach, Barbara 1994: Technikrisiken als Kulturdefizite, Die Systemsicherheit in der hochautomatisierten Produktion, Berlin.
- 515) Wendeling-Schröder, Ulrike/ Meihorst, Werner/ Liedtke, Ralf (Hg.) 2003: Der Ingenieur-Eid. Ethische – naturphilosophische – juristische Perspektiven. (Mit einem Vorwort von Karl-Heinrich Schwinn, Präsident der Bundesingenieurkammer und einem Beitrag von H.R.H. The Prince of Wales), Bretten.
- 516) Werle, Raymund 1993: Politische Techniksteuerung durch europäische Standardisierung?, in: Kubicek, Herbert/ Seeger, Peter. (Hg.), Perspektive Techniksteuerung: Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften, Berlin, 129-142.
- 517) Werner, Ulrich/ Pastor, Walter 1997: Einführung, in: VOB. Textausgabe mit Sachverzeichnis und einer Einführung, Beck-Texte, München, IX-XXXIV.
- 518) Werner, Wolfgang 1989: Zweck und Zielsetzung von probabilistischen Sicherheits- und Risikostudien, in: Schmidt, Mario (Hg.): Leben in der Risikogesellschaft. Der Umgang mit modernen Zivilisationsrisiken, Karlsruhe, 101-112.

- 519) Wessel, Jörg 1999: Anwendung von Erfahrungswissen bei sicherheitsrelevanten Entscheidungsprozessen (Diplomarbeit am Fachbereich 10), Kassel.
- 520) Weßels, Bernhard 2000: Die Entwicklung des deutschen Korporatismus, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 26-27, 16-21.
- 521) Wicke, Lutz 1993: Umweltökonomie – eine praxisorientierte Einführung, 4. Auflage, München.
- 522) Wienold, Hanns/ Fuchs-Heinritz, Werner 1995: Stichwort Technokratie, in: Fuchs-Heinritz, Werner/ Lautmann, Rüdiger/ Rammstedt, Otthein/ Wienold, Hanns (Hg.): Lexikon zur Soziologie, Opladen, 671-672.
- 523) Wildavsky, Aaron 1979: No Risk Is the Highest Risk of All, in: American Scientist, 67, 32-37.
- 524) Willke, Helmut 1989: Gesellschaftssteuerung oder partikulare Handlungsstrategien? Der Staat als korporativer Akteur, in: Glagow, Manfred/ Willke, Helmut/ Wiesenthal, Helmut (Hg.): Gesellschaftliche Steuerungsrationale und partikulare Handlungsstrategien, Pfaffenweiler, 9-29.
- 525) Wilpert, Gernhard 2001: Der Mensch im Kontext technischer Systeme, in: TÜV Saarland (Hg.): World Congress Safety of Modern Technical Systems. Congress Documentation, Köln, 29-44.
- 526) Wingert, Bernd 1983: Rationalisierung der Konstruktion – Lässt sie der Erfahrung eine Chance? in: Ekatdt, Hanns-Peter (Hg.): Bauingenieure und Rationalisierung. Beiträge zum 2. Kasseler Kolloquium zu Problemen des Bauingenieur-Berufs 7. und 8. Oktober 1982, Kassel, 1983, 107-131.
- 527) Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) 1999: Welt im Wandel. Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken, Jahresgutachten 1998, Berlin u.a.
- 528) Wolf, Rainer 1992: Techniksteuerung durch Recht. Vorüberlegungen zu einem forschungspolitischen Desiderat, in: Grimmer, Klaus/ Häusler, Jürgen/ Kuhlmann, Stefan/ Simonis, Georg (Hg.): Politische Techniksteuerung, Opladen, 75-93.
- 529) Wolff, Heimfried 1999: Bewertungsfragen im Projekt ‚Technikfolgen Chlorchemie‘, in: Rapp, Friedrich (Hg.): Normative Technikbewertung. Wertprobleme der Technik und die Erfahrungen mit der VDI-Richtlinie 3780, Berlin, 71-78.
- 530) Wolffgramm, Horst 1978: Allgemeine Technologie. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten technologischer Systeme, Leipzig.
- 531) Wolffgramm, Horst 1994: Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten, Einführung in die Denk- und Arbeitsweisen einer allgemeinen Techniklehre, Hildesheim. (darin Band 1 Allgemeine Technologie Teil 1 und 2; Überarbeitung des Buches von 1978)
- 532) Wolffgramm, Horst 1997: Allgemeine Technologie zwischen (technologischer Aufklärung und (technikwissenschaftlicher) Metatheorie, in: Banse, Gerhard (Hg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen, Berlin, 123-164.

- 533) Wosniok, Werner 1996: Die sichere Unsicherheit der Risikoabschätzung, in: Preuss, Volker (Hg.) 1990: Risikoanalysen, Heidelberg, 22-32.
- 534) WZB-Forschungsgruppe Zivilgesellschaft 2002: „Civil Society in the Making“, in: WZB-Mitteilungen 98, Dezember, 45-46.
- 535) Zeilhofer, Markus 1995: Technikfolgenpolitik: zur Gestaltungsbedürftigkeit und zur politischen Gestaltbarkeit des technischen Wandels und seiner Folgen, Opladen.
- 536) Zilch, Konrad/ Staller, Markus A./ Rogge, Andreas 1999: Erläuterungen zur Be- messung und Konstruktion von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach DIN 1045-1, in: Beton und Stahlbetonbau, 259.
- 537) Zill, Rüdiger 1996: Leitbild und Modell. Anmerkungen zur inhaltlichen Überlastung eines zentralen technischen Begriffs, in: Böhm, Hans-Peter/ Gebauer, Helmut/ Irrgang, Bernhard (Hg.): Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung, Dettelbach, 95-106.
- 538) Zimolong, Bernhard 1990: Fehler und Zuverlässigkeit, in: Hoyos, Carl Graf/ Zimolong, Bernhard (Hg.): Ingenieurpsychologie, Göttingen u.a., 313-345.
- 539) Zubke-von Thünen, Thomas 1999: Technische Normung in Europa. Mit einem Aus- blick auf grundlegende Reformen der Legislative, Berlin.

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei den Menschen bedanken, die mich gedanklich, emotional oder praktisch unterstützt haben.

An erster Stelle danke ich meinem Doktorvater *Prof. Dr. Hanns-Peter Ekardt*. Seine Ansätze sind für mich – gerade im ersten Kapitel der Arbeit – leitend gewesen. Ich hoffe, dazu beizutragen, seine Idee einer umfassenden Ingenieurverantwortung in einer angemessenen Weise in der wissenschaftlichen Gemeinschaft weiter zu tragen. Herr Ekardt ist für mich nicht nur ein akademischer Lehrer gewesen. Seine Art der Wahrnehmung sozialer Verantwortung an der Universität für Studierende und Mitarbeiter ist mir ein Vorbild.

Dem zweiten Leiter des dieser Arbeit zu Grunde liegenden empirischen Forschungsprojektes, *Prof. Dr. Alexander Rossnagel*, danke ich für die enorme gedankliche Ordnungskraft in der Projektphase. Seine Art des Vertretens einer engagierten wissenschaftlichen Position, hat mich dazu ermutigt, (rechts-)politische Zusammenhänge verstärkt zu betrachten.

Bei *Prof. Dr. Werner van Treeck* möchte ich mich für die Unterstützung in der letzten, eineinhalbjährigen Phase des Schreibens der Arbeit bedanken. In guter Erinnerung ist mir insbesondere der kleine, informelle universitäre Gesprächszirkel zum Konstruktivismus, in dem wir uns gedanklich ausgetauscht haben.

Zu Beginn meiner Kasseler Zeit habe ich *Prof. Dr. Clarita Müller-Plantenberg* kennen gelernt und im Gespräch über die abweichenden, ganz eigenen Wege in der Wissenschaft eine enorme Verbundenheit gespürt. Auch wenn wir über die Jahre kaum akademische Berührungspunkte hatten, so bin ich gerade wegen der gedanklich-emotionalen Verbundenheit sehr dankbar dafür, dass sie das vierte Mitglied in der Promotionskommission geworden ist.

Weiterhin bedanke ich mich herzlich bei meinem Projektteam, insbesondere bei Herrn Ass. *Jur. Axel Pottschmidt*. Die Gespräche auf den gemeinsamen Interviewreisen sind mir noch lebhaft in Erinnerung. In diesem Zusammenhang möchte ich auch den Gesprächspartnern, die aufgrund ihrer Vielzahl und der Zusicherung der Anonymität hier nicht namentlich genannt werden können, für ihre Aufgeschlossenheit und ihr (zeitliches) Engagement, danken.

Unermüdlich wurde unser Projekt von *Frau Dipl. Ökonomin Hanna Bernard* unterstützt. Unzählige von Computerarbeiten hat sie erledigt. Jeder der vielen Texte, die wir im Rahmen des Projektes beschafft und bearbeitet haben, ist durch ihre Hände gegangen. Aufgrund ihrer guten Kenntnis aller Literatur hat sie mir in den letzten Tagen vor der Abgabe der Dissertation bei der Erstellung des Literaturverzeichnisses sehr geholfen.

Ein ganz großer Dank gebührt meinem Mann, Herrn *Dipl. Sozialwirt Lars Degenhardt*, der die eigene wissenschaftliche/ berufliche Laufbahn zu Gunsten unseres gemeinsamen Lebenskonzeptes zeitweise zurückgesellt hat. So hat er es Woche für Woche auf sich genommen, mit unserem Sohn *Aaron* schon in den ersten Lebensmonaten über mehrere Tage in Lüneburg zu bleiben, während ich in Kassel gearbeitet und gewohnt habe. Auch in den darauf folgenden Jahren, in denen wir zum Teil die Rollen wieder getauscht haben, hat er sich in einer Weise für unsere Familie engagiert, wie man es sich besser nicht wünschen kann. Er hat es mir durch dieses Engagement ermöglicht, die vorliegende Arbeit „mit Kind“ zu schreiben. Ein ganz großes Dankeschön geht auch an *Aaron* selbst, der so viel Lebensfreude besitzt und gibt.

Meinen Eltern *Friedrich Rust* und *Elfriede Rust* danke ich für die umfangreiche zeitliche Betreuung unseres Sohnes und die vielfältige praktische Unterstützung. Von ihnen habe ich gelernt, wie man eine Arbeit organisiert und dass es wichtig ist, sich für das gesellschaftliche Allgemeinwohl einzusetzen. Insofern haben sie auch inhaltlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

Eine Reihe von Freundinnen und Freunden haben die Dissertation inhaltlich wie formal Korrektur gelesen. Dazu zählt *Dr. Ing. Elfriede Ott*, die als einzige die Arbeit ganz gelesen hat und für deren Anregung von Beispielen ich mich bedanke.

Dipl. Ing Arne Suhr hat das zweite Kapitel inhaltlich gelesen (auch ein Dankeschön für das formale Korrekturlesen an seine Frau *Madeleine Muhß*) und mich auf die Methode der kontingenten Bewertung aufmerksam gemacht.

Vielen Dank an *Dipl. Ing. Olaf Haulsen*, der ebenfalls das zweite Kapitel inhaltlich gegengelesen hat und mich u.a. ermutigt hat, den Versicherungen mehr Gewicht beizumessen.

Meiner Freundin *cand. Dr. med. Edna Rinnau*, die mich bei abschließenden Kopier- und Versendarbeiten unterstützt hat, danke ich dafür, dass sie immer für mich da gewesen ist, wenn ich sie brauchte!

Bei *Dipl. Ing. Iris Hetz*, *Dipl. Ing. Petra Mayerhofer* und *Ass. jur. Rotraud Gitter* bedanke ich mich für das Gegenlesen kurzer Teile von ganz frühen Textversionen und für die vielen gemeinsamen Mensaessen, die mich immer auf andere und manchmal auch auf neue fachliche Gedanken gebracht haben.

Dipl. Sozialwirtin Ursel Hübner, die ich schon während des Studiums für ihre lebenspraktischen Sichtweisen bewundert habe, danke ich für Ihr Verständnis, welches mich zumindest in Teilen zur Überarbeitung des Textes veranlasst hat.

Meiner ehemaligen Kasseler Wohngemeinschaft, *Dr. Christine Mussel*, *Dr. Vera Lasch* und *Marion Frers*, danke ich für dafür, dass sie mir ein zweites Zuhause (neben meiner „Familienwohnung“ in Lüneburg) gegeben haben. Ich habe es sehr genossen, zu allen Jahreszeiten am Küchentisch unserer „Gartenküche“ zu sitzen und – auch mit den vielen Besuchern – Gespräche über Politik, über das Verhältnis zwischen Politik und Wissenschaft und über alles, was die Welt sonst noch bewegt, zu führen.

Meiner ältesten Freundin *Sabine Weber*, die mich so gut kennt, wie kaum jemand sonst, danke ich dafür, dass sie immer an mich geglaubt hat und es mir nachgesehen hat, wenn ich einmal unaufmerksam gewesen bin.

Meiner Freundin *Peggy Haulsen*, danke ich für die vielen, ganz alltäglichen Treffen mit dem weltbesten Latte Macchiato und die Unterstützung in Gesprächen und Alltagsfragen.

Dipl. Sozialwirtin Ilka Volkmer und ihrem Mann *Dr. Thorsten Agemar* danke für Ihre Einfühlksamkeit, vielfältige Hilfsbereitschaft und für den Rat, Dinge doch gelassener zu sehen.

Bei *Tanja Bharti Sobirey* und *Christoph Sobirey* habe ich sowohl im Kasseler Kirpi als auch in Heckershausen immer wieder, wenn auch oft nur für kurze Zeit, zur Ruhe kommen können und bin darauf gestoßen, die Welt in größeren Zusammenhängen zu sehen und zu erfahren.

Vielleicht kann ich ja *Dipl. Sozialwirtin Astrid Biele Mefebue* und *Dipl. Sozialwirtin Ann Friedrich*, die ich während meiner Zeit am Soziologischen Seminar in Göttingen im akademischen Jahr 2003/ 2004 kennen gelernt habe, ein „Vorbild“ aus persönlicher Anschauung sein, so wie es *Dr. Elfriede Ott* und *Dr. Christiana Berner*, deren Promotionsprozesse ich hautnah mitbekommen habe, für mich gewesen sind.

Ina Rust