

Kasseler Forschergruppe Empirische Bildungsforschung
Lehren – Lernen – Literacy

Bericht 2



Lernumgebungen auf dem Prüfstand

Zwischenergebnisse
aus den Forschungsprojekten

Kasseler Forschergruppe (Hg.)

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

ISBN 978-3-89958-394-6
URN urn:nbn:de:0002-3942

2008, kassel university press GmbH, Kassel
www.upress.uni-kassel.de

Umschlaggestaltung: Bettina Brand Grafikdesign, München
Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel
Printed in Germany

Vorwort: Lernumgebungen auf dem Prüfstand

Es ist nicht nur eine Frage der Wortwahl, wenn in den Einzelprojekten der Kasseler Forschergruppe zum Thema „Selbständiges Lernen im Fachunterricht“ die im Zentrum der Aufmerksamkeit stehenden Unterrichtsmodelle als „Lernumgebungen“ charakterisiert werden. Dahinter steht die Idee, dass in einem Unterricht, in dem Lehreranleitung und Schüler selbständigkeit in einen konstruktiven Ausgleich gebracht werden sollen, spezifische Szenarien für das eigentätige Lernen der Schülerinnen und Schüler geschaffen werden müssen. Wirksame Lernprozesse können im anspruchsvollen fachlichen Lernen nur erwartet werden, wenn die Schüler in die Regulierung des Lernens aktiv mit einbezogen werden. Lernumgebungen sind soziale und materielle Arrangements, in denen die Schüler Verantwortung für ihr Lernen und Arbeiten übernehmen können und die doch zugleich die initiierte, stützende und lernbegleitende Rolle von Lehrpersonen – also deren didaktische Gesamtverantwortung – wirksam zur Geltung bringen.

Auf den Prüfstand werden in den folgenden Beiträgen der Forschergruppe zunächst die konstruktivistische Konzeption der „Lernumgebung“ und die mit ihr verbundenen Gestaltungsformen – ihre Aufgaben- und Anerkennungskultur – gestellt (Beitrag Wollring).

Anschließend werden die in den Projekten der Forschergruppe speziell entwickelten und empirisch untersuchten einschlägigen Lernformen – gleichsam das Kasseler Inventar von Lernumgebungen – und die mit ihnen verknüpften Intentionen vorgestellt:

- Naturwissenschaftsaufgaben mit gestuften Lernhilfen (Beitrag Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski),
- Ko-konstruktive Lösungsprozesse bei mathematischen Modellierungsaufgaben (Beitrag Leiß, Blum & Messner),
- Computergestützte Arbeitsjournale für Oberstufenschüler (Beitrag Bosse) sowie
- Textbasierte kooperative Lernumgebungen für den Englischunterricht (Beitrag Finkbeiner, Knierim, Ludwig & Wilden).

Die Leserinnen und Leser mögen überprüfen, wieweit der Kasseler Forschergruppe eine Weiterführung der Didaktik der Lernumgebungen gelungen ist.

Für redaktionelle Hilfe sei Christina Schäfer, für die Formatierungsarbeit Monika Richter gedankt.

Rudolf Messner und Werner Blum

Inhaltsverzeichnis

Bernd Wollring

Zur Kennzeichnung von Lernumgebungen für den
Mathematikunterricht in der Grundschule 9

Gudrun Franke-Braun, Florian Schmidt-Weigand,
Lutz Stäudel & Rita Wodzinski

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen –
ein besonderes Aufgabenformat zur kognitiven
Aktivierung der Schülerinnen und Schüler und zur
Intensivierung der sachbezogenen Kommunikation 27

Dominik Leiß, Werner Blum & Rudolf Messner

Die Förderung selbständigen Lernens im
Mathematikunterricht – Problemfelder bei
ko-konstruktiven Lösungsprozessen 43

Dorit Bosse

Computergestützte Arbeitsjournale zur
Förderung selbstregulierten Lernens in der
gymnasialen Oberstufe 67

Claudia Finkbeiner, Markus Knierim,
Peter H. Ludwig & Eva Wilden

Textbasierte kooperative Lernumgebungen
im Englischunterricht – das ADEQUA-Projekt 81

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 101

Anschrift der Sprecher der Kasseler Forschergruppe
Empirische Bildungsforschung 101

Bernd Wollring

Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule

Zum Eingang

Mathematikdidaktik als „Design Science“ (Wittmann 1992, 1998) kennzeichnet eine Perspektive, welche die Aufgabe der fachdidaktischen Unterrichtsforschung darin sieht, unterrichtsbestimmende Bauelemente zu analysieren und zu entwickeln, für die sich die Bezeichnungen „Lernumgebung“ und „Arbeitsumgebung“ konsolidiert haben. Die erste dem Autor bekannte Erwähnung und Konzipierung findet der Begriff „Lernumgebung“ bei Friedrich und Mandl (Friedrich & Mandl 1977). Angereichert wird dieser Ansatz durch systematisches Einbinden von „Eigenproduktionen“ (Treffers 1983, Selzer 1993), durch die Sicht auf „Heterogenität“ und das Flexibilisieren zur Differenzierung (Hengartner 1999, 2002), durch die Perspektive des selbstbestimmten und „selbstregulierten“ Lernens (Leutner et al. 2004) und durch das Verbinden mit einer „Unterrichtskultur der Anerkennung“ (Prengel 2004). Diese Positionen kennzeichnen die Fachdidaktik, insbesondere die Didaktik der Mathematik für die Grundschule, durch das Wechselwirken von Diagnostik und Design (Wollring 1999).

Wir nehmen das Konzept der Lernumgebungen auf, basieren es auf einer konstruktivistischen Grundposition und einer Position zur Anerkennungskultur, kennzeichnen Lernumgebungen durch sechs Leitideen und beschreiben im Zusammenhang damit vier spezifische Aspekte von Eigenproduktionen.

Fachdidaktischen Bedarf und fachdidaktische Arbeitsfelder sehen wir in *Forschung, Entwicklung, Dissemination* und *Implementation*. Schwerpunkte universitärer Beiträge dazu liegen in der Forschung und Entwicklung unter Berücksichtigung der Möglichkeiten zur Dissemination und Implementation. In diesem Kontext ist das Entwickeln von Lernumgebungen ein auf den Unterricht bezogenes universitäres „Produktformat“ von zunehmender Bedeutung.

Konstruktivistische Grundposition

Wir vertreten eine „konstruktivistische Grundposition“ zum Lehren und Lernen in der Grundschule. Aus konstruktivistischer Sicht ist Lernen ein *aktives Konstruieren von Sinn*, das ein *autonom lernendes Individuum* vollzieht. Ein solches aktiv-konstruierendes Lernen, speziell im Fach Mathematik, wird unterstützt durch einen Unterrichtsrahmen, der *selbstbestimmtes Lernen*, *aktiv-entdeckendes Lernen* und *soziales Lernen* im Austausch miteinander ermöglicht und fördert (Winter 1989, Wittmann 1997). Lernen in der Grundschule ist demnach nicht primär als ein Vermitteln oder als ein wesentlich

lehrerzentrierter „transmissiver“ Vorgang zu sehen. Die Rolle der Lehrerinnen und Lehrer besteht bei dieser Sicht „lokal“ vorrangig darin, die Schülerinnen und Schüler als autonome aktiv Lernende zu begreifen und durch *effizientes Moderieren* und *angemessen ergänzendes Informieren* zu unterstützen. „Global“ besteht sie darin, *substanzielle Lernumgebungen zu konzipieren*, anzubieten und auszugestalten und die Eigenproduktionen dazu kompetent zu analysieren, zu diagnostizieren und für das weitere Arbeiten zu nutzen.

Gleichgewichte von Positionen

Über die konstruktivistische Grundposition hinaus sehen wir für den Unterricht bestimmte Gleichgewichte von Positionen als bedeutsam. Ein solches beschreibt etwa Donaldson als das „*Gleichgewicht von Invention und Konvention*“. Für den Mathematikunterricht in der Grundschule kennzeichnet dies die Notwendigkeit, dem „Neu-Erfinden“ von Bestehendem hinreichenden Raum zu geben und das aktive Konstruieren nicht vorzeitig durch zu starkes Fixieren auf bestehende Bezeichnungen und Konventionen zu lähmen.

Wir betonen ferner die Notwendigkeit zu einem „Gleichgewicht zwischen informativem Lernen und eigenverantwortlich organisiertem Lernen“. Dies mag zunächst fremd anmuten. Gemeint ist, dass die Lehrerin und der Lehrer die notwendige fundierte Kenntnis über die spezifische Sachlage haben, zudem den Überblick über die Vielfalt der zu dem aktuellen Problem gehörenden möglichen Ergebnisse und Strategien, so dass sie imstande sind, die Aktivitäten der Kinder durch geeignete nicht zu weit gehende Impulse zu unterstützen und zu ergänzen und den Kindern eine ergiebige Quelle für verlässliche sachliche Informationen zu sein. Denn bisweilen führt die gut gemeinte Organisation von überfordernder Eigenverantwortlichkeit dazu, dass die Kinder auch nach intensivem Befassen mit einer Arbeitssituation nicht die angestrebten Kenntnisse erarbeitet haben. Dies ist ein spezifisches Problem eines falsch verstandenen und falsch organisierten Lernens in Gruppen, das sich divergent entwickeln kann, wie es etwa beim „Lernen an Stationen“ im Mathematikunterricht bei mangelndem Aufarbeiten der an den Stationen entstandenen „pluralen“ Arbeitsergebnisse der Kinder möglich ist.

Anerkennungskultur

Die genannten Positionen konvergieren in einer Position, die wir mit dem Begriff der *Anerkennungskultur* kennzeichnen (Prenzel 2004). Wir sehen sie wesentlich darin, dass Lehrerinnen und Lehrer imstande sind, Teilleistungen der Kinder, noch nicht vollständige Lösungen oder erst teilweise entwickelte Strategieansätze positiv wertend in die Arbeit einer Lerngruppe aufzunehmen.

Wesentliches Element in einem von Anerkennungskultur bestimmten Klassenklima ist die positiv wertende und kompetenzorientierte Sicht auf die

Beiträge der Kinder im Gegensatz zu einer defizitorientierten Sicht, die vorrangig betont, was an dem Beitrag eines Kindes zur Vollständigkeit oder zur Richtigkeit noch fehlt.

Teilleistungen haben bei dieser Sicht eine zweifache Funktion: Zum einen sind sie sachlich nutzbare Beiträge zum Unterricht, zum anderen sind sie Beiträge zur Stärkung des Selbstkonzeptes der Lernenden. Darin liegt einer der wesentlichen Gründe für die Notwendigkeit einer fundierten fachdidaktisch getragenen Diagnosekompetenz als Ausbildungselement für Lehrerinnen und Lehrer.

Initiiertes Problemfeld: Mathematikbild und realer Mathematikunterricht in der Grundschule

Die hier vorliegenden von der technischen Organisation ausgehend in die intellektuelle Organisation des Unterrichts verweisenden Ideen zu Lernumgebungen sind zugegebenermaßen am Kondensationskern des Mathematikunterrichtes für die Grundschule entstanden.

Abgesehen davon, dass der Autor diesem Arbeitsfeld spezifisch verbunden ist, gibt es dafür umfassende Ursachen. Der Mathematikunterricht in der Grundschule erfährt in den Bewertungen der Kompetenzen, die aus ihm hervorgehen sollen, eine extrem hohe Einschätzung in unserer Gesellschaft. Man ist sich auch unter Fachleuten wie unter Bildungswissenschaftlern einig, dass diese Kompetenzen so etwas wie Grundwerte einer Allgemeinbildung in der Grundschule darstellen. Nun ist dieser Effekt leider von dem Fakt begleitet, dass gerade dieses Fach in vielen Bundesländern nur von einem Teil derjenigen studiert und durch ein Examen abgeschlossen ist, die es in der Grundschule unterrichten. Dies führt unter anderem dazu, dass in den Grundschulen ein in gewissem Sinn verengtes und traditionsstabilisiertes Mathematikbild den Unterricht bestimmt.

Ein Signal, das Experten alarmieren sollte, ist der nicht enden wollende Versuch, einen Terminus wie *Rechenschwäche* oder *Dyskalkulie* in der Bildungslandschaft justiziabel zu verankern. Es wird keineswegs verneint, dass es Kinder gibt, die im Mathematikunterricht problematische Leistungen zeigen und deren Leistungsfähigkeit einer Behinderung gleich kommt. Aber das ist beileibe nicht die Mehrheit, und die Kinder mit problematischen Mathematikleistungen insgesamt rechtfertigen in ihrer Vielzahl kaum eine Diskriminierung als behindert oder auch nur leistungsschwach. Die genannten Begriffe verweisen nach Auffassung des Autors vielmehr in unberechtigter Weise darauf, dass die Ursache der problematischen Mathematikleistungen primär im Kind gesucht wird und nicht im Unterricht mit all seinen organisatorischen und personellen Bedingungen. Der Begriff verweist ferner auf ein verengtes Mathematikbild, dessen Schwerpunkte durch Rechnen und Fertigkeiten gekennzeichnet sind. Diese Schwerpunktsetzung ist eine der innovationsresistentesten überhaupt, und es ist zu hoffen, dass den auf

Bundesebene verabschiedeten Bildungsstandards (KMK 2004) der Erfolg beschieden ist, dieses Mathematikbild zu erweitern, sowohl in den Gegenstandsbereichen in Richtung auf *Arithmetik – Geometrie – Anwendungen* als auch in den Anforderungsebenen, wie sie etwa durch *Reproduzieren – Verbindungen schaffen – Verallgemeinern* in dem entsprechenden hessischen Konzept der Orientierungsarbeiten dargelegt sind (KMK 2004, HKM 2006).

Aufgaben, Aufgabenformate und Lernumgebungen

Das zentrale Organisationselement des Mathematikunterrichtes sind Aufgaben. Aufgaben sind daher in ihrer Struktur, ihrer Darstellung und ihrer Evaluierbarkeit seit längerem Gegenstand der empirischen Bildungsforschung. Aufgaben sind gewissermaßen die kleinsten Organisationseinheiten des Mathematikunterrichtes und Lernumgebungen sind nach unserer Auffassung „große gerahmte Aufgabenfelder“. Das Konzept der Lernumgebungen, wie es im Folgenden entfaltet wird, ist nach Auffassung des Autors daher im Mathematikunterricht der Grundschule nur dann wirksam, wenn in der spezifischen „kleinen“ Aufgabe bereits die „umfassende“ Lernumgebung für Lehrende sichtbar wird.

Dies wird möglicherweise deutlich, wenn man die Organisationsformen des Mathematikunterrichtes nicht allein, aber wesentlich durch die folgende Sequenz beschreibt:

Aufgaben < Aufgabenformat < Lernumgebung

Eine wünschenswerte Lehrerkompetenz wird darin gesehen, dass diese Sequenz zu Konzeption von Unterricht flexibel aufwärts wie abwärts durchlaufen wird, um so Anpassungen und Flexibilität aus Kernelementen heraus entwickeln zu können. Aufgaben sind gewissermaßen Repräsentanten großer Komplexe, in denen Lehrende sich steuernd bewegen können, bis sie bei ihren Adressaten als Resonanz das beobachten, was derzeit in den Projekten unserer Forschergruppe mit *kognitiver Aktivierung* bezeichnet wird.

Durchlaufen wir einmal die genannte Sequenz: Eine Aufgabe im Mathematikunterricht ist durch eine gewisse Spezifiziertheit gekennzeichnet. In dieser Spezifiziertheit aber sollte unter der Perspektive Lernumgebungen zu schaffen gerade die Wandelbarkeit erkannt werden. Es geht hier nicht nur darum, zwischen offenen Aufgaben, die einen Befund erfordern und nicht offenen Aufgaben zu unterscheiden. Es geht vielmehr darum, in bestimmten Elementen einer Aufgabe ansteuerbare Organisationselemente zu sehen. So bietet etwa das verwendete Zahlenmaterial in einer Aufgabe einen solchen Ansatz zum Aussteuern. Bestimmte andere Elemente steuern Umfang und Schwierigkeitsgrad und wiederum andere Elemente steuern die Option, die

Aufgabe individuell oder kooperativ zu bearbeiten. Eine in diesem Sinne flexibel gesehene, in der Regel schriftlich formulierte Aufgabe nennen wir ein Aufgabenformat. Ohne es hier auszuarbeiten geben wir als illustrierende Beispiele einfach nur zwei Stichworte: Aufgabenformat *Zahlenmauern* und Aufgabenformat *Stau-Aufgabe*.

Aufgabenformate sind in der Regel schriftlich dokumentierbar und z. T. in Kompendien schriftlich vorbereitet zu finden. Eine Lernumgebung entsteht aus einem Aufgabenformat durch die konkrete Realisierung vor Ort im Unterricht. Hier stellt gerade die Grundschule umfassende Anforderungen an das Implementieren, die in den konfektioniert vorbereiteten Unterrichtsmaterialien nicht berücksichtigt sein können, sondern von dem Lehrenden spezifische Entscheidungen und Strukturierungen verlangen, die der konkreten Situation Rechnung tragen. Die Anforderungen an diese Implementierung sind in den Leitideen dargestellt.

Lernumgebungen: Leitideen zum Design

Die Bezeichnungen *Lernumgebung* und *Arbeitsumgebung* werden im Folgenden synonym genutzt. Kennzeichnungen als „Arbeits- und Lernumgebung“ oder „Lern- und Arbeitsumgebung“ im aktuellen Diskurs belegen diese Synonymität. Sie kennzeichnen die Auffassung, dass Lern- und Arbeitsumgebungen sowohl für das individuelle Lernen als auch für das soziale Lernen in einer kleineren oder größeren Gemeinschaft als Organisationsform gemeint sind.

Der Terminus *Lernumgebung* als Erweiterung des üblichen Begriffs *Aufgabe* beschreibt im Wesentlichen eine *Arbeitssituation als Ganzes*, die aktiv entdeckendes und soziales Lernen ermöglichen und unterstützen soll (vgl. Wittmann 1997).

Eine Lernumgebung ist im gewissen Sinne eine natürliche Erweiterung dessen, was man im Mathematikunterricht traditionell eine „gute Aufgabe“ nennt. Eine Lernumgebung ist gewissermaßen eine *flexible Aufgabe* oder besser, eine *flexible große Aufgabe*. Sie besteht aus einem *Netzwerk kleinerer Aufgaben, die durch bestimmte Leitgedanken zusammen gebunden werden*.

Wir unterscheiden sechs Leitideen zum Design von Lernumgebungen:

- L1 Gegenstand und Sinn, Fach-Sinn und Werk-Sinn
- L2 Artikulation, Kommunikation, Soziale Organisation
- L3 Differenzieren
- L4 Logistik
- L5 Evaluation
- L6 Vernetzung mit anderen Lernumgebungen.

Die Leitideen sind keine trennscharfen und klassifizierenden Kennzeichnungsbausteine, vielmehr beschreiben sie die Ganzheit einer Lernumgebung anhand verschiedener Aspekte. So kann eine Lernumgebung – und das ist wohl die derzeit häufigste Darstellungsform – auf einer Schulbuchseite basieren, gerahmt durch geeignete Organisationselemente und Informationen. Sie kann aber auch aus einem differenzierten und komplexen Materialsatz bestehen, der eine gezielte logistische Bereitstellung erfordert und der geeignete Organisationsdokumente und Hilfsmittel einschließt.

Es ist eine hilfreiche Vorstellung, sich die Leitideen und ihre Auswirkung auf die konkrete Ausformung einer Lernumgebung wie kooperierende Diskussionsteilnehmer vorzustellen, deren Arbeit sowohl kontroverse als auch konsensuelle Elemente aufweist. Konkret bedeutet dies, dass das reale Implementieren von Lernumgebungen vor Ort stets auf organisatorischen Kompromissen zwischen den Impulsen beruht, die von den einzelnen Leitideen ausgehen. Eine Ausbalanciertheit dieser Einflüsse ergibt sich erst als Unterrichtskonzept beim Implementieren vieler Lernumgebungen in derselben konkreten Lerngruppe. Der Idee und Forderung der Ausbalanciertheit zwischen den verschiedenen Leitideen steht ein bewusstes lokales und temporäres Setzen von Schwerpunkten gegenüber, um bestimmte aktuelle Probleme anfassen zu können.

Das Zusammenwirken der Leitideen in einer „balanced scorecard“ („ausgewogene Bewertungstafel“) zeigt das folgende Bild:



In diesem Sinne sehen wir Lernumgebungen und die sie bestimmenden Leitideen als einen Ausformungsrahmen für Aufgaben und Aufgabenformate der wesentlich durch die Entscheidungen einzelner Lehrender oder Teams von Lehrenden angesichts der ihnen konkret begegnenden Problemlage bestimmt ist. Ein sinnvolles Element der Lehrerbildung wird daher darin gesehen, Lehrende dazu zu befähigen, ausgehend von konkreten Aufgaben

Aufgabenformate und Lernumgebungen zu sehen und entwickeln zu können und ausgehend von den rahmenden Ideen einer Lernumgebung Aufgabenformate und Aufgaben entwickeln und evaluieren zu können.

Leitidee 1 Gegenstand und Sinn

Die Leitidee L1, gewissermaßen präsidierend am Kabinetttisch der Leitideen, betrifft die Sinnggebung der Gegenstände, die die Lernumgebung bestimmen. Was im Folgenden zur Mathematik gesagt ist, gilt *mutatis mutandis* auch für andere Fächer oder Lernbereiche.

Mathematischer Sinn. Der mathematische Sinn des bearbeiteten Gegenstandes bildet die Grundsubstanz und den Kern der Lernumgebung. Es kann nicht das Ziel sein, sich von den substanziellen Kernen des Faches Mathematik durch vermeintlich Freude und Engagement bringende Aktivitäten zu entfernen. Vielmehr geht es darum, in den Gegenständen und den auf sie bezogenen Aktivitäten substanzielle mathematische Ideen und mathematische Strategien anzusprechen. Diese mathematische Substanz geht weit über Rechenfertigkeiten hinaus, ist in den Bildungsstandards hervorragend dargestellt und nach allem, was man empirisch weiß, in geeigneter Formatierung und bei geeigneten Artikulationsangeboten auch für Kinder im Elementarbereich und in der Grundschule erreichbar.

Werksinn. Der Werksinn der bearbeiteten Gegenstände ist ein Element, das insbesondere im Elementarbereich und in der Grundschule einzufordern ist. Natürlich gibt es im Mathematikunterricht wie in allen anderen Unterrichten zu bestimmten Fächern auch Elemente, die ein spezifisches Trainieren bis zur Geläufigkeit erfordern. Aber die Beziehung von Lernenden zum bearbeiteten Gegenstand baut sich im Wesentlichen über den Werksinn auf, d. h. über seine oder ihre spezifische Wertschätzung oder Bedeutungseinschätzung dieses Gegenstandes über die Mathematik hinaus, sei es durch eine Einschätzung der Nutzbarkeit oder sei es durch eine Einschätzung von Schönheit oder Attraktivität. Der Werksinn ist wesentlich bestimmend dafür, positive Bildungserlebnisse als lange haltbare Grundbausteine zum Aufbau eines Wissensnetzes zu gewinnen.

Letzteres verweist darauf, dass eine weitere Sinnggebung die Auswahl des Gegenstandes mitbestimmt: Die erwartete Auswirkung auf das Selbstkonzept der Lernenden. Entscheidend ist, dass nach dem Erleben einer Lernumgebung ein Bewusstsein höherer Kompetenz und größerer kognitiver Stärke das Denken des Lernenden bestimmt. Sie muss nicht darin bestehen, dass die intellektuellen Anforderungen, die vom Gegenstand ausgehen, bereits zur Gänze bewältigt sind, sie kann auch darin bestehen, dass eine Auseinandersetzung mit diesem Gegenstand oder dem Feld, in das er eingebettet ist, soweit angeregt wird, dass ein selbst tragender Impetus zur Befassung damit ausgelöst wird.

Leitidee 2 Artikulation, Kommunikation, Soziale Organisation

Handeln – Sprechen – Schreiben. Artikulationsformen bezeichnen das Darstellen von Arbeitswegen und Arbeitsergebnissen für den Lernenden selbst, insbesondere aber für andere, sei es die Lehrerin, die an einer Erfolgsbestätigung oder Erfolgskontrolle interessiert ist, oder seien es die Lernpartner, Mitschülerinnen und Mitschüler, die im Rahmen des sozialen Lernens an diesen Wegen und Ergebnissen Anteil nehmen sollen.

Die derzeit aktuellen Maßnahmen zur Qualitätssicherung im Unterricht basieren durchgehend auf schriftlichen Äußerungen der Kinder. Dies ist mit gewissen Einschränkungen für Auswertungen größeren Stils akzeptabel.

Wir vertreten die Auffassung, dass als Artikulationen Handeln, Sprechen und Schreiben insgesamt den Unterricht bestimmen sollten. Für die meisten Kinder gehen Kompetenzen, die sich in Handlungen äußern, den Kompetenzen in mündlichen und schriftlichen Äußerungen zeitlich weit voraus, und wiederum bei den meisten Kindern geht die Kompetenz in den mündlichen Äußerungen der Kompetenz in den schriftlichen Äußerungen voraus. Nach Möglichkeit sollten Lernumgebungen daher alle diese Artikulationsoptionen ausnutzen.

Gerade der Mathematikunterricht leidet häufig unter einer sehr strengen Eingrenzung der zugelassenen Artikulationen. Ein zu frühes Verwenden einer festgelegten und unnatürlichen Fachsprache, ein zu frühes Fordern einer formal korrekten Schriftsprache und ein zu frühes Festlegen formularartiger Schreibweisen belasten die gegenseitige Verständigung über mathematische Inhalte und Verfahren in der Grundschule eher, als dass sie diese fördern. Lernumgebungen sollten, soweit dies eben geht, den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre Verfahren und Ergebnisse flüchtig und nicht flüchtig darzustellen, und zwar so, dass diese Darstellungen Entdeckungen ermöglichen und unterstützen, bedeutsame Zwischenergebnisse festhalten und dokumentierenden und informierenden Wert für andere haben. Hier kann die Idee einer „doppelten Heftführung“ helfen: Formelle Notizen werden in einem bestimmten Heft festgehalten, informelle Notizen und spontane Ideen in einem anderen, dem „Ideenheft“ (Spindeler 2006).

Die Kinder sollten in den frühen Phasen der Erarbeitung eine Vielzahl an Artikulationsmöglichkeiten nutzen können. Dazu gehören etwa ein informelles provisorisches Verwenden der gesprochenen und der geschriebenen Sprache, Möglichkeiten, ein Material reversibel zu gestalten, Möglichkeiten, das eigene Tun begleitend auf eine nicht flüchtige Art zu dokumentieren, diese Dokumentation aber so zu gestalten, dass sie Möglichkeiten der individuellen oder gemeinsamen Aufarbeitung bietet.

Raum zum Gestalten: Spiel-Raum. Um in den Lernumgebungen die erforderlichen Optionen zum eigenen Gestalten zu öffnen, ist zu beachten, dass es Bereiche geben sollte, in denen die Gegenstände in ihren jeweiligen mate-

riellen Repräsentationen auch tatsächlich flexibel zu gestalten sind. Diesen Raum zum Gestalten in der Lernumgebung mag man den „Spiel-Raum“ nennen.

Raum zum Behalten: Dokumente. Der Spiel-Raum ist zu unterscheiden von dem Raum zum Behalten und durch diesen zu ergänzen. Der Raum zum Behalten umfasst alle Formen der Dokumentation, die für späteres Arbeiten bleiben sollen.

Viele uns bekannte Konzepte von Arbeitssituationen leiden in ihrem Artikulationsangebot unter einem Mangel im Bereich des Spielraumes und einem Überangebot im Bereich des Dokumentierens. Typische Beispiele dazu sind Rechnungen, bei denen als Artikulation oft nur die niedergeschriebene Endfassung zugelassen ist. Zu ergänzen wären sie durch einen Spielraum für Nebenrechnungen, unterstützende Bilder oder Mind Maps.

Artikulation bestimmt Korrespondenz. Die zugelassenen Artikulationen einer Lernumgebung bestimmen die Möglichkeiten zur Korrespondenz zwischen den Beteiligten, die in dieser Lernumgebung arbeiten. Die Artikulationen sind deswegen auch auf ihre Austauschfähigkeit hin zu konzipieren. Die Korrespondenzoptionen bestimmen ihrerseits die soziale Organisation der Lernumgebung und die Möglichkeiten zur Kooperation.

Artikulationsunterstützung ist sachgemäße Entwicklungs- und Lebenshilfe. Im Bereich der Mathematik in der Grundschule ist häufig ein weit größeres Potenzial an Wissen und Strategien zu heben, wenn man die Artikulationsmöglichkeiten angemessen erweitert. Die Unterstützungen in Situationen, die durch unzureichende Leistungen eines Kindes bestimmt sind, sollten zunächst dadurch bestimmt sein, die Artikulationsoptionen zu erweitern und dann erst durch das Zugeben unterstützender Informationen zum Gegenstand.

Insbesondere angesichts der erheblichen Probleme mit der geschriebenen und gesprochenen Sprache, die unseren Grundschulunterricht derzeit kennzeichnen, erscheint es sinnvoll, mathematisches Arbeiten mit vielfältigen Artikulationsmöglichkeiten zu starten und Artikulationen, in denen die Kinder konstruktive Resonanz zeigen, zu bewahren, bis sie darin eine gewisse Sicherheit aufgebaut haben und dann die formale schriftsprachliche Bewältigung in einem zweiten Schritt zu erarbeiten, ohne dass dabei der semantische Hintergrund der Erstbearbeitung verloren geht.

Leitidee 3 Differenzieren

Lernumgebungen müssen die Möglichkeit bieten, durch Variieren von Daten und Strukturelementen auf unterschiedliche Lernvoraussetzungen von Kindern einstellbar zu sein, sie sollten *Differenzierungsräume* „öffnen“.

Aussteuerbare Aufgabenformate und natürliche Differenzierung. Diese Organisationselemente öffnen Differenzierungsräume bei Lernumgebungen zum Mathematikunterricht für die Grundschule: Aussteuerbare Aufgabenformate sind solche, bei denen man durch Variieren gewisser Zahlen oder Formen und gewisser Daten, die den Arbeitsaufwand und die Schwierigkeit der Aufgabe bestimmen, Angebote für alle Kinder im Feld zwischen geringen Leistungen und überdurchschnittlichen Leistungen einstellen kann. Besonders günstig ist es, wenn ein solches Variieren im eigenverantwortlichen Lernen von den Kindern selbst durchzuführen ist, in diesem Falle bietet die Lernumgebung Raum für *natürliche Differenzierung*.

Spezielle Bedarfslagen: Einschränkungen, Stärken. Zunehmend wird an Lernumgebungen die Forderung herangetragen, dass sie für Arbeitssituationen tauglich zu sein haben, in welchen die Beteiligten sehr heterogene Voraussetzungen einbringen (Hengartner 2002). Die Forderung besteht darin, eine Lernumgebung global wie lokal auf solche Heterogenitäten einstellen zu können.

Differenzieren in Kooperationen. Eine weitere Form der Differenzierung besteht darin, dass man die Aufgabe oder das Problem in eine kooperative Lernumgebung einbettet, die arbeitsteilig bewältigt wird, und zwar so, dass die anfallenden Teilaufgaben von unterschiedlichem Anspruch sind, das Gesamtergebnis aber für alle an der Kooperation Beteiligten als eigener Beitrag empfunden wird.

Balance der Leitideen

Das Design von Lernumgebungen nach den ersten drei Leitideen L1, L2 und L3 kann zu Entfaltungen ohne Rücksicht auf die notwendigen Aufwendungen führen. Das Aufnehmen der zweiten drei Leitideen L4, L5 und L6 betont die Ökonomie beim Design von Lernumgebungen. So steht in der „*Balanced Scorecard*“ die Fraktion der „ausweitenden“ Leitideen L1, L2 und L3 der Fraktion der „eingrenzenden“ Leitideen L4, L5 und L6 ausgleichend gegenüber.

Leitidee 4 Logistik

Zunehmend bedeutsam im Schulalltag, nicht nur im Zuge der „neuen Verwaltungssteuerung“ ist das „wirtschaftliche Steuern des eigenen Verantwortungsbereiches“ (Harburger 2005), auch im Planen und Realisieren eines Unterrichts, der durch Lernumgebungen bestimmt ist.

Insbesondere das Einbeziehen der Leitidee Logistik soll „abgehobene“ Konzepte zu Lernumgebungen in den Bereich schulischer Machbarkeit holen. Wir beziehen logistische Planungsgesichtspunkte auf Material, Zeit und Zuwendung.

Material. Viele Lernumgebungen zum Mathematikunterricht für die Grundschule sind wesentlich durch das verwendete Material gekennzeichnet. *Investives Material* bildet einen bleibenden Bestand, *konsumtives Material* wird beim Arbeiten verbraucht. Soll eine Lernumgebung Raum zum experimentierenden Gestalten geben und dessen Ergebnisse zudem festgehalten werden, ist manches käufliche Material im nötigen Umfang unerschwinglich. Eine wesentliche Ressource bildet Material, das sich mit vertretbarem Aufwand in der Schule selbst herstellen und bleibend nutzen lässt.

Das investive Material zu einer Lernumgebung in Form einer „Kiste“, eines Ordners, einer Software oder anderer Hilfsmittel sollte so organisiert sein, dass es der Lehrerin einen unproblematischen und von technischen Detailvorbereitungen unbelasteten Einsatz im Unterricht ermöglicht, dass es sich in der Schule leicht transportieren lässt und so nicht nur im Klassenraum, sondern auch in Lernwerkstätten, Konferenzen und Veranstaltungen außerhalb der Schule zu nutzen ist. Effizient ist dabei ein Fundus für Lehrer, in dem Materialien zu den Lernumgebungen zusammen mit dazu gewonnenen Dokumenten verfügbar sind.

Zu konsumtivem Material ist zu bedenken, dass Kinder zu dem verwendeten Material häufig eine emotionale Beziehung aufbauen. Hilfreich ist dann Material, das die Kinder sich im Wortsinn „zu Eigen“ machen können: Sie behalten Teile des Materials – nicht nur Dokumente – als Eigentum für sich und belassen andere Teile erreichbar in ihrem Klassenraum.

Mathematische Aufgabenstellungen, die im Leben des Kindes über die Unterrichtssituation hinaus keine intellektuellen oder materiellen Spuren hinterlassen, etwa im Sinne eines verbleibenden Schriftstücks oder eines verbleibenden Materials oder eines verbleibenden Produktes, zu dem ein persönlicher Bezug besteht, sind für Lernumgebungen weniger gut geeignet. Gallin und Ruf betonen in ihrer Konzeption des Lerntagebuchs gerade diese eigene Vereinnahmung des Materials durch das Kind, sein Besitzergreifen und Behalten auf besondere Art und Weise (Gallin & Ruf 1999).

Materialwerkstatt. Eine Materialwerkstatt in der Schule ermöglicht es, zumindest elementare Materialien kostengünstig herzustellen. Ein kleines Grafiklabor mit einem angemessenen Rechner, einem passend ausgelegten Drucker und einer kleinen Papierwerkstatt (Kopieren, Schneiden, Laminieren, Binden) bildet eine geeignete logistische Plattform und einen Ort für entsprechende Kooperationen. Aber auch andere Schulwerkstätten (etwa zur Holzbearbeitung) sollten bewusst in das Design von Lernumgebungen einbezogen werden.

Ein spezifisches Problem besteht darin, dass viele Lernumgebungen, speziell solche zur Geometrie in der Grundschule, *logistisch extensiv* konzipiert sind. Um die empfundenen Anforderungen an sachliche Korrektheit, passende Artikulation und mögliche Differenzierung angemessen einzulösen, wird

großer logistischer Aufwand betrieben. Wenn der Aufwand nicht zu bleibend nutzbaren Strukturen führt oder im Schulalltag nicht einzulösen ist, bleiben solche Konzepte wirkungslos und haben keine Chance zur Dissemination.

Zeit. Vorbereiten und Durchführen der Arbeit in einer Lernumgebung sind auch nach Zeitaufwand zu bewerten. Lernumgebungen, deren Implementieren viel Zeit erfordert, sollten langfristig nutzbar sein. Hier ist ein ökonomisches Umgehen mit der Ressource Zeit unumgänglich.

Im Sinne einer angemessenen Ökonomie sollten Lernumgebungen so sein, dass die Kinder im Unterricht nicht eine Unausgewogenheit an Material und Zeitaufwand zwischen den Lernumgebungen spüren, die sie unbewusst in ein unausgewogenes Gewichten der Bedeutung der betreffenden Gegenstände übertragen.

Zuwendung. Wir charakterisieren „Zuwendung“ hier nicht nach psychologischen Standards und nutzen eher ein common-sense-Verständnis zu diesem Begriff. Unter anderem sehen wir Zuwendung als eine quantitative Größe, die einem Lehrer oder einer Lehrerin als Person eigen ist. Wir glauben, dass eine Lehrperson ihre Zuwendung in einer Lerngruppe nur geringfügig durch Training steigern kann, sie kann diese Zuwendung lediglich verschieden an die Schülerinnen und Schüler verteilen. Es gilt ein Erhaltungsprinzip für den Umfang der Zuwendung. Erfordern bestimmte Schülerinnen und Schüler mehr Zuwendung als andere, so geht diese Zuwendung den anderen ab. Die Konzeption guter Lernumgebungen sollte dies kompensieren und sicherstellen, dass die Lernumgebung keine Zuwendung erfordert, die letztlich nicht aufzubringen ist, und dass die Kinder, die weniger Zuwendung erfahren, im Ausgleich dafür sachbezogen und erfolgreich kooperieren können.

Leitidee 5 Evaluation

Im ursprünglichen Ansatz vieler Entwickler zunächst nicht mitgedacht und möglicherweise durch die aktuellen Diskussionen um externe Evaluation von Unterricht belastet, ist die Option, eine Lernumgebung evaluieren zu können, ein wesentlicher Gesichtspunkt bei ihrer Konzeption.

Lernumgebungen sollten auf mehreren Ebenen evaluierbar sein. Diese Evaluierbarkeit sollte mit angemessenem Aufwand möglich und dennoch informativ und valide sein. Die Evaluierbarkeit von Lernumgebungen betrifft mehrere Dimensionen: Bedeutsam ist nicht nur das Evaluieren von Kompetenzen einzelner Schüler oder Gruppen, etwa im Rahmen der Qualitätssicherung, bedeutsam ist ebenso der Beitrag der Lernumgebung zum Unterrichtserfolg insgesamt, also eine Evaluation als Beitrag zur Qualitätssicherung des Unterrichts und der Schulentwicklung.

Das Evaluieren im Mathematikunterricht sollte über einen traditionellen ergebnisorientierten Leistungsbefund bei den einzelnen Schülerinnen und

Schülern deutlich hinausgehen. Wir teilen hier die Positionen von Selter zur „informativen Leistungsfeststellung“ (Selter 2000), von Doug Clarke zum „Linking Assessment and Teaching“ (Doug Clarke 1999) und bündeln diese im Konzept der „handlungsleitenden Diagnostik“ (Wollring 2005).

Demnach geht das Evaluieren der Schülerbeiträge im Mathematikunterricht der Grundschule weit über die Unterscheidung von „richtig versus falsch“ hinaus. Die auf das Ergebnis bezogene Evaluation ist zu ergänzen durch Evaluationen, die sich auf die Strategie beziehen. Dazu sollte die Lernumgebung *Strategiedokumente* zulassen, einfordern und unterstützen. Sie ist ferner zu ergänzen durch eine Evaluation, die den *spezifischen Unterstützungsbedarf* des Kindes beschreibt, d. h. die Lernumgebung sollte in ihren Dokumenten Ansätze für Förderimpulse bieten.

Zu evaluieren ist zudem das, was an der jeweiligen Schülerleistung *anerkanntenswert* ist, also die Teile, die sich dazu nutzen lassen, das Selbstkonzept des Kindes zu stärken. Und zu evaluieren ist, was an der jeweiligen Leistung über die Einzelarbeit hinaus *nutzbar* ist, also das, was sich eignet, um in eine gemeinsame Arbeit oder in Meta-Aufgaben eingebracht zu werden, kurzum, was zum sozialen Lernen beiträgt.

Insgesamt sollte die Evaluation nicht nur Befunde über den Lernstand der Kinder erheben, sondern auch das rekursive Optimieren der Lernumgebung unterstützen.

Leitidee 6 Vernetzung mit anderen Lernumgebungen

Die Vernetzung erfolgt auf verschiedenen Ebenen. Winter spricht in diesem Zusammenhang von „Beziehungsreichtum“. Lernumgebungen stehen nicht isoliert im Mathematikunterricht der Grundschule. So sind sie in der Regel schwerpunktmäßig einem bestimmten mathematischen Gegenstand gewidmet. Häufig aber stehen sie im Sinne einer beziehungshaltigen Mathematik auch im Kontakt mit mehreren verschiedenen mathematischen Gegenständen, Darstellungsformen oder Argumentationsmustern. Beziehungen zu anderen Strategien im selben mathematischen Problemfeld kennzeichnen eine Lernumgebung im engeren Sinne.

Ein weiteres Beziehungsfeld beschreibt die Beziehungen zu anderen Bereichen im Mathematikunterricht. Diese wiederum werden umfasst durch die Beziehungen zu anderen Fächern in der Grundschule, zu Sprachen, Sachunterricht, Religion, Sport, Kunst und Musik. Und diese wiederum werden umschlossen von den Beziehungen der Lernumgebung zur außerschulischen Lebenswelt.

Situative und materielle Lernumgebungen

Der Terminus *Lernumgebung* kennzeichnet eine Arbeitssituation in der Schule mit all ihren gegenständlichen, sozialen und technischen Bedingungen, soweit sie durch eine Planung zu beeinflussen sind. Eine Lernumgebung in diesem Sinne bezeichnen wir als *situative Lernumgebung*.

Der Terminus *Lernumgebung* beschreibt aber auch sämtliche Vorbereitungselemente, zusammengefasst etwa in einer „Kiste“ mit geeignet vorbereitetem Material, bestehend aus Aufgabenstellungen, Experimentiermaterial, Eigenproduktionen, Software und Hardware und Verbrauchsmaterial. In diesem zweiten Sinne sind Lernumgebungen typische materielle Bestandteile von Lernwerkstätten an Schulen oder Universitäten. Sie sollen den Lehrenden ermöglichen, die entsprechende situative Lernumgebung im Unterricht einzurichten. Eine Lernumgebung in diesem Sinne bezeichnen wir als *materielle Lernumgebung*.

Der Begriff der materiellen Lernumgebung beschreibt somit das Dokumentierbare, Übertragbare oder Übernehmbare einer Lernumgebung, gewissermaßen das, was als Planungskonsens und Erfahrungskonsens aus verschiedenen situativen Lernumgebungen verbleibt. Der Begriff ist verwandt mit dem der *Unterrichtseinheit*, wie Wittmann sie versteht, und dem Begriff der *didaktischen Einheit*, wie etwa Ben-Chaim sie beschreibt.

Aneignung von Lernumgebungen durch Eigenproduktionen

Eine systematische Diskussion von „Eigenproduktionen“ im Mathematikunterricht der Grundschule besteht etwa seit 1983 (Treffers 1983, Selter 1993), wenngleich es auch wesentlich früher Beiträge gab, die man heute darunter subsumieren kann, etwa von Oehl und von Kerschensteiner. Gemeint sind Dokumente zu Ergebnissen, Vorgehensweisen, Strategien von Kindern beim Bearbeiten von Problemen, sowohl vor formeller Unterweisung als auch daran anschließend.

Vier Funktionen kommen den Eigenproduktionen im vorliegenden Kontext zu:

- **E1.** Sie sind für Lehrerinnen und Lehrer *authentische Erfahrungen* und *ein Ausgangspunkt zum Planen* von Unterricht.
- **E2.** Sie dienen Lehrerinnen und Lehrern im Rahmen handlungsleitender Diagnostik zur *Konzeption spezifischer Unterstützungen* von Schülerinnen und Schülern. Dies umfasst Differenzieren, Förderimpulse und besondere Herausforderungen.
- **E3.** Sie bilden die *Substanz für Meta-Aufgaben*, deren Konzept darin besteht, dass Lernende beim Bearbeiten eines Problems Teilleistungen oder vollständige Bearbeitungen von anderen positiv würdigend in ihren Arbeitsprozess einbeziehen und darauf Bezug nehmen.

- **E4.** Sie dienen der sukzessiven *Aneignung von Lernumgebungen* dadurch, dass die der Lernumgebung ursprünglich beigegebenen „fremden Eigenproduktionen“ zunehmend angereichert oder ersetzt werden durch Eigenproduktionen, welche die Lehrerin oder der Lehrer im eigenen Unterrichten gehoben hat. So ändert sich die Lernumgebung, man macht sie sich damit im Sinne des Wortes „zu eigen“. Wirkt dieser Aneignungsprozess auf die Struktur der Lernumgebung ein und ändert sie, in der Regel zu höherer Wirksamkeit, so bezeichnen wir diesen Prozess als *rekursives Design von Lernumgebungen*.

Eigenproduktionen dokumentieren, über längere Zeit gesammelt, die Geschichte der Verwendung einer Lernumgebung.

Rekursives Design von Lernumgebungen

Eine wesentliche Funktion von Eigenproduktionen E4, die alle anderen in sich aufnimmt, ist das durch sie bestimmte *rekursive Design von Lernumgebungen*. Es besteht in der fortschreitenden Optimierung der materiellen Lernumgebung, in der implizit gewonnenen diagnostischen Kompetenz und schließlich in der Bereicherung des Lernklimas durch Lerndokumente und dem von ihnen ausgehenden Anerkennungsanspruch. Basis dazu ist das systematische Dokumentieren von Eigenproduktionen in der Verwendungsgeschichte der Lernumgebung.



Desiderata

Der Begriff *Lernumgebung* ist auf dem Weg zu einem bildungspolitischen Terminus, nicht nur in der Didaktik der Mathematik. Er hat einen intentionalen Impuls und soll das Aufarbeiten aktueller Desiderata zum Unterricht unterstützen. Fünf Desiderata seien benannt:

- *Unterrichtskultur 1.* Eigenverantwortliches und selbstorganisiertes Lernen der Lernenden im Mathematikunterricht stärken.
- *Unterrichtskultur 2.* Lernen mit fachbezogener Korrespondenz unterstützen.
- *Fachdidaktik 1.* Fachdidaktik als Entwicklungsforschung herausfordern.
- *Fachdidaktik 2.* Fachdidaktik in der Forschung zur Diagnostik stärken und Konzepte diagnostischer Kompetenz für Lehrerinnen und Lehrer entwickeln.
- *Mathematikunterricht intern.* Neue Impulse dazu geben, Mathematik in der Grundschule als eine Ganzheit aus Arithmetik, Geometrie und Anwendungen zu sehen und insbesondere Geometrie in der Grundschule als integralen Teil der Mathematik zu betrachten.

Schlussperspektive

Lernumgebungen sehen wir als ein Planungs- und Organisationskonzept, mit dem konstruktivistisch orientiertes Lernen und ein damit verbundenes positives Lernklima zu realisieren sind. Lernumgebungen bilden somit sinnvolle Organisationseinheiten in der Lehrerbildung. Es kann nicht darum gehen, den Kindern das Aufbringen aller sachlichen Informationen selbst zu überlassen und sie mit dem so entstandenen oft unzureichenden Wissensbestand aus den Lernumgebungen zu entlassen. Vielmehr geht es darum, das eigene Gestalten, das Neu-Erfinden und das Wieder-Erfinden soweit einzubeziehen, dass die Kinder *das Erarbeitete als ihr Eigenes ansehen* und auf dieser Basis bereit sind, ergänzende Information und allgemein akzeptierte Konventionen anzunehmen, ohne dass dieses Eigene verloren geht.

Literatur

- Artigue, M. & Perrin-Glorian, M.-J. (1991): Didactic engineering. Research and Development Tool: Some Theoretical Problems Linked to this Duality. For the Learning of Mathematics 11 (1991), pp. 5-29.
- Becker, J.P. & Shimada, S. (1997): The Open-Ended Approach. A New Proposal for Teaching Mathematics. Reston, Virginia: NCTM 1997.
- Clarke, Dg. (1999): Linking Assessment and Teaching: Building on What Children Know and Can Do. Melbourne: Proceedings of the 1999 Early Years of Schooling P-4 Conference, pp. 12-16.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1997): Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: F.E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.): Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie. Pädagogische Psychologie. Göttingen: Hogrefe, S. 237-293.
- Gallin, P. & Ruf, U. (1999): Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Band 1: Austausch unter Ungleichen. Band 2: Spuren legen – Spuren lesen. Seelze: Kallmeyer 1999.
- Harburger (2005): Terminus zitiert nach mündlicher Mitteilung von H. Storch, Hessisches Kultusministerium.
- Hengartner, E. (Hrsg.) (1999): Wie Kinder lernen. Standorte und Denkwege. Zug: Klett & Balmer 1999.
- Hengartner, E. (2002): Mathe-Projekt. Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte: Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht. Internet-Quelle (2002): <http://www.mathe-projekt.ch>
- Hessisches Kultusministerium (2006): Aufgaben und Auswertung der Orientierungsarbeiten für den dritten Schuljahrgang der hessischen Grundschulen im Schuljahr 2005/06.
- KMK (2004): Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards zum Fach Mathematik für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4), Beschluss vom 15.10.2004. Luchterhand.
- Leutner, D., Leopold, C. & Wirth, J. (2004): Selbstreguliertes Lernen – Förderung des Selbstregulierten Lernens als fachübergreifende Kompetenz. In: K. Klemm (Hrsg.): Bildungsforschung nach PISA. Universität Duisburg-Essen: Bildungswissenschaften 24. Essener Unikate. Berichte aus Forschung und Lehre, S. 46-55.
- Maier, H. & Schweiger, F. (1999): Mathematik und Sprache – Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Unterricht. In: Reichel, H.Ch. (Hrsg.): Mathematik für Schule und Praxis. Band 4. Wien: öbv & hpt Verlagsgesellschaft.
- Prenzel, A. (2004): Anerkennung in der integrativen Grundschulpädagogik: Egalität, Heterogenität und Hierarchie. In: A. Hinz & U. Geiling: Integrationspädagogik im Diskurs. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Selter, Ch. (1993): Eigenproduktionen im Arithmetikunterricht der Primarstufe: Grundsätzliche Überlegungen und Realisierungen in einem Unterrichtsversuch zum multiplikativen Rechnen im zweiten Schuljahr. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag GmbH.
- Selter, Ch. (2000): Informative Aufgaben zur Leistungsfeststellung. Grundschulzeitschrift 135/136, S. 26-29.
- Spindeler, B. (2006): Mündliche Mitteilung zur doppelten Heftführung.
- Treffers, A. (1983): Fortschreitende Schematisierung. Ein natürlicher Weg zur schriftlichen Multiplikation und Division im 3. und 4. Schuljahr. Mathematik lehren, Heft 1, S. 30-34 und 39.
- Winter, H. (1989): Entdeckendes Lernen. Einblicke in die Ideengeschichte und ihre Bedeutung für den Unterricht. Braunschweig und Wiesbaden: Vieweg.
- Wittmann, E.Ch. (1982): Unterrichtsbeispiele als integrierender Kern der Mathematikdidaktik. Journal für Mathematikdidaktik 3, S. 3-20.
- Wittmann, E.Ch. (1992): Mathematikdidaktik als ‚design science‘. Journal für Mathematikdidaktik 13, S. 55-70.
- Wittmann, E.Ch. (1997): Aktiv-entdeckendes und soziales Lernen als gesellschaftlicher Auftrag. Schulverwaltung 5/1997, S. 133-136.

- Wittmann, E.Ch. (1998): Mathematics Education as a ‚Design Science‘. In: A. Sierpiska & J. Kilpatrick (eds.): Mathematics Education as a Research Domain: A Search for Identity. An ICMI Study. Boston and Dordrecht: Kluwer 1998, Book 1, pp. 87-103.
- Wittmann, E.Ch. (2000): Developing Mathematics Education in a Systemic Process. Plenary Lecture at ICME 9, Makuhari, Japan.
- Wollring, B. (1999): Mathematikdidaktik zwischen Diagnostik und Design. In Ch. Selzer & G. Walther: Mathematikdidaktik als design science. Stuttgart: Klett Verlag, S. 270-276.
- Wollring, B. (2003): „Mit den Kindern Geometrie neu entdecken“ – Kooperatives Design der Arbeitsumgebung „Streifenschablonen“ für den Mathematikunterricht in der Grundschule. In: M. Baum & H. Wielpütz (Hrsg.): Mathematik in der Grundschule – Ein Arbeitsbuch. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung, S. 147-176.
- Wollring, B. (2004): Kooperative Aufgabenformate und Lernumgebungen im Mathematikunterricht der Grundschule. In: H. Dauber (Hrsg.): Gestalten – Entdecken. Lernumgebungen für selbständiges und kooperatives Lernen. Kassel: Zentrum für Lehrerbildung der Universität Kassel. Reihe Studium und Forschung, S. 14-21.
- Wollring, B. (2005): Handlungsleitende Diagnostik für den Mathematikunterricht der Grundschule. In: Friedrich Jahresheft 2005 zum Thema „Diagnostik“.

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen – ein besonderes Aufgabenformat zur kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler und zur Intensivierung der sachbezogenen Kommunikation

Zusammenfassung

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen verfolgen das Ziel, möglichst viele Lernende kognitiv anzuregen. Sie bieten darüber hinaus die Möglichkeit, Lernende mit komplexeren Problemstellungen als sonst üblich zu konfrontieren. Wesentliches Element dieses Aufgabenformates sind Lernhilfen, die den Lösungsprozess unterstützen, indem sie die Lernenden zu Überlegungen oder Handlungen auffordern, die zur Bewältigung der Aufgabenstellung benötigt werden. In diesem Beitrag werden Beispiele komplexer Aufgaben vorgestellt und an einem ausführlichen Beispiel erläutert. Ferner gehen wir der Frage nach, inwieweit Aufgaben mit gestuften Lernhilfen geeignet sind, im naturwissenschaftlichen Unterricht selbstständigkeitsorientiertes, kooperatives Lernen zu fördern und die fachliche Problemlösekompetenz sowie das fachbezogene Selbstkonzept zu stärken. Im Rahmen eines von der DFG geförderten Projektes der Kasseler Forschergruppe zur empirischen Bildungsforschung haben wir eine videobasierte Studie mit 62 Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 von Haupt- und Realschulen zur Wirksamkeit von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen durchgeführt. Die Studie ergab Effekte der gestuften Lernhilfen hinsichtlich einer verbesserten Lernleistung, einem positiven Lernerleben und einer höheren Kommunikationsqualität in den Lerndyaden.

Die Forderung nach einer neuen Aufgabenkultur

Die Ergebnisse der TIMSS- und PISA-Studien haben in der Debatte um die Qualität von Bildung in Deutschland auch zu einer Auseinandersetzung mit Aufgaben als wichtigem Element der Unterrichtsgestaltung geführt. Insbesondere Lernaufgaben – im Unterschied zu Testaufgaben – erfahren lebhaftes Interesse (Stäudel 2006). Die Lehrkraft übergibt dabei mit der gestellten Aufgabe einen Teil der Verantwortung für das Lernen den Schülerinnen und Schülern. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht können solche Lernaufgaben eine besondere Rolle spielen. Sie eignen sich für vielfältige didaktische Zusammenhänge: um Inhalte zu entwickeln, typische Probleme zu lösen oder Phänomene zu klären, Problemlösen selbst zu unterrichten und Unterricht entlang der Prinzipien naturwissenschaftlichen Arbeitens zu strukturieren (Fischer, Draxler 2001). Der konstruktivistischen Sicht des Lernens wird auf diese Weise eher entsprochen als im traditionellen eher lehrergelenkten Unterricht. Indem die Aufgaben, dem Beispiel von PISA

folgend, in alltags- und lebensweltliche Kontexte eingebettet werden, die möglichst gesellschaftlich relevant sind, kann die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler gefördert werden, sich mit relativ komplexen Fragestellungen zu beschäftigen. Durch solches Aufgreifen realitätsnaher Situationen bzw. authentischer Begebenheiten professionellen oder wissenschaftlichen Handelns wird die Bedeutung des Lernstoffes für die Lernenden ansatzweise nachvollziehbar, die Motivation verbessert sich (Prenzel 1995).

Derart konstruierte Aufgaben sind dann besonders effektiv, wenn ihre Instruktionsqualität hoch ist: Erforderlich sind eine klare Strukturierung, verständliche Ausführungen bzw. Anleitungen und die Anpassung der Schwierigkeit an die Voraussetzungen der Lernenden (Prenzel 1995).

Das Aufgabenformat

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen (oft auch „abgestufte Lernhilfen“ genannt) wurden von Josef Leisen (1999) für die Naturwissenschaften entwickelt. Im Unterschied zum eher allgemein beschriebenen Format bei Leisen weisen die von uns entwickelten Aufgaben zwei Elemente auf.

(a) Der Aufgabenkontext ist stets ein bekanntes Phänomen oder eine realitätsnahe oder realistische Situation. Die darin eingebettete Problemstellung konfrontiert die Schüler mit einer konkreten Fragestellung, welche auf ein bestimmtes naturwissenschaftliches Konzept zielt. Die (in der Regel eher geschlossene) Aufgabenstellung ist komplex und orientiert sich jeweils am oberen Leistungsniveau der Lerngruppe, für die die Aufgabe konzipiert ist.

(b) Das zweite Element sind sequenzielle Lernhilfen, die die Schüler beim Problemlöseprozess unterstützen sollen. Es handelt sich um Impulse inhaltlicher oder lernstrategischer Art. Jede Lernhilfe ist aus zwei Teilen aufgebaut: im ersten Teil erhalten die Schüler eine Handlungsaufforderung oder Frage und im zweiten Teil die zugehörige Antwort als Teillösung.

Die Lernhilfen erfüllen im Sinne allgemeiner Lern- und Problemlösestrategien (z. B. Friedrich & Mandl 1992) folgende Funktionen (einem Punkt können gegebenenfalls mehrere Hilfen zugeordnet werden). In Klammern sind konkrete Beispiele benannt.

- *Paraphrasierung* (z. B.: „Erklärt euch die Aufgabenstellung noch mal in eigenen Worten.“)
- *Fokussierung* (z. B.: „Schaut euch die Informationen aus dem Aufgabentext an.“)
- *Elaboration von Unterzielen* (z. B.: „Überlegt euch, welche der Eigenschaften am einfachsten zu bestimmen ist.“)
- *Aktivierung von Vorwissen* (z. B.: „Erinnert euch: Wie lautet die Formel, mit der man aus der Masse und dem Volumen die Dichte bestimmt?“)

- *Visualisierung* (z. B.: „Zeichnet eine Skizze dazu, wie ihr den Bodensatz von einer gesättigten Salzlösung trennen könnt. Denkt daran, die Skizze auch zu beschriften.“)

Zur Verifizierung der gesamten Aufgabenlösung erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Musterlösung als letzte Hilfe oder separat zur Einsicht, mit der sie die Richtigkeit und Vollständigkeit ihrer Lösung überprüfen können. Unter diesem Gesichtspunkt ist das Aufgabenformat vergleichbar mit Beispielaufgaben mit kommentierten Musterlösungen, sog. *worked examples*, die in der aktuellen Lehr-Lern-Forschung Gegenstand empirischer Untersuchungen sind (Lind, Friege, Kleinschmidt & Sandmann 2004; Renkl 2001). Auch *worked examples* setzen sich zusammen aus einer Problemstellung, Lösungsschritten und der endgültigen Lösung (Renkl 2001). Die einzelnen bzw. sequenziert dargebotenen Lösungsschritte lenken den Lösungsprozess und weisen dem so ausgearbeiteten Problem einen hohen Organisationsgrad zu.

Aspekte der Lernförderung

Im vorgestellten Aufgabenformat der Aufgaben mit gestuften Lernhilfen sind verschiedene Aspekte der Lernförderung umgesetzt, die dieses Aufgabenformat besonders interessant machen.

Dadurch, dass Schüler über Zeitpunkt und Ausmaß der Nutzung der ihnen angebotenen Lernhilfen selbst entscheiden, können sie den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe selbst bestimmen und ihrem individuellen Leistungs- und Motivationsstand anpassen. Damit findet das Prinzip der adaptiven Instruktion (Weinert 1996) hier Anwendung. Auch Renkl (2001) hält die Vorwissensangepasstheit von instruktionalen Erklärungen für sehr wichtig. Demnach sollten instruktionale Erklärungen nur dann dargeboten werden, wenn die Lernenden Verständnisprobleme haben oder sich ihren eigenen Erklärungen nicht sicher sind.

Nach v. Aufschnaiter & v. Aufschnaiter (2001) befassen Schüler sich selten länger als fünf Minuten mit einer (Teil-)Aufgabe. Erreichen sie keine für sie zufriedenstellende Lösung, brechen sie den Lernprozess ab und nutzen die zur Verfügung gestellte Lernzeit nicht weiter. Durch die Lernhilfen können derartige Ausstiege aus dem Bearbeitungs- und Lernprozess vermieden und das damit einhergehende Misserfolgserleben reduziert werden.

Mit der Darbietung der Hilfen in inhaltlich überschaubarem Umfang wird zudem verhindert, dass leistungsbegrenzende kognitive Prozesse durch Kapazitätsbeschränkungen des Arbeitsgedächtnisses zum Tragen kommen (Sweller, van Merriënboer & Paas 1998).

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen berücksichtigen eine Trennung von Lern- und Prüfungssituationen, wie Weinert (1998) es für effektives Lernen gefor-

dert hat. Die Schülerinnen und Schüler können sich die ihnen fehlenden Informationen für die Lösung der Aufgabe selbst beschaffen, ohne sich als unwissend vor der Lehrperson zeigen zu müssen. Dieses kommt vor allem den lernschwächeren Schülern entgegen. Die Rückmeldung innerhalb der Lernhilfen trägt nicht nur dazu bei, die Schüler auf den richtigen Weg zu bringen. Sie kann auch dazu beitragen, Verstehensillusionen der Lernenden zu reduzieren, indem die instruktionalen Erklärungen ihnen aufzeigen, dass sie etwas bislang nicht richtig verstanden haben und ihre Lösung nicht korrekt ist (Renkl 2001). Auch wenn die Lernenden für ihre Lösung nicht alle Hilfen benötigt und genutzt haben, so werden sie doch ermutigt, am Ende die dargebotenen Hilfen durchzulesen. Dadurch können sie ihre Lösung selbstständig auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüfen. Darüber hinaus vermitteln die Hilfen implizit auch, wie man strategisch mit komplexen Aufgaben umgehen kann.

Das Format der Aufgaben mit gestuften Lernhilfen legt eine kooperative Bearbeitung in Zweiergruppen nahe, ist aber auch in anderen Konstellationen (Dreier- oder Vierergruppen oder auch Einzelarbeit) möglich. Das kooperative Bearbeiten von Aufgaben kann eine sachbezogene Kommunikation durch produktiven Austausch unter den Lernenden fördern. Das Potenzial von qualitativ hochwertigen Schülerverbalisierungen für die Wissensgenerierung hat Wuttke (2005) in ihrer Arbeit mit Berufsschülern herausgestellt. Demnach beeinflussen qualitativ hochwertige Argumentationssequenzen, Erklärungen und Fragen (mit und ohne Lehrkraft) die Lernleistung günstig.

Aufgabenbeispiele

Die von uns konzipierten Aufgaben sind meist so formuliert, dass sie weniger auf eine Berechnung abzielen, als vielmehr die Anwendung einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise gedanklich vorwegnehmen. Einige Beispiele, die sich für die Anwendung gestufter Lernhilfen eignen, sind im Folgenden dargestellt:

Dichte: Bei der Fragestellung, ob die *5-Cent-Münze tatsächlich aus Kupfer besteht*, sollen die Schülerinnen und Schüler unter Nutzung schulisch verfügbarer Mittel einen Identitätsbeweis entwickeln. Die Hilfen führen sie auf den Weg zur Überprüfung der Dichte als Materialeigenschaft. Wenn die ermittelte Dichte nicht mit dem Tabellenwert übereinstimmt, kann die Münze nicht aus reinem Kupfer sein (Forschergruppe Kassel 2006).

Wärmelehre: Bei der Aufgabe zum *Feuer löschen* sind die Lernenden aufgefordert herauszufinden, warum die Feuerwehr zur Brandbekämpfung vorzugsweise Wasser benutzt. Ausgehend von den Bedingungen der Feuerentstehung – Brennstoff, Sauerstoff und Überschreitung der Entzündungstemperatur – erarbeiten sich die Lernenden einen

Weg zum Verständnis, dass es die hohe Wärmekapazität (und die gute Wärmeleitfähigkeit) von Wasser ist (sind), die es zum bevorzugten Löschmittel machen (Forschergruppe Kassel 2004).

- Stofftrennung: Um das *unterschiedliche Löseverhalten von Salzen* zu festigen, sollen sich die Lernenden einen Versuch überlegen um zu ermitteln, wie viel Gramm eines Salzes sich in 100 g Wasser lösen. Dabei gibt es zwei Lösungswege: über das Gewicht einer gesättigten Lösung im Vergleich zur gleichen Menge Wasser oder über das Gewicht des getrockneten Bodensatzes, das man von der ursprünglich eingesetzten Menge Salz abzieht (Forschergruppe Kassel 2004).
- Osmose: Die Schülerinnen und Schüler sollen das *Platzen der Kirschen* bei Regen infolge osmotischer Vorgänge an der Fruchtwand elaborieren. Durch das Aufprasseln von Wassertropfen bleibt die Kirsche unversehrt, legt man sie jedoch in entmineralisiertes Wasser, so platzt sie auf. In einem weiteren Versuch sollen diese Erkenntnisse bestätigt werden: legt man eine Kirsche in Kirschsafft, so platzt sie nicht.
- Redoxreaktionen: Die Schülerinnen und Schüler sollen sich überlegen, welche üblichen Haushaltsmittel zur *Silberreinigung* verwendet werden können und ein kurzes Rezept zur Silberreinigung schreiben. Ausgehend von der bekannten Spannungsreihe der Metalle erfahren sie Aluminium (Alu-Folie) als geeignetes Reduktionsmittel für Silbersulfid. Eine leitfähige Lösung wird am einfachsten durch Zusatz von Kochsalz in Wasser hergestellt.
- Optik: Die Lernenden sollen mit Hilfe des Durchmessers von *Sonnenflecken* unter einem Blätterdach auf der Erde die Höhe des Blätterdachs abschätzen. So kann man gemäß der Funktionsweise einer Lochkamera über den Durchmesser der Sonne, deren Abstand zur Erde und die Größe der Sonnenflecken die Höhe des Blätterdachs berechnen.
- Mechanik: Wann muss weniger Kraft aufgewandt werden, um einen *Einkaufswagen* die Bordsteinkante hochzuheben: beim Herunterdrücken des Griffes und mit den hinteren Rädern zuerst oder durch Drehen des Wagens und mit den vorderen Rädern zuerst? Die Lösung dieser Aufgabe erreichen die Lernenden über die Anwendung der Hebelgesetze (Forschergruppe Kassel 2004).

Eine Aufgabe mit gestuften Lernhilfen: Überleben auf einer Eisscholle

Im Folgenden werden für eine Aufgabe alle Schritte einer Lösungsunterstützung durch gestufte Lernhilfen exemplarisch durchgeführt. Das Beispiel ist insofern besonders interessant, weil es zeigt, dass sich gestufte Lernhilfen durchaus auch auf offenere Aufgabenstellungen anwenden lassen.

Ausgehend von der vertrauten Geschichte zum Untergang der Titanic wird in dieser Aufgabe zum systematischen Nachdenken über die Tragfähigkeit von Eisschollen aufgefordert. Mit dieser Aufgabe wird den Lernenden die Möglichkeit gegeben, ein bekanntes Phänomen in einem Gedankenexperiment zu modellieren. Sie müssen eine physikalische Betrachtungsweise einnehmen und die Prinzipien von Dichte, Auftrieb und Wirkung einer Gewichtskraft auf die Problemstellung anwenden. Bei dieser Aufgabe wird von der Anwendung der zugrunde liegenden Formeln vollständig abgesehen. Es genügt eine qualitative Vorstellung der Zusammenhänge. Die Lernenden müssen eine Annahme treffen über das Gewicht eines Menschen. Hier können sie z. B. von ihrem eigenen Gewicht ausgehen oder haben eine Vorstellung über das durchschnittliche Gewicht eines Erwachsenen.

Mit der Angabe des notwendigen Volumens ist einerseits eine richtige Antwort gefunden, andererseits ist der Wert ziemlich unanschaulich. Zur Verdeutlichung der Größe ist die Fläche besser geeignet. Ausgehend von verschiedenen Höhen (Dicken) einer Eisscholle können auch die Längen und Breiten variiert werden.

Überleben auf einer Eisscholle

Die Titanic ist 1912 untergegangen, weil das Schiff gegen einen Eisberg gerammt ist. Es gab nur wenige Möglichkeiten für die Passagiere zum Überleben. Zwischen den schwimmenden Menschen und den Rettungsbooten schwammen Wrackteile der Titanic und Eisschollen.

Aufgabe:

Überlegt euch, wie groß eine Eisscholle sein müsste, damit sie einen Menschen tragen kann!

Zum Lösen der Aufgabe helfen euch folgende Informationen.

	Dichte in g/cm ³
Wasser (100°C)	0,958
Wasser (20°C)	0,998
Wasser (0°C)	1,00
Eis (0°C)	0,918

Zu der Aufgabe erhalten die Lernenden sechs sequenzielle Lernhilfen mit folgenden Handlungsaufforderungen:

	Lernhilfe / Antwort	Typ der Hilfe
1	<p>Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch mal in Euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.</p> <p>Ihr sollt herausfinden, wie groß eine Eisscholle mindestens sein muss, damit sie auch mit Belastung eines Menschen noch schwimmt.</p>	Paraphrasierung
2	<p>Warum schwimmt eine Eisscholle überhaupt?</p> <p>Eine Eisscholle schwimmt, weil die Dichte des Eises geringer ist als die Dichte des umgebenden Wassers.</p>	Aktivierung von Vorwissen
3	<p>Versucht zu beschreiben, wann eine Eisscholle mit Belastung gerade noch schwimmt!</p> <p>Wenn eine Eisscholle schwimmt, ragt ein kleiner Teil aus dem Wasser heraus. Die Eisscholle kann so weit belastet werden, bis die Oberfläche der Eisscholle auf einer Linie liegt mit der Wasseroberfläche</p>	Elaboration von Unterzielen
4	<p>Stellt euch ein kleines Stück Eis von 1 cm³ vor. Überlegt, wie viel Zusatzlast das Stück Eis tragen kann, bis seine Oberfläche gerade noch zu sehen ist!</p> <p>Aus der Tabelle könnt ihr entnehmen, dass ein Würfel Eis bei 0 °C eine Dichte von ungefähr 0,92 g/cm³ hat. Ein Würfel Wasser derselben Größe hat eine Dichte von 1,00 g/cm³. Ein Stück Eis von 1 cm³ kann man daher zusätzlich mit etwa 0,08 g belasten, bis seine Oberfläche gerade noch zu sehen ist.</p>	<p>Elaboration von Unterzielen</p> <p>Modellierung</p> <p>Fokussierung auf Textinformation in der Antwort</p>
5	<p>Nun könnt ihr ausrechnen, welches Volumen die Eisscholle haben müsste, um das zusätzliche Gewicht eines Menschen zu tragen!</p> <p>Bei einem erwachsenen Menschen geht man von einem durchschnittlichen Gewicht von 80 kg aus.</p> <p>1 cm³ Eis kann 0,08 g tragen, hochgerechnet kann 1 dm³ Eis 0,08 kg tragen.</p> <p>Für 80 kg benötigt man also ein Volumen von 1000 dm³, das entspricht 1 m³.</p>	Elaboration von (Unter)-Zielen
6	<p>Um eine Vorstellung von der Größe einer solchen Eisscholle zu erhalten, müsst ihr euch überlegen, wie dick die Eisscholle sein müsste, damit sie nicht zufällig beim Raufklettern zerbricht.</p> <p>Wenn ihr von einer erforderlichen Dicke der Eisscholle von 50 cm ausgeht und eine plattenartige Scholle annehmt, so hätte diese eine Fläche von 2 m². Diese wäre z. B. 1 m breit und 2 m lang oder z. B. 1,3 m breit und 1,5 m lang usw.</p>	Verifikation (Offene Lösung)

Tab. 1: Sequenzielle Lernhilfen zur Aufgabe *Überleben auf einer Eisscholle*

Die Wirksamkeit von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen

Der Einsatz von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen, wie sie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt wurden, lässt im Vergleich zu traditionellen Formen der Aufgabenbearbeitung eine Reihe von Vorteilen erwarten. Um die Wirksamkeit von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zu überprüfen, haben wir an der Universität Kassel eine experimentelle videobasierte Studie durchgeführt. Schwerpunkte dieser Studie waren die sachbezogene Kommunikation unter Schülerinnen und Schülern, ihr Lernerfolg und ihr Lernerleben bei der Bearbeitung von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Dabei sollten folgende Forschungsfragen geklärt werden:

- Regen Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zu mehr sachbezogener Kommunikation an?
- Führt das Bearbeiten komplexer Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zu einer höheren Lernleistung und einem verbesserten Lernerleben?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Kommunikation und Lernleistung bei diesem Aufgabenformat?

Versuchsdesign

An der Studie nahmen insgesamt 62 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 von drei verschiedenen Schulen in Kassel (Gesamtschulen und Haupt- und Realschulen) teil. Vor der eigentlichen Vergleichsuntersuchung hinsichtlich des Aufgabenformats wurden vorab in jeweils 2 Schulstunden die persönlichen Daten der Lernenden sowie ihre Lernausgangsleistung mittels Tests zur Lesefähigkeit, zum naturwissenschaftlichen Vorwissen und zur sprachfreien Intelligenz erhoben.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiteten in Partnerarbeit jeweils eine Aufgabe mit gestuften Lernhilfen (Experimentalbedingung) und eine themenverschiedene Aufgabe mit einer kompakten Lernhilfe (Kontrollbedingung). Die kompakte Lernhilfe bestand aus einem inhaltlich äquivalenten Informationstext, der aus den Antworten zu den Hilfen zusammengesetzt war. Diese „Musterlösung“ kann auch als prototypischer Lehrbuchtext angesehen werden. Durch die so gestaltete Kontrollbedingung wurde sichergestellt, dass die Lernenden in beiden Gruppen inhaltlich dieselbe Unterstützung erhielten. Der Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollbedingung bestand nur in den lernstrategischen Aufforderungen und der daraus resultierenden Aufgliederung der instruktionalen Erläuterungen.

Es wurden die beiden Aufgaben *5-Cent-Münze* und *Feuer löschen* eingesetzt, wobei stets zuerst die Aufgabe *5-Cent-Münze* bearbeitet wurde.

Jedem Schülerpaar wurde ein Versuchsleiter zugewiesen. Dieser teilte die Aufgabe, Leistungstests und Fragebögen aus und überwachte die Videoaufzeichnung der Aufgabenbearbeitung. Bei der Instruktion durch die Versuchs-

leitung wurden die Lernenden ausdrücklich aufgefordert mögliche Lösungswege laut miteinander zu diskutieren, bevor sie sich die Antworten zu den Fragen bzw. Impulsen durchlesen. Die Lernzeit wurde nicht begrenzt. Lernerfolg und Lernerleben wurden direkt im Anschluss an die Aufgabenbearbeitung erhoben in der Reihenfolge Aufgabenlösung, Attributionen, Transfer test, Fragebogen zum affektiven Lernerleben. Die Durchführung dauerte pro Schülerpaar und Aufgabe maximal 60 Minuten.

Zwei der 62 Schüler haben aufgrund ungerader Gruppenzusammensetzung an zwei Untersuchungstagen alleine gearbeitet und wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Zwei Lerndyaden wurden nicht videographiert, weil nicht genügend Videokameras zur Verfügung standen. Für den Vergleich der Lernleistungen und des Lernerfolgs standen demzufolge 60, für die Untersuchung des Lernverhaltens (Kommunikation, Bearbeitungsdauer) 56 Datensätze zur Verfügung.

Auswertungskriterien

Als *Lernerfolgskontrolle* dienten die individuell ausformulierte erarbeitete Aufgabenlösung und ein Lerntest mit multiple-choice- und offenen Antwortformaten mit insgesamt acht (*5-Cent-Münze*) bzw. sechs (*Feuer löschen*) Fragen. Für die Beurteilung der Lösungsqualität wurde für jede Aufgabe eine Musterlösung aus sechs Lösungsschritten erstellt. Die Aufgabenlösungen wurden danach ausgewertet, wie viele der insgesamt sechs Lösungsschritte wiedergegeben wurden.

Zum affektiven und kognitiven *Lernerleben* wurden ein Fragebogen von Berger und Hänze (2004) sowie ein eigens für die Untersuchung zusammengestellter Attributionsfragebogen verwendet. Der Fragebogen zum affektiven Lernerleben bestand aus insgesamt 14 Aussagen in der 1. Person zu den Konstrukten Kompetenzerleben, Autonomie, soziale Einbindung, intrinsische Motivation und kognitive Aktivierung, die auf einer 5-stufigen Skala von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt genau“ eingestuft werden mussten. Der Attributionsfragebogen erfasste ebenfalls 5-stufig die Einschätzung des eigenen Lernerfolgs („Wir haben die Aufgabe vollständig/gar nicht gelöst“ und „Ich habe die Lösung unserer Aufgabe genau/gar nicht verstanden“), die Zurückführung des Lernerfolgs auf bestimmte Faktoren und die Einschätzung der Schüler, wie hilfreich das Lernmaterial und ihr Vorwissen für die Bearbeitung der Aufgaben waren.

Für die Analyse der *Schülerkommunikation* wurde ein Kodierungsschema in Anlehnung an Berger und Hänze (2005) entwickelt. Die Analyse der Videobänder erfolgte direkt am Computer. Hauptkategorien dieser Kodierung waren inhaltlich-fachliche Äußerungen, Äußerungen zur Handlungsplanung sowie alle sonstigen Äußerungen, die keiner der beiden lernrelevanten Kategorien zugeordnet werden konnten. Innerhalb der inhaltlich-fachlichen Äußerungen wurde der Elaborationsgrad in zwei Stufen unterteilt, die Nen-

nung einzelner Fachbegriffe oder Fakten (z. B. „Der Schmelzpunkt von Kupfer ist 1083°“) und die Nennung und Verknüpfung mehrerer Fachbegriffe oder Fakten (z. B. „Wir müssen Masse durch Volumen teilen, das gibt dann die Dichte“). Darüber hinaus wurden die Äußerungen als im Kontext fachlich richtig oder fachlich falsch klassifiziert. Äußerungen zur Handlungsplanung umfassten inhaltlich-planende Äußerungen (z. B. „Wir müssen die Münze auf 1083° erhitzen“) sowie metakognitive Äußerungen (z. B. „Ich gucke noch mal, vielleicht haben wir etwas Wichtiges übersehen“). In die Restkategorie fielen Äußerungen, die akustisch oder inhaltlich unverständlich waren, Einwortäußerungen und Äußerungen, die keiner der übrigen Kategorien zuzuordnen waren (z. B. „Ich habe gehört, dass Kupfer irgendwas mit Blumen macht“).

10 der 28 Videoaufzeichnungen wurden von zwei unabhängigen Ratern ausgewertet, um die Zuverlässigkeit der Bewertungskriterien zu gewährleisten. Die Übereinstimmungen über alle Kategorien hinweg war mit $r=.71$ nicht befriedigend. Eine genauere Betrachtung zeigte, dass die Übereinstimmungen in Abhängigkeit der drei Hauptkategorien unterschiedlich ausfielen. Für die Kategorien inhaltlich-physikalische Äußerungen ($r=.83$) und Handlungsplanung ($r=.78$) lagen die Übereinstimmungen, betrachtet man die geringere Gesamtzahl an Äußerungen in diesen beiden Kategorien (s. Abb. 1), in einem zufriedenstellenden Bereich. Lediglich die Übereinstimmung in der „Restkategorie“ war unbefriedigend ($r=.33$). Die mangelnde Übereinstimmung in dieser Kategorie machte eine Interpretation der Gesamtzahl an Äußerungen schwierig und ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass bei unverständlichen Aussagen Äußerungsgrenzen während direkter Kodierung schwierig zu identifizieren und uneinheitlich waren. Für die 20 Versuchspersonen, zu denen zwei Kodierungen vorlagen, wurden die Mittelwerte aus beiden Ratern bei den weiteren Analysen verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse bei der Bearbeitung der ersten Aufgaben (*5-Cent-Münze*) ausführlich dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zum Teil deutlich in ihrem *Lernverhalten*. Insgesamt verbrachten die Lernpaare, die mit gestuften Lernhilfen gearbeitet haben, etwas mehr Zeit mit der Aufgabe (im Mittel 23:06 min) als die Paare mit kompakter Hilfe (19:23 min). Dieser Unterschied ist allerdings statistisch nicht signifikant. Allerdings schwankte die Lernzeit zwischen 7 und 48 Minuten und damit sehr stark zwischen den Lerndyaden.

Experimental- und Kontrollgruppe unterscheiden sich signifikant in ihrem *Kommunikationsverhalten*. In Abbildung 1 sind die durchschnittlichen Anzahlen an Äußerungen je Schüler bzw. Schülerin während der gesamten Lernzeit abgetragen. In allen drei Kategorien erzielten Schülerinnen und Schüler, die mit gestuften Lernhilfen gearbeitet haben, höhere Werte als diejenigen Schülerinnen und Schüler, die die kompakte Lernhilfe als Unterstützung

nutzen konnten. Unter der Bedingung mit gestuften Lernhilfen redeten die Lernpartner insgesamt mehr miteinander und nutzten dabei auch mehr Fachbegriffe als Lernpaare, die nur den kompakten Informationstext zur Verfügung haben. Gestufte Lernhilfen erhöhen also sowohl die Quantität als auch die Qualität der Kommunikation zwischen den Lernpartnern.

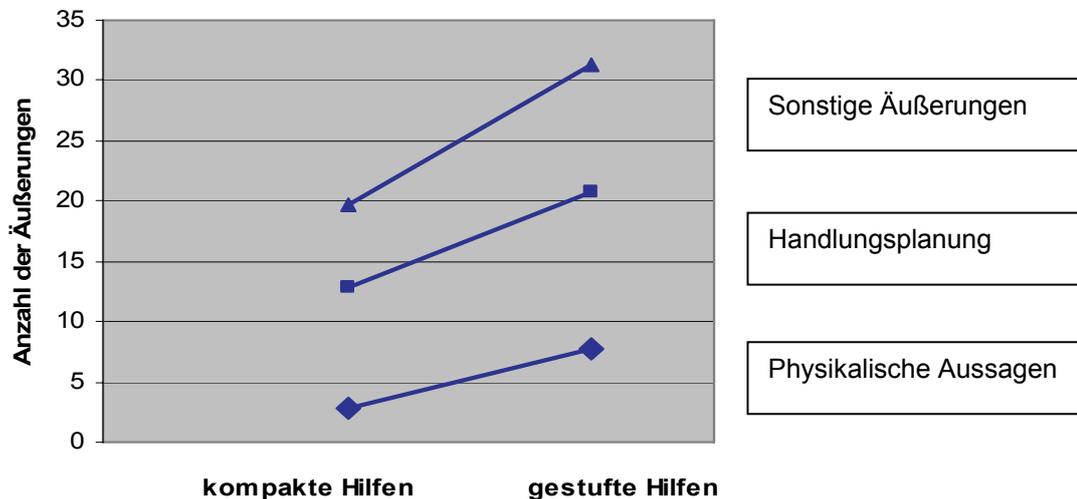


Abb. 1: Anzahl der Schüleräußerungen während der Aufgabenbearbeitung unter den verschiedenen Bedingungen

Insgesamt trafen die Lernenden aber selten inhaltlich-physikalische Aussagen. Ansätze fachlicher Kommunikation kamen eher unter der Bedingung mit gestuften Lernhilfen vor. Ein qualitativer Eindruck, der sich bei Betrachtung der Videos ergab, ist, dass das Ausmaß der Kommunikation zwischen den Lernenden als gering zu bewerten war.

Betrachtet man die subjektiven Einschätzungen des *Lernerlebens* (Abb. 2), so finden sich auch hier statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Experimental- und der Kontrollgruppe. Beim Lernen mit gestuften Lernhilfen berichteten die Schülerinnen und Schüler ein größeres Kompetenzerleben, d. h. sie hatten eher das Gefühl, die Dinge verstanden zu haben bzw. den Anforderungen gewachsen zu sein und dass die Aufgabe leicht zu bearbeiten war. Sie schätzten ihre Lernerfolge demzufolge größer und die Aufgabe als leichter ein und führten das auf das Material und ihr Vorwissen zurück. Im Vergleich zur Gruppe mit kompakter Hilfe zeigten die mit gestuften Hilfen Lernenden eine höhere Motivation, fanden die Aufgabe eher interessant, würden gerne noch mehr über das Thema erfahren und haben sich über ihre Leistungen gefreut. Sie fühlten sich in der Partnerarbeit durch das Arbeiten mit gestuften Lernhilfen tendenziell sozial stärker eingebunden. Sie gaben an, dass sie mit ihrem Partner gut zusammen gearbeitet und sich in der Partnerarbeit wohl gefühlt haben. Diese positiven Ergebnisse sprechen deutlich für eine Wirksamkeit des Aufgabenformats unter sozial-kommunikativen und motivationalen Aspekten.

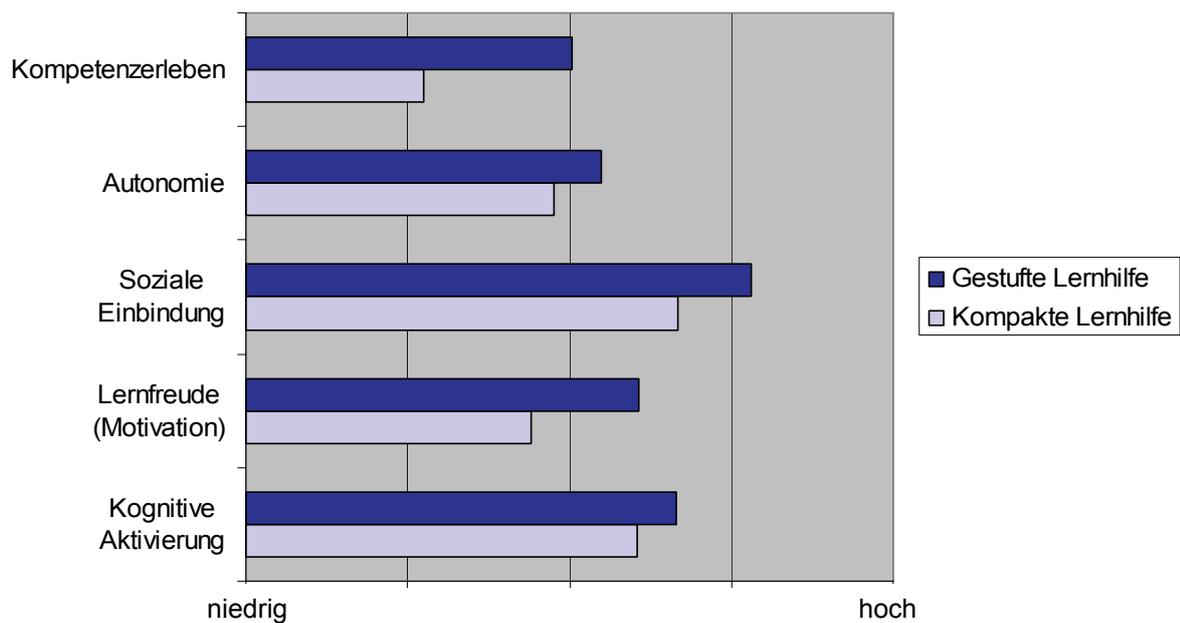


Abb. 2: Subjektiver Lernerfolg in Abhängigkeit vom Lernhilfematerial; Unterschiede auf den Skalen Kompetenzerleben, soziale Einbindung und Lernfreude (Motivation) sind statistisch signifikant ($p < .05$).

Gestufte Lernhilfen wirkten aber nicht nur auf die Schülerkommunikation und das Lernerleben. Die *Lernleistungsunterschiede* (Abb. 3) zwischen der Experimentalbedingung und der Kontrollbedingung rechtfertigen die Selbsteinschätzungen der Schüler. Schülerinnen und Schüler, die die Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bearbeitet hatten, kamen zu vollständigeren Lösungen als diejenigen, denen die kompakte Lernhilfe vorlag. Der Transfertest wurde mit maximal 1 Punkt pro Item bewertet (max. 8 Punkte). Auch hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen. Wieder schneiden die Lernenden mit gestuften Lernhilfen besser ab als die mit kompakter Hilfe.

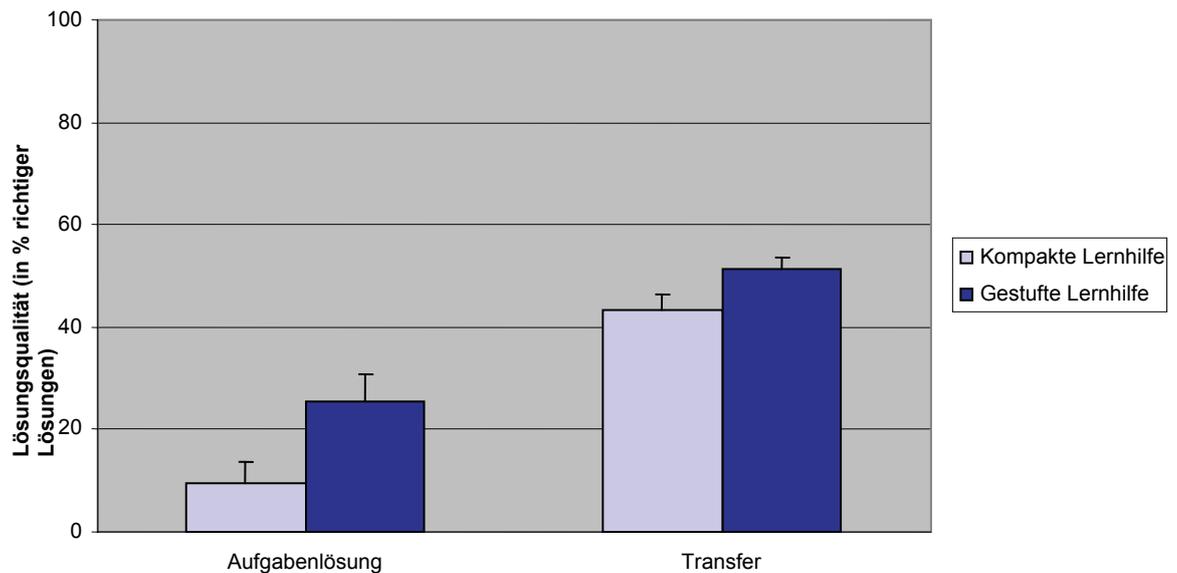


Abb. 3: Lernleistungen (mit Standardmessfehler) relativ zu den maximal erreichbaren Punktzahlen bei der Aufgabe *5-Cent-Münze*

Die gestuften Lernhilfen hatten einen positiven Einfluss auf Lernerfolg und Kommunikationsqualität. Es liegt nahe anzunehmen, dass der größere Lernerfolg durch die verbesserte Kommunikation zwischen den Lernpartnern hervorgerufen wurde. Die gemeinsame Regression auf Lernhilfebedingung und Kommunikationsqualität erbrachte jedoch weder für die Aufgabenlösung noch für den Transfertest einen Einfluss der Kommunikationsqualität auf den Lernerfolg. Die Lernenden, die mehr Fachbegriffe benutzen bzw. qualitativ hochwertige Aussagen (inhaltlich-physikalische Aussagen, Handlungsplanung) getroffen haben, zeigten bei ihrer abschließenden Lösungsdarstellung und im Transfertest nicht generell bessere Leistungen. Genauso wenig lassen sich die Unterschiede in den Lernergebnissen auf Unterschiede in der Lernzeit zurückführen. Zusammengenommen deuten diese Ergebnisse an, dass das Potential gestufter Lernhilfen bezogen auf die effektive Nutzung der Lernzeit und der darin stattfindenden Kommunikation noch deutlich erhöht werden kann.

Der bei der Aufgabe zur *5-Cent-Münze* nachweisbare positive Einfluss gestufter Lernhilfen auf den Lernerfolg (Abb. 3) ließ sich bei der zweiten Aufgabe *Feuer löschen* nicht bestätigen. Ob der nicht vorhandene Effekt bei der Aufgabe *Feuer löschen* eher kontextgebunden (vorhandene Fehlkonzepete bei den Lernenden nicht überwunden), an der Instruktionsqualität der Hilfen begründet ist oder einen Reihenfolgeeffekt beinhaltet, wird derzeit noch untersucht.

Die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler bei beiden Aufgaben ist insgesamt gesehen sehr niedrig. Betrachtet man die Lösungsqualität bei der *5-Cent-Münze*, so war die durchschnittliche Leistung von 25,7 % beim

Problemlösen mit gestuften Lernhilfen aus didaktischer Sicht nicht zufriedenstellend. Das geht möglicherweise zumindest zum Teil auf eine untersuchungspraktische Entscheidung zurück. Wir hatten den Schülerinnen und Schülern die letzte Hilfe zur Verifikation ihrer Aufgabenlösung vorenthalten, um eben jene Aufgabenlösung der Schülerinnen und Schüler als Leistungsmessung nutzen zu können. Die Lernunterstützung endete damit, dass sie die Dichte aus Masse und Volumen ermitteln können. Es fehlte als letzter Schritt der Identitätsbeweis durch Vergleich der ermittelten Dichte mit dem Tabellenwert für Kupfer, der das ganze Verfahren sinnvoll abrundet.

Nichtsdestotrotz können und sollen die mit den Hilfen zu verbindenden instruktionalen Maßnahmen zur Steigerung des Lernerfolgs weiterentwickelt und in die Lernhilfen integriert werden, z. B. verstärkte Instruktionen für laute Selbsterklärungen, Erklärungen an den Lernpartner und das Anfertigen von Notizen aus wichtigen Hinweisen der Lernhilfen.

Ausblick

Wir konnten die Wirksamkeit gestufter Lernhilfen bei der Bearbeitung komplexer Aufgaben hinsichtlich der Lernleistung, des Lernerlebens und des Kommunikationsverhaltens nachweisen. Allerdings hängt die Wirksamkeit offenbar von weiteren Faktoren ab. In einer Folgestudie konnten wir die berichteten Effekte für die Aufgabe zur *5-Cent-Münze* und für eine weitere Aufgabe (*Salze lösen sich verschieden gut*) bestätigen (Wodzinski, Hänze, Stäudel, Schmidt-Weigand, Franke-Braun & Blum 2006). Über diese Studie wird in Kürze ausführlich berichtet werden. Es sei hier nur kurz angemerkt, dass sich die gestuften Lernhilfen auch bei Einzelarbeit als wirksam erwiesen. Dagegen zeigte sich keine Überlegenheit der Partnerarbeit gegenüber der Einzelarbeit. Diese Befunde passen zu dem in der hier vorgestellten Studie nicht nachweisbaren Einfluss der Kommunikation auf den Lernerfolg. Ferner zeigte sich in der Folgestudie, dass bei der experimentellen Überprüfung dieser Art die Aufgabenreihenfolge eine wesentliche Rolle spielte. Die Effekte waren immer deutlich stärker ausgeprägt bei der Aufgabe, die als Erste bearbeitet wurde. Das könnte eine weitere Erklärung für das Ausbleiben der Effekte bei der zweiten Aufgabe (*Feuerlöschen*) in der hier vorgestellten Studie sein.

Bei der Beurteilung des Kommunikationsverhaltens ist zu berücksichtigen, dass das gewählte Kodierungsschema nicht alle Merkmale von Kommunikationsqualität erfasst. Betrachtungen wie das Frageverhalten und Erklärverhalten der Lernenden oder der Einfluss dominanter Lernpartner auf den Problemlöseprozess konnten damit nicht erfasst werden. Es ist möglich, dass über die Kommunikation vermittelte Effekte der gestuften Lernhilfen erst unter qualitativer Betrachtung der Kommunikation sichtbar werden. Wir arbeiten derzeit an einer Optimierung des Schemas, um solche qualitativen Analysen von Schüleräußerungen anhand von Transkripten der vorliegenden Videoaufzeichnungen durchführen zu können.

Kommunikation stellt in den neu formulierten Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Bildungsabschluss einen eigenständigen Kompetenzbereich der naturwissenschaftlichen Bildung dar. Nach den Ergebnissen der Studie haben die Aufgaben mit gestuften Lernhilfen ein Potenzial, die sachbezogene Kommunikation unter den Lernenden anzuregen. Die Instruktionsqualität der Lernhilfen darf unter diesem Aspekt noch weiter optimiert werden. Für die insgesamt geringe Kommunikation unter den Lernpartnern kommen mehrere Ursachen in Betracht. Vor allem Besonderheiten der Laborsituation (Kameraaufzeichnung, je ein Schülerpaar alleine mit einem Versuchsleiter in einem Raum etc.) können sich hemmend auf einen produktiven Austausch unter den Lernenden ausgewirkt haben. Es ist aber auch möglich, dass mangelnde Erfahrung der Schülerinnen und Schüler mit kooperativer Aufgabenbearbeitung oder die mangelnde Erfahrung im Umgang mit den Lernhilfen Auswirkungen auf die Quantität und Qualität der Kommunikation hatten.

Insgesamt profitieren Schülerinnen und Schüler von gestuften Lernhilfen. Die gestuften Lernhilfen müssen aus didaktischer Sicht aber noch deutlich wirksamer werden, um im Unterricht eingesetzt werden zu können. Mögliche Ursachen für die vergleichsweise geringe Wirksamkeit sind, neben der mutmaßlich hohen Aufgabenschwierigkeit, mangelnde Erfahrung mit dem Aufgabenformat, mangelnde Erfahrung mit kooperativen Lernformen, mangelnde metakognitive Kompetenzen etc. Wir versprechen uns weitere Einsichten in die Gestaltungsspielräume und stärkere Effekte gestufter Lernhilfen durch den wiederholten und curriculumbegleitenden Einsatz von Aufgaben im Unterricht. Eine Feldstudie, die diesen Fragestellungen nachgeht, ist für das erste Schulhalbjahr 2007/2008 geplant.

Literatur

- Berger, R. & Hänze, M. (2004): Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II – Einfluss auf Motivation, Lernen und Leistung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, S. 205-219.
- Fischer, H.E. & Draxler, D. (2001): Aufgaben und naturwissenschaftlicher Unterricht. *MNU* 54/7, S. 388-393.
- Forschergruppe Kassel (2004): Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Lernchancen* 42, S. 38-43.
- Forschergruppe Kassel (2006): Archimedes und die Sache mit der Badewanne – gestufte Hilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In G. Becker (Hrsg.): *Diagnostizieren und fördern. Friedrich Jahresheft XXIV*, S. 84-88.
- Franke-Braun, G. & Wodzinski, R. (2006): Aufgaben mit gestuften Lernhilfen: Konzeption komplexer Aufgaben und Schülerbeobachtungen bei deren Bearbeitung. Tagungsbeitrag auf der Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Universität Kassel, 20.-22.03.2006.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1992): Lern- und Denkstrategien – ein Problemaufriss. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.): *Lern- und Denkstrategien: Analyse und Intervention*. Göttingen: Hogrefe, S. 3-54.
- Hänze, M. & Berger, R. (2005): Kooperative Lernformen im Physikunterricht: Auswertung der verbalen Interaktion in Schülergruppen. Vortrag auf der 67. Tagung der Arbeitsgruppe für empirische pädagogische Forschung (AEPF), Universität Salzburg, 19.-21.09.2005.
- Leisen, J. (Hrsg.) (1999): *Methodenhandbuch deutschsprachiger Fachunterricht DFU*. Bonn.
- Lind, G., Friege, G., Kleinschmidt, L. & Sandmann, A. (2004): Beispiellernen und Problemlösen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, S. 29-49.
- Prenzel, M. (1995): Zum Lernen bewegen. Unterstützung der Lernmotivation durch Lehre, *Blick in die Wissenschaft* 4/7, S. 58-66.
- Renkl, A. (2001): Explorative Untersuchungen zur effektiven Nutzung von instruktionalen Erklärungen beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Unterrichtswissenschaft* 41 (1), S. 41-63.
- Schmidt-Weigand, F., Hänze, M. & Wodzinski, R. (2006): Gestufte Lernhilfen: Effekte beim selbständigen Bearbeiten komplexer Aufgaben. Vortrag auf der DPG-Tagung, Universität Kassel, 20.-22.03.2006.
- Stäudel, L. (2006): Von der Testaufgabe zur Lernaufgabe. In: U. Steffens & R. Messner (Hrsg.): *PISA macht Schule – Konzeption und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabekultur*. Wiesbaden: Institut für Qualitätsentwicklung, S. 181-240.
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F.G.W.C. (1998): Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, pp. 251-296.
- V. Aufschnaiter, C. & v. Aufschnaiter, S. (2001): Eine neue Aufgabekultur für den Physikunterricht. *MNU*, S. 409-416.
- Weinert, F.E. (Hrsg.) (1996): *Lerntheorien und Instruktionsmodelle*. In: F.E. Weinert (Hrsg.): *Psychologie des Lernens und der Instruktion (Enzyklopädie der Psychologie, Band D I 2)*. Göttingen: Hogrefe, S. 1-48.
- Weinert, F.E. (1998): Neue Unterrichtskonzepte zwischen gesellschaftlichen Notwendigkeiten, pädagogischen Visionen und psychologischen Möglichkeiten. In: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.): *Wissen und Werte für die Welt von morgen*. München 1998, S. 101-125.
- Wodzinski, R., Hänze, M., Stäudel, L., Schmidt-Weigand, F., Franke-Braun, G. & Blum, S. (2006): *Selbständigkeitsorientiertes fachliches Lernen in den Naturwissenschaften durch kognitiv anspruchsvolle Aufgaben mit gestuften Lernhilfen*. Unveröffentlichter Forschungsbericht, Universität Kassel.
- Wuttke, E. (Breuer, K., Tulodziecki, G. & Beck, K. [Hrsg.]) (2005): *Unterrichtskommunikation und Wissenserwerb. Konzepte des Lehrens und Lernens, Band 11*. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Die Förderung selbständigen Lernens im Mathematikunterricht – Problemfelder bei ko-konstruktiven Lösungsprozessen

Abstract

Ein zentrales Anliegen von Schule und Unterricht ist es, dass Schüler befähigt werden, Verantwortung für ihr eigenes Lernen zu übernehmen. In einem aufgaben-gesteuerten Mathematikunterricht können dabei ko-konstruktive Lösungsprozesse von Schülern im Rahmen von Partner- oder Gruppenarbeit eine entscheidende Rolle spielen. Das DISUM-Projekt hat sich die Erforschung des Umgehens von Schülern und Lehrern mit anspruchsvollen Modellierungsaufgaben zum Ziel gesetzt. Hierbei sind u. a. Schüler eines breiten Leistungsspektrums beim selbständigen Lösen von Mathematikaufgaben – teils mit, teils ohne Lehrer – in einer Laborsituati-on videographiert worden. In der vorliegenden Arbeit werden am Beispiel einer Aufgabe („Sattelfest“) exemplarisch vier Problemfelder aufgezeigt, die während der ko-konstruktiven Bearbeitung von Aufgaben in der Schüler-Schüler- bzw. in der Lehrer-Schüler-Interaktion auftreten können. Dabei zeigt sich, dass die weit verbreitete Forderung nach selbständigem Handeln im Mathematikunterricht für Lehrende und Lernende erhebliche Anforderungen in sich birgt, die bis jetzt von der Lehr-/Lernforschung nur teilweise untersucht worden sind.

1. Zur Problematik des selbständigen Lernens

Menschen werden sich künftig in allen Lebensbereichen mit zunehmender Tendenz Problemen gegenübersehen, die sie nur bewältigen können, wenn sie dazu befähigt sind, in einem lebenslangen Prozess Verantwortung für selbständiges Handeln und ihr eigenes Lernen zu übernehmen (Bildungskommission NRW 1995, S. 56 f.). Diese Fähigkeiten müssen in der Schule angebahnt, erworben und geübt werden. Es gehört zu ihren wichtigsten Aufgaben, den Schülern im Unterricht Anregung und Gelegenheit zu einer qualifizierten Praxis eigenständigen Denkens und Handelns in kooperativen Formen und auf individualisierten Lernwegen zu geben (vgl. Schleicher 2003). In reformpädagogischen Ansätzen ist die Förderung von Selbständigkeit vor allem von der Anwendung eines alternativen schulischen Formenre-pertoires erhofft worden. Demgegenüber ist im Lichte der neueren Unter-richtsforschung deutlich geworden, dass inhaltsbezogene Fähigkeiten zum selbständigen Arbeiten und Problemlösen wesentlich im Fachunterricht durch die Auseinandersetzung mit anspruchsvollen domänenspezifischen Problemstellungen, also durch selbständigkeitsförderndes Lernen von fachlichen Begriffen, Methoden und Fähigkeiten erworben werden müssen (vgl. Aebli 1983, Bransford, Stein, Arbitsman-Smith & Vye 1985). Die Annahme einer inhaltsunabhängigen fächerübergreifenden Schlüsselqualifikation zum selbständigen Lernen und Problemlösen hat sich, abgesehen von allgemei-nen Arbeitshaltungen, Lernhaltungen und -strategien, wie sie fachübergrei-

fend in jeder Lernsituation von Wert sind, als pädagogischer Mythos erwiesen (vgl. zur gesamten Argumentation Reusser 2001, S. 123 ff.).

Auch für den Mathematikunterricht gilt, dass eine zum Lösen von Problemen führende Selbständigkeit nur im Durchgang durch einen inhaltlich und kognitiv anspruchsvollen Fachunterricht erworben werden kann. Erfolgreiches Lernen bedarf einerseits der mehr oder weniger direkten Strukturierung, Anleitung und Entwicklungshilfe durch die Lehrperson (vgl. Helmke & Weisert 1997, Helmke 2003). Andererseits müssen die Möglichkeiten der Schüler zum selbständigen Arbeiten und Lernen in intelligent gestalteten Lernumgebungen erweitert und mit der Steuerung durch Lehrpersonen in Balance gebracht werden (vgl. Baumert u. a. 1997, Wälti-Scolari 2001). Die im Anschluss an TIMSS und PISA besonders im Fach Mathematik entwickelte „neue Aufgabenkultur“ (vgl. Bruder 2000, Blum/Leiß 2005a, Messner 2004, S. 29 ff.) liefert dazu wesentliche Beiträge, besonders zur Anregung konstruktiver Lösungsprozesse.

2. Aufgaben als Basis von ko-konstruktiven Lösungsprozessen

Aufgaben spielen im Fach Mathematik seit jeher eine zentrale Rolle (vgl. u. a. Christiansen/Walther 1985, Walther 1986, Bromme/Seeger/Steinbring 1990). Auswahl, Aufbereitung, Sequenzierung und unterrichtliche Behandlung von Aufgaben gehören zu den wichtigsten professionellen Lehrertätigkeiten. Das Lösen von Aufgaben ist auch die Hauptaktivität von Schülern im Unterricht wie auch bei Haus- und Klassenarbeiten. „Neue Aufgabenkultur“ bedeutet, dass im Unterricht mehr als bisher kognitiv anspruchsvolle, kompetenzorientierte Aufgaben mit einem hohen Aufforderungscharakter und Offenheitsgrad eingesetzt werden und dass diese durch die Schüler in fachlich gehaltvollen, geistig aktivierenden und ihre Selbständigkeit herausfordernden Arbeitsumgebungen gelöst werden, die der Lehrer problem- und lerngruppenspezifisch gestaltet hat.

Die Schüler dürfen dabei von den Lehrpersonen nicht allein gelassen werden; es bedarf auch hier einer differenzierten „Anleitungs- und Unterstützungskultur“ (vgl. Reusser 2005, S. 169 ff.). Das „DISUM“-Projekt¹ (Blum/Leiß 2003, Leiß/Blum/Messner 2004, Leiß 2005, Leiß, Möller, Schukajlow 2006, Blum 2006, zum Rahmenkonzept siehe Messner, Blum 2006) untersucht, wie Schüler und Lehrer mit anspruchsvollen Modellierungsaufgaben umgehen und wie die Lernwirksamkeit selbständiger Schülerarbeit durch gezielte Lehrerinterventionen bzw. durch lernstrategische Schulungen gesteigert werden kann. Dabei stützt es sich auf die Annahme, dass die Effizienz der „neuen Aufgabenkultur“ wesentlich damit zusammenhängt, dass durch sie in der Zusammenarbeit der Schüler untereinander und zwischen

¹ DFG-Projekt: „Didaktische Interventionsformen für einen selbständigkeitsfördernden aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel Mathematik“ (Projektleiter: W. Blum, R. Messner, R. Pekrun; Laufzeit 3/05 – 2/07. Vorphase des Projekts seit Juni 2002, finanziert von der Universität Kassel).

Lehrern und Schülern lernfördernde Prozesse der Ko-Konstruktion bei Aufgabenlösungen initiiert werden. Die Unterstützung des Lernens durch Lernpartner kann als eine wichtige Unterstützung der Qualität der Arbeits-, Lern- und Motivationsprozesse in Phasen selbstgesteuerter Schülerarbeit angesehen werden. Dies weniger im Sinne der unmittelbaren gegenseitigen Hilfe durch die Gruppenmitglieder, sondern verstanden als gemeinsame Expansion kognitiver Strukturen, z. B. durch die Induktion von Problemlöseschritten und strategischen Elementen im Schülergespräch.

Als entscheidend für die leistungsbezogene Effektivität kooperativen Lernens erweist sich, inwieweit die Schüler ihre Denkprozesse wechselweise offen legen und objektivieren, die darin enthaltenen Denk- oder Lösungsansätze vergleichen und einem sozialen Monitoring unterziehen (vgl. Salomon & Globerson 1989). Damit liefert das Konzept der Ko-Konstruktion eine Neufassung traditioneller didaktischer Erkenntnisse, z. B. der Wirksamkeit von problemzentrierten Gesprächen mit Schülern, wie sie im Genetischen Lehren nach Wagenschein praktiziert werden (vgl. Messner 2005). Kompetenzorientierte Aufgaben im beschriebenen Sinn können als Kernelemente von Lernumgebungen betrachtet werden, welche besonders geeignet sind, lernfördernde ko-konstruktive Lernprozesse auszulösen. Insofern stellen sie ein bedeutsames Mittel zur Erweiterung des fachunterrichtlichen Lernpotentials dar.

Am Beispiel der Aufgabe „Sattelfest“ soll im Folgenden – in Form einer ersten qualitativen Erkundung – aufgrund der Beobachtung von Schüler-Lösungsverhalten in Laborsituationen² auf lernpsychologische und didaktische Probleme hingewiesen werden, die eine ko-konstruktiv angelegte selbständige Aufgabenbearbeitung durch Schüler aufwirft.

² Das gewählte Labor-Setting wird unter Punkt 4 beschrieben.

3. Die Aufgabe „Sattelfest“ und ihre Anforderungsstruktur

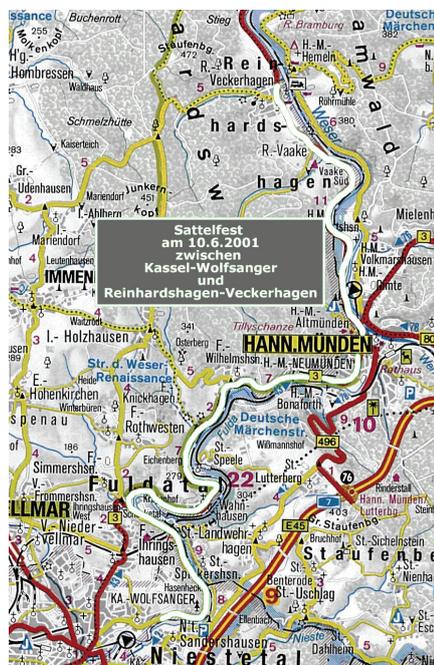
3.1 Die Aufgabe

Sattelfest³

Einmal im Jahr wird die Bundesstraße von Kassel-Wolfsanger bis Veckerhagen für den Autoverkehr gesperrt. An diesem Tag fahren regelmäßig über 30000 Fahrradfahrer und Inline-Skater auf dieser Straße entlang der Fulda. Zahlreiche Besucher dieses so genannten Sattelfestes legen aber nur ein Teilstück zurück, da ihnen die gesamte Distanz zu groß ist.



Wie viele Kilometer sind es ungefähr, wenn man die gesamte Strecke von Kassel-Wolfsanger bis Veckerhagen fährt? Nimm dazu die folgende Karte. Beschreibe möglichst genau, wie du deine Antwort gefunden hast.



Maßstab 1 : 90 000

Abb. 1

3.2 Beispiel einer Aufgabenlösung

Wie zwei leistungsstärkere Schüler die Aufgabe „Sattelfest“ zu zweit bearbeiten, zeigt sich am Lösungsverhalten von Johanna und Eva (beide 9. Klasse Gymnasium).

³ Die Landkarte war in der eingesetzten Version der Aufgabe im Maßstab 1 : 90 000 wiedergegeben.

- *Nach dem Lesen des Aufgabentextes wird relativ schnell die grüne Linie (in der Reproduktion hellgrau) als die zu bestimmende Streckenlänge identifiziert. Trotzdem scheint die Situation noch nicht vollends verstanden, so dass Johanna den Aufgabentext noch einmal still liest. Daran anschließend wirft sie die Frage auf, was der Maßstab wohl bedeuten mag. Die Schülerinnen einigen sich auf die Interpretation, dass 1 cm auf der Karte wohl 90 000 m in der Realität entsprechen.*
- *Im Folgenden beschäftigen sich die Schülerinnen mit der Ermittlung der Länge der Kartenstrecke. Hierfür versucht Johanna, mit dem Stift in Ein-Zentimeter-Schritten auf der Strecke entlang zu gehen. Dies verwirft sie wegen des damit verbundenen Aufwands und der Ungenauigkeit.*
- *Ratlos nimmt Johanna eine Metaposition ein, fragt, was gesucht und was gegeben ist, und beantwortet es selbst: „Wir haben nichts außer den Maßstab und die Karte“. Hieraus folgert sie, dass man die Aufgabenstellung nur beantworten kann, wenn man die Länge der Kartenstrecke bestimmt.*
- *Die nächste Idee beinhaltet, mit einem Lineal die Strecke zu vermessen, wobei Eva einen angepassten Polygonzug vorschlägt, Johanna aber gleichlange 1-Zentimeter-Stückchen als Polygonzug verwendet. Schließlich wird diese mühselige Methode verworfen.*
- *Erneut liest Johanna still den Aufgabentext, was dazu führt, dass die Aussage „Wie viel Kilometer sind es ungefähr“ in den Blickpunkt des Interesses rückt. Hieraus schließt Johanna, dass man wohl doch die relativ ungenaue Linealmethode verwenden muss, was im Anschluss auch getan wird und nach drei Minuten das Ergebnis 32 cm liefert.*
- *Mit diesem Ergebnis stellt sich erneut die Frage, was der Maßstab 1 : 90 000 bedeutet. Johanna schlägt vor, die 32 mit 90 000 zu multiplizieren, und begründet dies damit, dass die Karte etwas 90 000fach Größeres verkleinert darstellt. Eva fragt, ob es sich bei der auf diese Weise berechneten Zahl um Meter handelt, was Johanna mit einem „Hm“ bejaht. So kommen sie nach der Division (: 1000) auf ein Ergebnis von 2880 km.*
- *„Das kann aber doch nicht sein“ wendet Johanna ein, und nach kurzer Ratlosigkeit wird die Interpretation des Maßstabs als Fehlerquelle ausgemacht. Johanna: „1 Zentimeter auf der Karte sind 90 000?“ Eva ergänzt: „Das sind auch Zentimeter oder?“ Das leuchtet Johanna als sinnvolle Interpretation des Maßstabs ein.*
- *Dementsprechend wird beim Zwischenergebnis 2 880 000 das Komma erst um zwei und dann um drei Stellen verschoben, was als Ergebnis 28,8 km liefert und als „logischer“ als das vorherige Ergebnis angesehen wird.*

Welche Leistungen werden den beiden Schülerinnen bei der Aufgabenbearbeitung abverlangt? Dieser Frage wird im Projekt DISUM für jede der gestellten Aufgaben durch eine am Modellierungskreislauf orientierte stoffdidaktische Analyse sowie durch eine hierauf aufbauende kognitive Interpretation der zur Lösung führenden Handlungsstruktur nachgegangen.

3.3 Stoffdidaktische Analyse

Wir analysieren die Aufgabe anhand der von uns verwendeten Variante des Modellierungskreislaufes (siehe Blum/Leiß 2005a, 2005b; vgl. Abb. 2). Danach muss am Anfang der Aufgabenbearbeitung durch verstehendes Lesen des Aufgabentextes, einschließlich der Kenntnisnahme der Landkarte mit Maßstab, ein Situationsmodell gebildet werden. Dann wird die Situation strukturiert und die Problemstellung herauspräpariert, nämlich die Bestimmung der (ungefähren) Länge einer realen Wegstrecke. Dieses Realmodell, repräsentiert durch die Landkarte, wird nun in die Mathematik hinein übersetzt, d. h. es wird mathematisiert, resultierend in einer ebenen Kurve als mathematisches Modell der realen Wegstrecke. Gleichzeitig erfolgt die Wahl einer Lösungsstrategie. Diese kann u. a. bestehen in

1. dem Approximieren der Strecke durch einen Streckenzug (ggf. auch durch Aus- und Zerschneiden der Kurve), äquidistant oder sonst geeignet gewählt, der Bestimmung von dessen Länge mit geeigneten Hilfsmitteln (Zirkel, Geodreieck, Daumen ...) und anschließendem Umrechnen gemäß Maßstab,
2. dem Nachbilden der Strecke durch ein Modell, z. B. einen Faden o. ä., dem Abmessen von dessen Länge und wieder anschließendem Umrechnen,
3. dem Abmessen der Strecken mithilfe eines Messrades, dem Umrechnen des Messrad-Maßstabs in den Karten-Maßstab und wieder anschließendem Umrechnen,
4. dem direkten Ablesen von Teilstreckenlängen aus den Kilometerangaben der Karte und deren Addition, wobei der „überschüssige“ Streckenteil vom Ausgangspunkt bis zum Zentrum Kassel (Abb. 1, linke untere Ecke) geeignet abzuschätzen (mit Methoden wie eben genannt oder durch proportionales Umrechnen) und in Abzug zu bringen ist.

Dann wird die gewählte Strategie ausgeführt, wozu in den ersten drei Fällen eine maßstabsgetreue Umrechnung gehört. Diese geschieht über die Aktivierung einer Verhältnis- bzw. Proportionalitäts-Vorstellung, ggf. aber auch als bloßer Automatismus. In allen Fällen ergibt sich als mathematisches Resultat eine Entfernungsangabe. Diese ist in die Realität zurückzuübersetzen, d. h. zu interpretieren als das gesuchte reale Resultat, nämlich die reale Wegstreckenlänge. Dabei muss auch – unter Rückgriff auf Alltagswissen – eine Validierung dieses Ergebnisses durchgeführt werden: Kann das sein, stimmt die Größenordnung? Ggf. bedarf es eines erneuten Durchlaufens des Modellierungsprozesses, vor allem um auftretende Fehler (z. B. beim Approximieren oder beim Maßstabs-Umrechnen) zu finden und zu korrigieren.

Im Überblick lässt sich der Modellierungskreislauf bei der Aufgabe „Sattelfest“ anhand einer exemplarischen Lösung wie folgt darstellen:

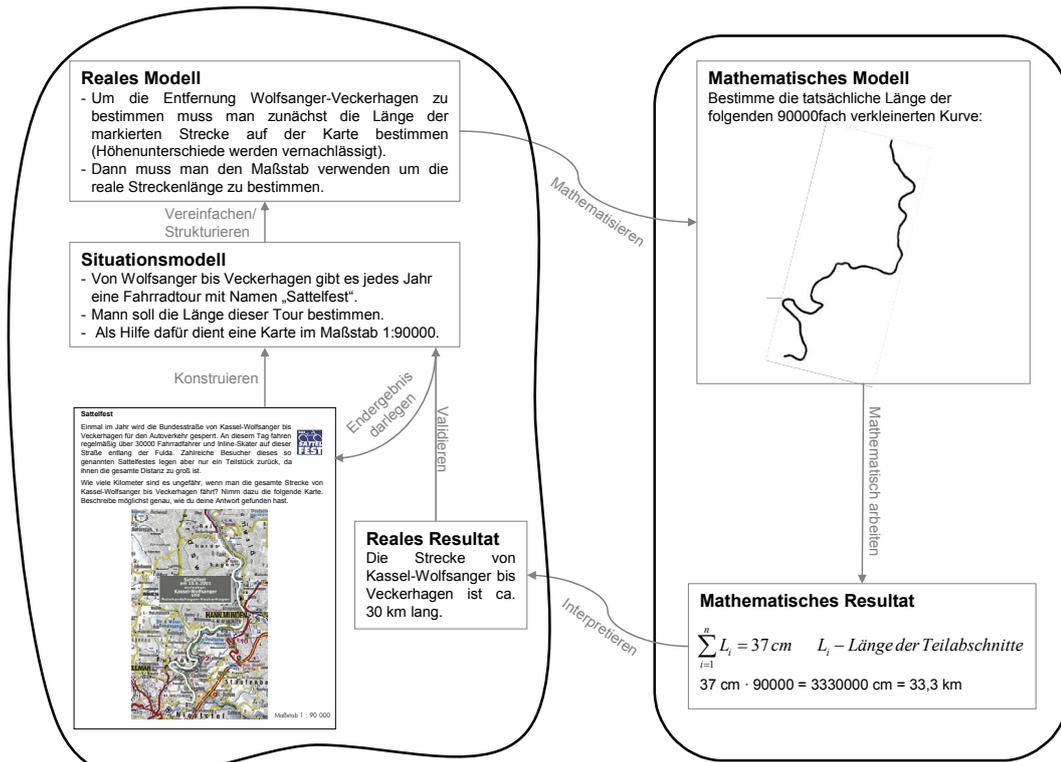


Abb. 2

Die Pfeile stellen die wesentlichen kognitiven Prozesse beim Durchführen des Lösungsprozesses dar, welche nun in einer Handlungsstruktur-Analyse näher ausgeführt werden; sie spielen für potentielle Lehrerinterventionen im Unterricht eine zentrale Rolle.

3.4 Handlungsstruktur zur Aufgabenlösung („Lösungsprozessanalyse“)

Für einen Einsatz in der Schule, insbesondere in einem selbständigkeitsorientierten Unterricht, muss der Lehrer im Detail wissen: Welche kognitiven Anforderungen stellt diese Aufgabe? Da es den Rahmen sprengen würde, den kognitiven Lösungsweg einer Aufgabe mit allen Verästelungen und Querverbindungen einigermaßen vollständig darzustellen, beschränken sich die Handlungsstrukturanalysen von DISUM auf die Skizzierung von idealtypischen Lösungswegen. Sie folgen dabei der Idee des (kognitiven) „Lösungsraumes“ (von Newell & Simon 1972), interpretieren diesen jedoch nicht im Sinne einer Computersimulation des Problemlöseprozesses. Sie zeichnen vielmehr die „natürlichen“ Lösungswege von Schülern nach und greifen dabei auf das theoretische und deskriptive Instrumentarium zur Darstellung von Problemlöseprozessen aus kognitiver Sicht zurück, wie es Aebli im Anschluss an Piaget und Selz in handlungsstrukturierender Absicht entwickelt hat (vgl. Aebli 1980, S. 26 ff., 135 ff.; vgl. auch Kotkamp 1999 und Reusser 2005).

Damit werden für das Lehrerhandeln vielfältig relevante diagnostische Heuristiken von und für Aufgabenlösungen durch Schüler gewonnen. Charakteristisch ist, dass die Lösungsprozessanalysen dem realen Lösungsweg von Schülern bei der Aufgabenbearbeitung, einschließlich der häufig auftretenden Varianten, folgen sowie zwischen „Tätigkeiten“ (äußerlich beobachtbar) und ihnen korrespondierenden „kognitiv-sprachlichen Aktivitäten“ (aus dem Verhalten hypothetisch konstruiert) differenzieren.

Aus der umfangreichen Analyse der Handlungsstruktur der Aufgabe „Sattelfest“ seien hier lediglich zwei exemplarische Auszüge vom Beginn der Aufgabenbearbeitung sowie vom Ausführen einer der Lösungsstrategien wiedergegeben (entspricht den schon unter 1.3 beschriebenen Lösungsstrategien, Fall d):

1. Verstehen der Textaufgabe

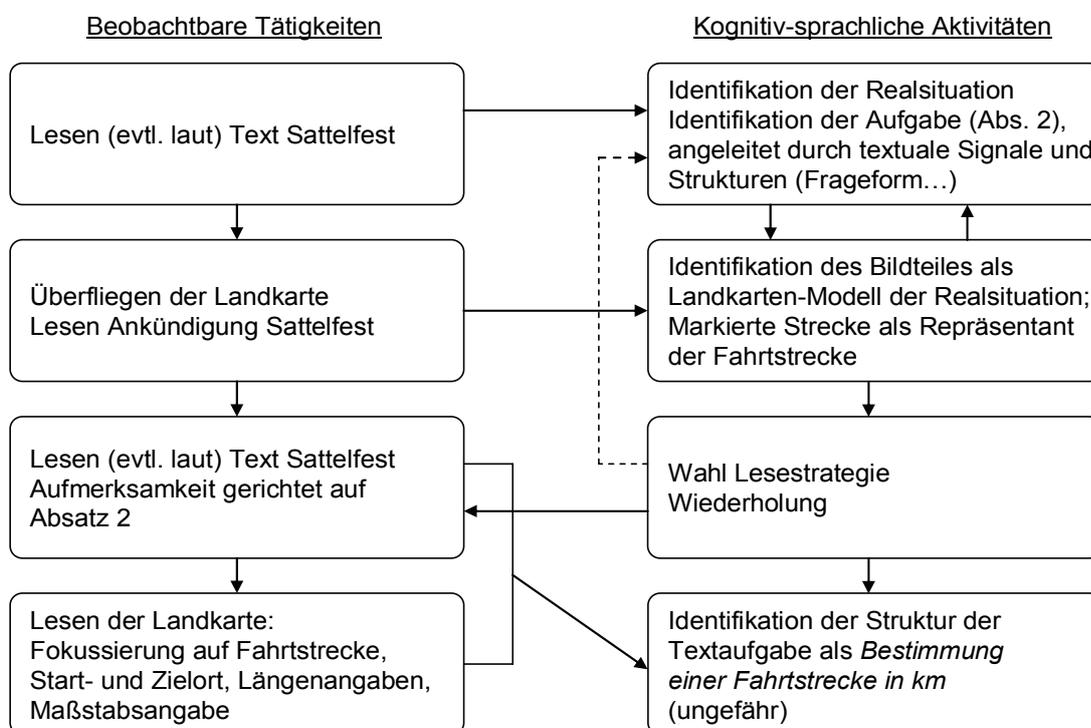


Abb. 3a

3. Ausführen einer gewählten Lösungsstrategie

(2) Entfernung aus Karte ablesen

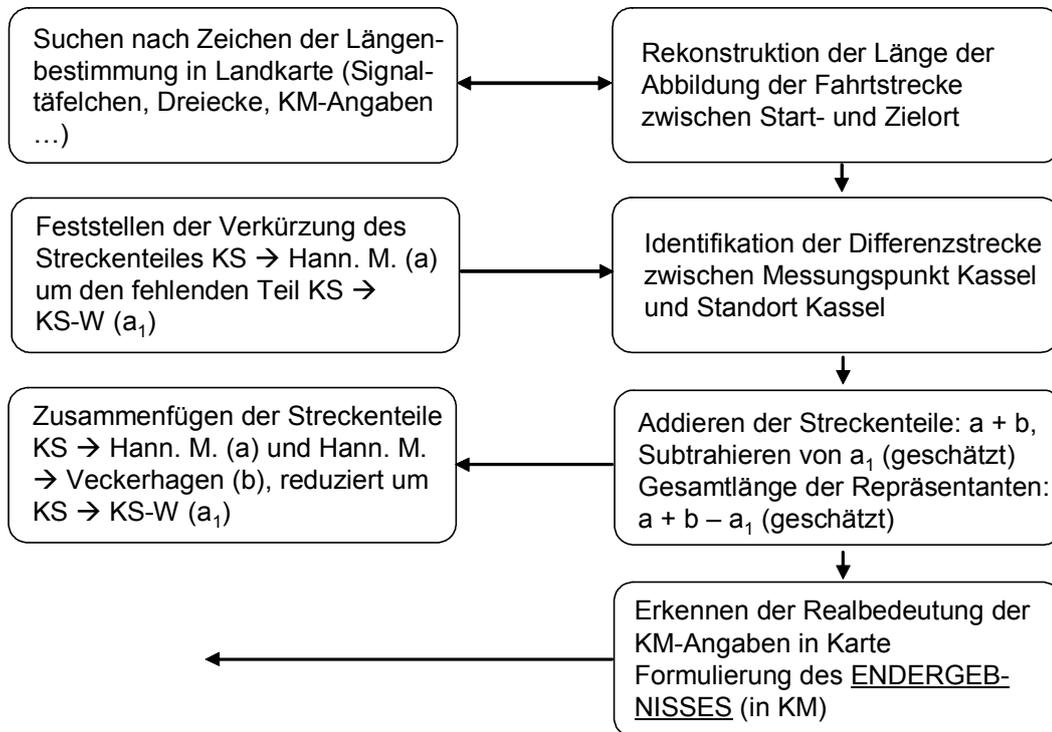


Abb. 3b

Wenn man Stoffdidaktik- und Lösungsprozess-Analyse zusammennimmt, so lassen sich die wesentlichen kognitiven Anforderungen der Aufgabe „Sattelfest“ im Auswählen bzw. Erfinden eines geeigneten Verfahrens zur Bestimmung der Kurvenlänge und im maßstäblichen Umrechnen kennzeichnen. In jedem Fall werden dabei Verhältnisse bzw. Proportionen eingesetzt, es sei denn, man wählt die Kartenlese-Strategie und vernachlässigt den „Überschuss“. Die Übersetzungen zwischen Realität und Mathematik sind relativ einfach, ebenso wie die nötigen Rechnungen, für die im Wesentlichen das Wissen der Grundschule ausreicht. Was in jedem Fall zusätzlich noch benötigt wird, ist Vorwissen über Landkarten, zumindest das Wissen, dass die reale Wegstrecke „in gleicher Form, nur kleiner“ (Maßstab bzw. Ähnlichkeit mit Proportionalitätsfaktor!) in der Karte abgebildet ist.

4. Induktion ko-konstruktiver Lösungsprozesse im Labor

4.1 Zur Methodologie der Partnerarbeit im Labor

Eine für selbständigkeitsorientierte Lehrerinterventionen zentrale Situation im aufgabengesteuerten Mathematikunterricht bildet die kooperative Aufgabebearbeitung von Schülern („ko-konstruktives Lösen“) im Rahmen einer starken Lernumgebung (Gudjons 2003). Zur vorliegenden Untersuchung

wurde die Lehr-Lernsituation der Aufgabenbearbeitung aus dem unterrichtlichen Kontext herausgelöst und im Labor inszeniert. Von Schülern aus einer Klasse wurden Paare gebildet, während die Lehrer bewusst aus anderen Schulen stammten. Die Gründe für dieses Design waren:

- Schüler empfinden eine solche Laborsituation als motivierend.
- Lehrer/innen können sich als Beobachter und bei Interventionen auf den Lösungsprozess zweier Schüler konzentrieren.
- Partnerarbeit liefert günstige Voraussetzungen für die Anregung und Objektivierung ko-konstruktiver Lernprozesse (vgl. 2), besonders auch bei Modellierungsprozessen (Zech 1996) und im Sinne von „Lautem Denken“ (vgl. Friebertshäuser 1997).
- Die Loslösung vom Zeitschema des Unterrichts schafft Freiraum für eine adäquate individuelle Betreuung des Lösungsprozesses (Leuders 2001) und ermöglicht den Schülern, ihr eigenes Arbeitstempo einzuschlagen, über Umwege bzw. Fehler zur richtigen Lösung zu gelangen und eigenen Fragen nachzugehen, was wesentliche Charakteristika eines problemorientierten Lernens darstellt (Vollrath 2001).

Dabei wurde in Anlehnung u. a. an Kagan (1963) ein Zwei-Phasen-Design verwendet, dessen Phasen komplett videographiert wurden: In der ersten Phase bekamen die Schüler (S1 & S2) den Auftrag, die Aufgabe zu lösen. Dabei musste die eine Hälfte der Paare die Aufgabe ohne Hilfen durch eine Lehrperson bearbeiten. Die andere Hälfte wurde von einem Lehrer (L) unterstützt, so dass sie sich bei auftretenden Problemen an diesen wenden konnten.

In der zweiten Phase des so genannten Stimulated Recall wurden Schüler und Lehrer mit der videographierten ersten Phase einzeln konfrontiert und an ausgewählten Stellen des Videos von einem Interviewer, der die erste Phase beobachtet hat (B/I), zu ihrem Verhalten befragt (siehe Abb. 4).

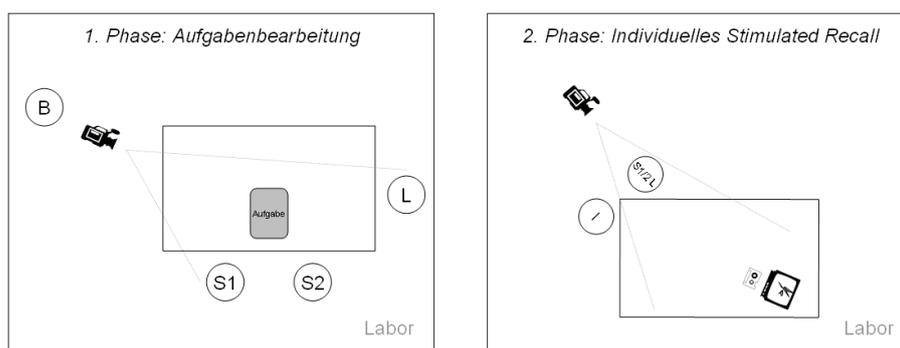


Abb. 4

4.2 Coaching der Lehrperson

Anders als im Unterricht, in dem der Lehrer eine Vielzahl an Funktionen wahrnimmt (Pauli & Reusser 2000), kommt ihm in der inszenierten Laborsituation insbesondere die Rolle zu, durch prozessbezogene lernberatende und moderierende Interventionen den selbständigen Lösungsprozess der Schüler zu unterstützen (Leiß/Wiegand 2005). Solche Formen individueller Lernunterstützung sind, obwohl sie zu den am häufigsten praktizierten Unterrichtsformen zählen und in den Kernprozess der Wissensaneignung von Schülern in Lerngruppen führen, empirisch in ihren Wirkungen nicht differenziert erforscht (vgl. Fürst 1999). Im vorliegenden Fall sollte daher das gezielte Coaching, d. h. die spezifische, auf die selbständige Aufgabebearbeitung der Schüler zielende Form von individueller Lernunterstützung bei der Bearbeitung der Aufgabe Sattelfest untersucht werden, um „das in der Praxis nur implizit vorhandene, den Akteuren nicht bewusste stille Wissen (tacit knowledge) explizit zu machen“ (Straub 2004). Die Lehrkräfte wurden aus dem Kontext des hessischen SINUS-Modellversuchs Mathematik ausgewählt (Blum et al. 2000), welche über eine mindestens vierjährige unterrichtliche Erfahrung mit kompetenzorientierten Mathematikaufgaben verfügt haben.

4.3 Auswahl der Schüler

Die zu testenden Schüler sollten einen breiten Leistungsbereich abdecken, um ein möglichst großes Spektrum unterschiedlicher Lehrerinterventionen zu provozieren. Dabei ist es jedoch problematisch, wie zahlreiche empirische Untersuchungen zeigen, die mathematische Leistungsstärke von Schülern unmittelbar über die Zugehörigkeit zu einem Bildungsgang zu bestimmen. Als sinnvolles Differenzierungsinstrument erscheinen die bei PISA 2000 verwendeten Kompetenzstufen (vgl. Neubrand u. a. 2001, Knoche u. a. 2002).

Da ca. 75 % der Hauptschüler den PISA-Kompetenzstufen I und II und ca. 80 % der Gymnasiasten den PISA-Kompetenzstufen III und IV zugeordnet werden können, kann mit dieser Population das gesamte für uns relevante Fähigkeitsintervall abgedeckt werden. Deshalb erschien es sinnvoll, sich auf Schüler dieser beiden Bildungsgänge zu konzentrieren und dabei die jeweils höhere bzw. niedrigere Kompetenzstufe durch Auswahl leistungsstärkerer bzw. -schwächerer Schüler zu erhalten.⁴ Wir bezeichnen im Weiteren die schwächeren bzw. stärkeren Hauptschüler als „KS I“ bzw. „KS II“ und die entsprechenden Gymnasiasten als „KS III“ bzw. „KS IV“.

⁴ Hierbei wird von einer Normalverteilung der Noten innerhalb der Bildungsgänge und der Bundesländer ausgegangen, die allerdings im Einzelfall keineswegs vorliegen muss. Gewissheit, ob ein bei DISUM beobachteter Schüler tatsächlich einer bestimmten Kompetenzstufe zuzuordnen ist, wäre nur mit einem Test zu erlangen, in dem Items enthalten sind, die eine PISA-Skalierung erlauben. Dies konnte in der berichteten Projektphase noch nicht durchgeführt werden.

5. Problemfelder bei der Beobachtung und Analyse ko-konstruktiver Lösungsprozesse von Schülern

5.1 Zum Einfluss des kontextualen Vorwissens auf das Lösungsverhalten

Ein unterrichtliches Problem bei nahezu allen anwendungsbezogenen Modellierungsaufgaben ist der Umgang mit dem Vorwissen der Schüler, sowohl dem mathematischen als auch dem nicht-mathematischen. Wir konzentrieren uns hier auf letztgenannten Aspekt; die Frage des mathematischen Vorwissens wird in 5.4 mit angesprochen werden.

Szene 1.1: *Nachdem Kevin und Désirée (KS II – ohne Lehrer) nach Fehlversuchen und zwischenzeitlicher Unterbrechung die Aufgabe nochmals durchgelesen haben, hat Kevin die Fragestellung erst richtig verstanden. Nun verfügt er, der sich anscheinend mit Landkarten auskennt und zuvor schon das Fehlen einer Maßstabsleiste bemängelt hatte, mit der Suche nach den Kilometer-Streckenfähnchen auf der Karte über einen konkreten Lösungsansatz. Dieser führt durch Addition der beiden großen Streckenmarkierungen 22 km und 11 km zum Ergebnis 33 km.*

Dem Hauptschüler Kevin gelingt eine Leistung, nämlich die Aufgabe im Sinne von Strategie d) zu lösen, zu der Gymnasiasten zum Teil nicht in der Lage waren. Dies hat allein mit seiner Fähigkeit zum Lesen einer Landkarte zu tun. Inhaltliches Vorwissen spielt eine wesentliche Rolle beim situativen Verständnis von Texten (vgl. Deutsches PISA-Konsortium 2001, S. 130). Auch im vorliegenden Fall geht es um Lesekompetenz. Danach stellt das sinnverstehende Lesen einer Textaufgabe wie „Sattelfest“ nicht nur ein verbales Entziffern, sondern eine Wissensgenerierung aufgrund von Vorwissen dar (ebenda, S. 70 f.). Insofern ist es nicht verwunderlich, dass die vorhandene Kartenlese-Kompetenz das Lösungsverhalten entscheidend beeinflusst. Die von Kevin gefundene pragmatische Lösung, so sinnvoll sie aus dem Blickwinkel handlungsökonomischer Effektivität erscheint und so nützlich die Fähigkeit zur präzisen Informationsentnahme aus Landkarten auch ist, steht allerdings in Gefahr, als „nicht-mathematische“ Lösung unterschätzt zu werden. Im Kontext einer anwendungsbezogenen Aufgabe kommt ihr jedoch gleiches Recht zu wie einer mithilfe von Schätz- und Messpraktiken gewonnenen Lösung.

Szene 1.2: *Wladimir und Igor (KS I – ohne Lehrer) haben mithilfe eines Fadens als Ergebnis 27 km erhalten. Im Folgenden erzählt Igor, dass er sich aufgrund von Familienausflügen in dieser Gegend auskennt und es mit dem Fahrrad zwischen 30 und 25 km von Kassel bis Hannoversch Münden sind. Dies widerspricht insofern ihrem Ergebnis, als dass Hann. Münden ungefähr mittig zwischen Start und Ziel liegt. Dies erklären sich die beiden aber damit, dass es schließlich abhängig ist vom Fahrradweg, den man fährt, und somit akzeptieren sie das ermittelte Ergebnis als Lösung.*

Nach einem gerade einmal 60 Wörter umfassenden Gespräch hat Wladimir nahezu alleine die Aufgabe gelöst. Trotzdem erlaubt ihm das lebensweltliche Vorwissen von Igor, das berechnete Ergebnis zu validieren und hier wieder in den Lösungsprozess einzusteigen. Seine Erfahrungen sind dabei so umfassend, dass er keinerlei Schwierigkeiten hat, die Dimension der Lösung als richtig zu erkennen und die bestehenden Abweichungen wiederum mit lebensweltlichen Erfahrungen zu begründen. Lediglich zwei leistungsstarke Gymnasiasten mit einer Lehrperson lösten diese Aufgabe ähnlich schnell wie diese beiden Hauptschüler. Dies unterstreicht die Bedeutung des Vorwissens speziell für die Bearbeitung einer anwendungsorientierten Aufgabe (vgl. Kroß/Lind 2001).

Zur Frage der Intervention bei diesen Szenen: Da offenkundig das Vorwissen über den Kontext einen wesentlichen Einfluss auf die Wahl des Strategieansatzes bzw. das verwendete reale Modell haben kann und bei der Validierung der Aufgabenstellung ebenfalls wieder von Bedeutung ist, gilt es für die Lehrperson zu bedenken, inwieweit es sinnvoll ist, die Schüler bereits während ihrer selbständigen Lösungsversuche durch das „Nachliefern“ von Wissens-elementen zu beeinflussen. Wenn nicht sehr große Bearbeitungsprobleme auftreten, erscheint es sinnvoll, Schülern Gelegenheit zu geben, die Aufgaben selbständig auf ihre Art zu lösen und ihre Ergebnisse vorzustellen. Erst im Anschluss daran kann die Lehrperson auf die Wissenshintergründe der einzelnen Lösungsarten hinweisen und bei Bedarf mit den Schülern auch ein Stück „Kartenlese-Kunde“ nachholen bzw. sie zum Validieren ihrer Ergebnisse durch eigene Erfahrungen motivieren. Für eine längerfristige Förderung der Schüler erscheint die Vermittlung einer Grundhaltung als günstig, die darauf abzielt, dass Schüler sich fehlende Wissens-elemente möglichst selbständig erschließen. Dabei darf – wie bereits in Punkt 2 betont – „selbständig“ nicht mit „alleingelassen“ gleichgesetzt werden, und die Schüler dürfen gemäß Vygotskys Zone of proximal development nicht zuletzt aus motivationalen Gründen nicht überfordert werden. Je nach Problemart und -häufigkeit innerhalb der Klasse ist als intervenierendes Handeln auch ein nachholendes Üben (vgl. Aebli 1983) zu erwägen, hier also die für die Maßstabumrechnung erforderlichen Prozesse.

5.2 Varianten der Steuerung von Lösungsprozessen durch die Lehrperson

Die untersuchten Laborsituationen zeigen, dass Lehrpersonen beim Coaching von kognitiv anspruchsvollen Situationen der Aufgabenbearbeitung sehr unterschiedlich intervenieren. Dies gilt auch dann, wenn sie vorher explizit aufgefordert werden, mit ihren lernprozessanregenden Einwirkungen die Selbständigkeit der kooperativen Schülerarbeit wo immer möglich zu fördern. In den beobachteten Laborsituationen zeigen sich unterschiedliche Formen der Steuerung der Arbeitsprozesse der Schüler, vermutlich mit Folgewirkungen für deren Verstehensprozesse.

Die Szenen 2.1 und 2.2 zeigen, wie Lehrpersonen eine in Absprache mit ihnen im Vorfeld zusammengestellte Kiste mit Utensilien, die die Schüler evtl. zum Lösen der Aufgabe benötigen könnten (Geodreieck, Schere, Zirkel, Seil ...), unterschiedlich einsetzen.

Szene 2.1: *Thorsten und Sven (KS II) haben Schwierigkeiten, die Länge der Start-Ziel-Strecke auf dem Aufgabenblatt zu bestimmen. Sie fragen den Lehrer, der die Materialbox verschlossen hält, nach einem Landkartenvermessungsrad. Auskunft: Ein solches ist nicht vorhanden. Darauf hat Sven die Idee, dass man die Strecke „in die Länge ziehen“ müsste und fragt deshalb nach einem Seil.*



Szene 2.2: *Thomas und Serhat (KS I) haben Probleme, die Maßstabsangabe zu deuten. Serhat ist sich jedoch bewusst, dass man die Länge der Start-Ziel-Strecke auf dem Aufgabenblatt bestimmen muss. Nach einem Blick auf die vom Lehrer bereits zu Beginn offen platzierten Materialien hat er die Idee, die Länge mit dem vor ihm liegenden Seil zu ermitteln.*



Beide Paare haben die Aufgabe mit dem gleichen Hilfsmittel, nämlich, dem Seil gelöst. Hinter den beiden scheinbar ähnlichen Vorgängen stehen jedoch unterschiedliche kognitive Leistungen. Dadurch dass der Lehrer in Szene 2.2 den Schülern alle vorhandenen Materialien offen zur Verfügung gestellt hat, lag es für diese nahe, in ihren Lösungsbestrebungen unter diesen Hilfsmitteln nach einem passenden zu suchen und schließlich das Seil mit seinen spezifischen Eigenschaften zu „entdecken“ (Serhat: „... ich wusste am Anfang nicht, also wie ich die Strecke da messen sollte, und da hab ich eben ... das Teil da gesehen. Also die Schnur da.“). Die Schüler in Szene 2.1 wussten hingegen nicht, was sich in der Materialbox befand, und mussten unabhängig davon ihren eigenen Strategieansatz des „In-die-Länge-ziehens“ konstruieren und sich ein passendes Hilfsmittel ausdenken. Erst danach konnten sie den Lehrer um dieses Hilfsmittel bitten. Bei der Handhabung der lösungsrelevanten Materialien praktizieren die beiden Lehrer unterschiedliche Formen der Lernsteuerung. In Szene 2.1 wird den Schülern durch das Fehlen von Strukturierungshilfen über das Material ein höheres Maß an Eigenaktivität bei der Verfahrenssuche abverlangt. Ob sich dies tatsächlich als selbständigkeitsfördernd erweist, dürfte jedoch von der Leistungsfähigkeit der Schüler abhängen. So könnten z. B. schwächere Schüler durch eine zu lange Suche nach zielführenden Ansätzen demotiviert werden; es könnte sich hier in der Tat ein Vorgehen mit indirekten Hilfen wie in Szene 2.2 empfehlen. Insgesamt gilt, dass im Sinne der Passung in jeder Situation vom intervenierenden Lehrer eine situativ optimale Balance zwischen Anforderung und Voraussetzung gesucht werden muss. Eine solche zu finden,

erfordert von den Lehrpersonen erhebliche individualdiagnostische Kompetenz.

Die Unterstützung der Lösungsprozesse der Schüler durch die Lehrpersonen sollte laut unseren Vorgaben gemäß dem Prinzip der minimalen Hilfe erfolgen. Auch wenn es hierbei zu beachten gilt, dass die Lehrereinschätzungen immer – nicht nur aufgrund der unterschiedlich ausgeprägten diagnostischen Kompetenzen – ein subjektives Moment beinhalten, war auffällig, dass die Lehrer Präferenzen für bestimmte Formen der Intervention aufwiesen. Dabei ließen sich zwei Typen unterscheiden, wie sich am Beispiel der in den Szenen 2.1 und 2.2 agierenden Lehrer verdeutlichen lässt. In beiden Szenen haben die Schüler die Länge der Start-Ziel-Strecke auf dem Aufgabenblatt mit einem Seil bestimmt, scheitern nun aber daran, die reale Streckenlänge zu bestimmen.

Szene 2.3: *Thorsten schlägt vor, die gemessenen 34,8 cm einfach als Kilometer zu interpretieren. Daraufhin fordert Lehrer O. die Schüler auf, ihr bisheriges Vorgehen mit dem Faden erst einmal aufzuschreiben. Während Sven schreibt, äußert Thorsten, der sich die Aufgabe nochmals angeschaut hat, dass man das wohl mit dem Maßstab ausrechnen muss. Der Lehrer wendet ein, dass man dazu Sven nach dem Aufschrieb befragen sollte. Nachdem dieser nach einiger Zeit fertig ist, fragt der Lehrer: „So, jetzt, was war der nächste Schritt?“ Daraufhin unterhalten sich die beiden Schüler über den Maßstab und Thorsten sagt: „Das einfachste wäre es einfach, mit 90 000 mal zu nehmen.“ Der Lehrer fragt, ob sie Hilfsmittel dafür benötigen, und die beiden berechnen im Folgenden mit dem Taschenrechner 31,32 km.*

Szene 2.4: *LB: ... Guck mal, Maßstab sagt einfach, hier steht 'ne Strecke in der Karte.
S1: Hm.
LB: Und hier drüben steht die Entsprechung in der Wirklichkeit.
S1: Also neunzigtausend.
LB: Also wenn das ein Zentimeter in der Karte ist, dann sind das?
S2: Mm, neunzigtausend Meter.
LB: Nee
S2: Kilometer
LB: gleiche Einheit. Ein Zentimeter sind ...
S2: Neunzigtausend Zentimeter.
LB: Jo ...*

Der Lehrer in Szene 2.4 versucht, die benötigten mathematischen Sachverhalte durch fragend-erarbeitende Impulse zu vermitteln. Dabei bleiben die Schüler weitgehend reaktiv und bringen keine eigenen Impulse in den Gesprächsverlauf ein. Dass die vom Lehrer beabsichtigten kognitiven (Re-)Konstruktionsprozesse wohl dennoch stattgefunden haben, wurde erst im Interview ersichtlich, in dem beide Schüler die Bedeutung des Maßstabs und seine Anwendung korrekt beschreiben konnten.

Demgegenüber lagen die Lernhilfen des Lehrers in Szene 2.3 fast ausschließlich auf der Metaebene der Steuerung des Lernprozesses. Sie ermöglichten den Schülern, sich die verschiedenen Arbeitsschritte selbständig bewusst zu machen und dadurch eigene Fehler und mögliche Lösungswege zu erkennen. Dabei hat der Lehrer selbst bei inhaltlich problematischen Stellen die Metaebene nicht verlassen, was im vorliegenden Fall dazu führte, dass Fehlvorstellungen der Schüler nicht korrigiert wurden. Lediglich das Problem des technischen Umgangs mit dem Begriff des Maßstabs wurde geklärt, nicht aber die zu bearbeitenden inhaltlichen Fragen.

Allgemeiner betrachtet lassen sich die Formen der Lehrerintervention in unserer Studie im Wesentlichen zwei Kategorien zuordnen: prozessorientierte Lernhilfen auf der Planungs- bzw. Metaebene sowie ergebnisorientierte Lernhilfen auf der Inhalts- bzw. Bearbeitungsebene (vgl. Eigler et al. 1975). Die bei Zech (1996) angeführte Kategorie der motivationalen und emotionalen Hilfestellungen, welche den mathematischen Lösungsweg durch soziale Hilfen zu beeinflussen versuchen, ließen sich kaum finden.

Auch wenn die Wirksamkeit instruktiven Lehrerhandelns umfassend belegt ist (vgl. Helmke 1993), kann doch bezweifelt werden, dass durch einen stark inhaltlich führenden Interventionsstil wie in Szene 2.4 intelligentes Wissen im Sinne von Weinert (1996) erworben werden kann. Neuere Studien fordern sogar, dass die Lehrpersonen sich speziell während der Gruppen- oder Partnerlösungsprozesse gänzlich zurückhalten sollen, um erfolgreiche Lernprozesse zu ermöglichen (vgl. Dann et al. 1999). Allerdings liegen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, bisher kaum Studien zu einem Vergleich direkt bearbeitungsorientierter und indirekt metakognitiver Lehrerinterventionen vor. Weitere Forschungsarbeiten dazu sind dringlich geboten, wobei neben ‚Reinformen‘ (vgl. Dekker & Elshout-Mohr 2004) insbesondere auch Mischformen wie z. B. ein variabler problemadäquater Einsatz verschiedener Formen von Lehrerinterventionen mit in die Untersuchung einbezogen werden müssen (vgl. Reusser 2005).

5.3 Umgang mit unterschiedlichen Lösungsansätzen und Schülerfehlern

Szene 3.1: *Désirée und Kevin (KS II – ohne Lehrer) scheinen keinen unmittelbaren Zugang zur Aufgabe zu finden. Désirée möchte ein Lineal verwenden, offenbar um die Strecke auf der Landkarte zu vermessen, aber Kevin blockt dies ab. Die Schüler entdecken die Maßstabs-Angabe, aber es wird deutlich, dass sie diese nicht interpretieren können. Nach 40minütiger Bearbeitung der anderen Aufgaben kommen die Schüler auf „Sattelfest“ zurück. Désirée möchte nun einen Stift als Hilfsmittel verwenden, aber Kevin blockt erneut ab. Dann entdeckt Kevin die Längenangaben auf der Landkarte, liest nach kurzer Zeit aus der Karte 22 km und 11 km ab, und die Schüler kommen durch Addition zum Ergebnis 33 km.*

Neben Beziehungsaspekten, die hier zweifellos eine Rolle spielen, ist für das Abblocken zweier Lösungsansätze sicher auch das fehlende Schüler-Vorwissen über Maßstabs-Angaben verantwortlich. Diagnostisch ist festzuhalten, dass beide Ansätze von Désirée geeignet gewesen wären, die Streckenlänge auf der Karte approximativ zu bestimmen. Die von Kevin entdeckte Möglichkeit des direkten Ablesens ohne Umrechnung ist allerdings ökonomischer (abgesehen von der fehlenden Berücksichtigung eines geeigneten Abzugs für das Streckenende). Das Verwerfen der beiden Approximations-Ansätze erscheint insofern nachträglich als gerechtfertigt. Die Lösung einer Anwendungsaufgabe darf bekanntlich nicht nach Schönheit oder Eleganz, sondern nur nach ihrem Effekt bewertet werden.

Dennoch wäre hier, wäre ein Lehrer beteiligt gewesen, eine nachträgliche Intervention zur Induktion einer erörternden Diskussion zwischen beiden Schülern angemessen gewesen. Désirée hätte aufgefordert werden können, ihre Lösungsansätze weiterzuverfolgen (was auch zu einer Thematisierung und Problematisierung des Maßstabsbegriffs geführt hätte). Dann hätten die verschiedenen Lösungen – im Sinne des z. B. aus japanischen TIMSS-Videos bekannten Unterrichtsskripts (siehe z. B. Baumert et al. 1997) – miteinander verglichen und abwägend diskutiert werden können. Dies ist ein Teil der gerade bei Aufgaben mit multiplen Lösungen notwendigen Reflexionen (vgl. 5.4).

Szene 3.2: *Ina und Julia (KS III – ohne Lehrer) haben eine Schnur verwendet und als deren Länge 33,5 cm gemessen. Zu Beginn hatte Julia die Maßstabs-Angabe als „1 cm ... 90 000 m, ne?“ gedeutet, mit Inas verhaltenener Zustimmung: „Ich glaube schon“. Nun multiplizieren die Schülerinnen 33,5 mit 90 000 und erhalten 3 015 000. Ina sagt „geteilt durch 1000 – dann hast du die Kilometerzahl – oder?“, was zur Lösung 3015 km führt. Nach einem kurzen Zweifeln („So viel sind das doch nie im Leben“) überprüfen die beiden Schülerinnen nochmals diese Lösung und bestätigen sie mit der Begründung „Oder durch Hundert – nein, tausend Meter sind ein Kilometer“.*

Szene 3.3: *Eva und Johanna (KS IV – ohne Lehrer) haben mithilfe eines Lineals die Länge der Strecke auf der Landkarte zu 32 cm bestimmt. Schon zu Beginn hatten sie den Maßstab als „1 cm auf der Karte entsprechen 90 000 m in der Realität“ interpretiert. Nun multiplizieren sie 32 mit 90 000 und erhalten 2 880 000, was sie nach Beratung wieder als m-Angabe interpretieren. Nach Division durch 1000 resultiert 2880 km. Auf Johannas „Das kann aber doch nicht sein“ hin wenden sich die Schülerinnen nochmals der Maßstabs-Angabe zu. Nach kurzer Diskussion revidieren sie ihre ursprüngliche Deutung (Johanna: „1 cm auf der Karte sind 90 000 –“ – Eva: „Das sind auch cm, oder?“) und erhalten schließlich durch Kommaverschiebung (erst um zwei, dann um drei Stellen) das „logischere“ Ergebnis 28,8 km.*

Beide Schüler-Paare haben denselben Fehler begangen, nämlich die Maßstabs-Angabe „1:90 000“ als „1 cm \triangleq 90 000 m“ zu deuten. Die Ursache für die resultierenden unplausiblen Lösungen lokalisieren beide Paare

richtigerweise in ihren Maßstabs-Deutungen. Während jedoch das erste Paar trotz Zweifeln bei der gefundenen Lösung bleibt, korrigiert das zweite Paar selbständig seine Fehlinterpretation.

Aus diagnostischem Blickwinkel sind vor allem die Maßstabs-Deutungen der Schülerinnen zu Beginn ihres Lösungsweges interessant: Liegt eine Fehlvorstellung vor, oder handelt es sich nur um eine sprachliche Ungenauigkeit bzw. Flüchtigkeit? Diese Frage lässt sich nur retrospektiv beantworten, unter Verwendung der Beobachtung des tatsächlichen Lösungsverhaltens der Schülerinnen: Vermutlich handelt es sich um eine Fehlvorstellung zur Maßstabs-Angabe „1 : 90 000“, die unbedingt behoben werden muss, wenn der Lösungsprozess zum Erfolg führen soll. Nun sind Schülerfehler ein alltägliches Phänomen, Schüler müssen nach Wittmann (1981, S. 102) „einsehen lernen, dass Fehler während des Lernprozesses und während der Lösung einer neuartigen Aufgabe etwas völlig Natürliches sind, dass sie darüber hinaus hilfreich sein können und dass es darauf ankommt, Fehler intelligent auszubügeln ...“. Die entscheidenden Fragen sind, wann und wie dieses „intelligente Ausbügeln“ geschehen soll und welche Rolle dabei die Ko-Konstruktion zwischen Lernpartnern spielt. In beiden Fällen zeigt sich, wie lernfördernd es ist, gegenüber einem Partner die eigenen Gedanken – hier die Zweifel am gefundenen Ergebnis – offen legen und im kommunikativen Austausch die getroffenen Annahmen korrigieren zu können.

Was adäquate Lehrer-Interventionen betrifft, hätte ein sofortiges Eingreifen bei Sichtbarwerden der Schülerprobleme bzw. -fehler – bei der falschen Maßstabsdeutung oder der späteren dementsprechenden Umrechnung – von vorneherein ausgeschlossen, dass die Schülerinnen ihre Fehler selbständig erkennen und korrigieren hätten können. Insofern erscheint es sinnvoll, dass Lehrpersonen nach einer Fehlerdiagnose die Lern- und Lösungsprozesse der Schüler erst einmal weiterlaufen lassen. Dies ist für Lehrpersonen sicher nicht immer einfach und im Unterrichtsalltag keinesfalls selbstverständlich. Allerdings hat nur das zweite Paar die Chance zur selbständigen Fehlerkorrektur auch genutzt. Für das erste Paar wäre vermutlich eine Lehrerintervention hilfreich gewesen. Eine minimale, die Selbständigkeit weitgehend erhaltende Intervention hätte hier z. B. in einem (die offenbar vorhandenen Zweifel der Schülerinnen aufgreifenden) Hinweis bestehen können „Stellt Euch mal 3000 km vor!“. Es ist aber gut möglich, dass dies nicht ausgereicht hätte, eine mehr als nur vordergründig fehlerkorrigierende Schülerreaktion zu erreichen und den Kern des Fehlers anzugehen, nämlich den Maßstabs-Begriff („Was bedeutet die Angabe 1 : 90 000?“). Im Sinne des Prinzips des konstruktiven Aufgreifens von Fehlern als günstige Lerngelegenheiten wäre es auch beim zweiten Paar denkbar, dass der Lehrer am Ende interveniert und den Maßstabs-Begriff nochmals thematisiert, da die von den Schülerinnen vorgenommene Kommaverschiebung womöglich auch einer eher vordergründigen Korrekturabsicht entsprungen ist.

5.4 Reflexion über Lösungsprozesse

Szene 4.1: *Melanie und Mina (KS IV – mit Lehrerin) verwenden zur Bestimmung der Kurvenlänge einen Faden. Auf Nachfrage der Lehrerin teilen die Schülerinnen u. a. mit, dass sie nicht sagen können (Melanie: „Keine Ahnung!“), was als Ergebnis herauskommen wird. Sie erhalten als Fadenlänge 34 cm und rechnen dies mithilfe des Maßstabs problemlos um. Ihre Lösung von 30,6 km akzeptieren sie ohne weitere Überprüfung. Hieran anschließend wirft die Lehrerin die Frage auf, ob das Ergebnis „ganz genau“ ist. Die Schülerinnen verneinen, und Mina meint, sie könnten es „auch genauer machen“, es komme nur auf die Zeit an. Die Lehrerin hakt nach: „Wo kommt denn die Ungenauigkeit her?“ Melanie antwortet, dass man die Kurven „halt nicht so genau legen kann“ und man es „hundertprozentig genau“ nicht hinbekommt. Danach leitet die Lehrerin zur nächsten Aufgabe über.*

Szene 4.2: *Amelie und Daniel (KS III – mit Lehrerin) wählen nach kurzer Diskussion als Hilfsmittel einen Zirkel. Amelie will in 1 cm-Schritten vorgehen, aber Daniel bemängelt: „Wie willst du das mit den Zentimetern in den Kurven machen?“ Dies veranlasst Amelie, den Zirkel anders einzustellen: „Dann machen wir es halt mit 'nem ‚halben‘“. Nach kurzer Diskussion wird dies als geeignete Lösungsmethode akzeptiert und liefert 29 cm als Kurvenlänge, nach Umrechnung dann 26,1 km als Endergebnis. Dabei tritt kurzzeitig Verwirrung auf, weil Amelie die 29 als halbe cm interpretiert, obwohl die Schüler nicht die Schritte gezählt, sondern sukzessive aufaddiert hatten („... zweieinhalb, drei, dreieinhalb ...“). Bei der Klärung hilft auch die Lehrerin durch Nachfragen. Abschließend lässt sich die Lehrerin von den Schülern deren Lösungsweg nochmals beschreiben. Amelie erklärt, dass sie „mit 0.5 den Zirkel eingestellt“ und dann „abgemessen“ haben, und Daniel erklärt die Umrechnung („... dann halt umgewandelt“). Mit einem „Gut“ der Lehrerin wird die Aufgabe abgeschlossen.*

In beiden Fällen erfolgt auf Betreiben der Lehrerin ein gemeinsamer Rückblick auf den Lösungsprozess. Dies unterscheidet diese beiden Lehr-/Lern-Situationen von zahllosen anderen im alltäglichen Unterricht, wo die Aufgabenbearbeitung mit der Ergebnisfindung beendet wird. Derartige „konstruktive“ Rückblicke auf Lösungsprozesse sind notwendig, damit die – allseits als wichtig angesehenen – metakognitiven Fähigkeiten von Schülern (weiter)entwickelt werden (vgl. dazu etwa Kaiser & Kaiser 1999 oder spezifisch zur Mathematik Sjuts 2003). Dies ist besonders wichtig im Zusammenhang von kognitiv anspruchsvollen Aufgaben, denn nach Reusser (1998, S. 12) führt zur Entwicklung von Metakognition „kein Weg um das zeitaufwendige ... Durcharbeiten fachlicher Inhalte einschließlich des methodischen und abstrahierenden Herauslösen relevanter begrifflich-schematischer und prozesshaft-strategischer Merkmale herum.“

Die beiden Fälle unterscheiden sich jedoch deutlich in der Art des Rückblickens, gerade wenn es um das „abstrahierende Herauslösen relevanter Merkmale“ geht. Allgemein gesprochen ist hierfür zum Ersten Diagnose-

Kompetenz gefragt, da der Lehrer natürliche Ansatzpunkte für derartige reflektive Abstraktionen erkennen muss, und zum Zweiten Interventions-Kompetenz, damit die Schüler möglichst eigentätig auf die Meta-Ebene gelangen können. Nur in der ersten Situation erfolgt nicht nur eine Wiederholung, sondern auch eine Reflexion der von den Schülern gewählten Lösungsmethode. Durch die Nachfragen der Lehrerin wird den Schülerinnen explizit bewusst gemacht (was sicherlich implizit vorhanden war), dass ihr Lösungsweg mit prinzipiellen Ungenauigkeiten behaftet ist. Allerdings nutzt die Lehrerin nicht die Chance, welche die Schüler-Antwort „nicht hundertprozentig“ offensichtlich bietet, nämlich noch weitergehend zu abstrahieren und grundsätzlich über Approximations-Prozesse nachzudenken, insbesondere auch infinitesimale Überlegungen („... beliebig genau ...“) ins Spiel zu bringen. Man würde in unserem Beispiel wohl erst dann von einem „Herauslösen der relevanten begrifflich-schematischen Merkmale“ reden können, wenn dieser fachliche Kern der Bestimmung von Kurvenlängen wenigstens aufscheint. Auch auf ein nochmaliges Problematisieren der Genauigkeit der Ergebnisangabe („Ist die Stelle hinter dem Komma sinnvoll?“) und anschließendes Runden wird verzichtet.

Durch die natürliche Konfrontierung der beiden Vorgehensweisen mit 1 cm- und $\frac{1}{2}$ cm-Schritten in der zweiten Situation, verstärkt noch durch die hierdurch aufgetretene kurzzeitige Verwirrung, ist dort eigentlich eine sehr gute Voraussetzung zur Reflexion über die Vorgehensweise und zum Vordringen zum begrifflichen Kern der Kurvenlängenbestimmung gegeben (etwa: „Was passiert, wenn wir den Zirkel fortwährend noch kleiner einstellen, etwa jedes Mal halb so weit wie vorher?“), besser noch als in der ersten Situation. Die Lehrerin verzichtet jedoch auf diese Gelegenheit, vermutlich weil es sich ja nicht um eine tatsächliche Lehr-Situation, sondern um ein Laborexperiment gehandelt hat. Auch hier unterbleibt eine Problematisierung der Ergebnisgenauigkeit.

Abschließend gehen wir auf einen spezifischen Reflexions-Aspekt ein, nämlich das Validieren des erhaltenen Ergebnisses. Dies ist ja (siehe Abb. 2) der vorletzte Schritt eines idealtypischen Kreislaufs von einer gegebenen Problemsituation über die Mathematik zurück zur Problemsituation. Wie sieht es hiermit bei den drei vorhin geschilderten Unterrichtsszenen 3.1 und 4.1 aus?

Aus der Sicht eines selbständigen Abschlusses von Lernprozessen bleibt festzuhalten, dass in den Szenen 3.1 und 4.1 keine eigentätige Validierung durch die Schülerinnen erfolgt. Es sollte aber sicher zum lernstrategischen Repertoire von Schülern gehören, bei realitätsbezogenen Aufgaben wie „Sattelfest“ bewusst sämtliche Schritte des Kreislaufs Realität – Mathematik zu durchlaufen; jedenfalls weisen zahlreiche Untersuchungen auf die Wichtigkeit von diesbezüglichem Metawissen hin (vgl. Maaß 2004 sowie den dort in Kap. 1 zusammengestellten Überblick). Insofern ist es naheliegend, dass ein Lehrer – aus interventionistischer Sicht – nicht nur bei offensichtlicher Notwendigkeit wie in Szene 3.1 eine Validierungsaktivität der Schüler anregt,

sondern in jedem Fall, auch bei richtiger Lösung wie in Szene 4.1, als Teil einer umfassenderen Reflexion über den Lösungsprozess. Aus dieser Perspektive wird noch deutlicher, dass die eben geschilderten Reflexionen doch eher eingeschränkter Natur waren, konzentriert auf die verwendeten mathematischen Methoden, d. h. auf den innermathematischen Verarbeitungsschritt.

Literatur

- Aebli, H. (1980/1981): Denken: das Ordnen des Tuns. 2 Bde. Stuttgart: Klett Cotta.
- Aebli, H. (1983): Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart: Klett.
- Baumert, J. et al. (1997): SINUS-Expertise „Steigerung der Effizienz des naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Bonn.
- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M. (1997): TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Opladen: Leske+Budrich.
- Bildungskommission NRW (1995): Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft, Neuwied: Luchterhand.
- Blum, W. et al. (Hrsg.) (2000): Gute Unterrichtspraxis: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Pro Schule, Heft 3.
- Blum, W. & Leiß, D. (2003): Diagnose- und Interventionsformen für einen selbständigkeitsorientierten Unterricht am Beispiel Mathematik – Vorstellung des Projekts DISUM. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2003. Hildesheim: Franzbecker, S. 129-132.
- Blum, W. (2006): Opportunities and Problems for „Quality Mathematics Teaching“ – the SINUS and DISUM Projects. In: Niss, M.: Regular Lectures at ICME-10 Copenhagen (Eds: M. Niss et al.) (in press).
- Blum, W. & Leiß, D. (2005a): „Filling up“ – The Problem of Independence-Preserving Teacher Interventions in Lessons with Demanding Modelling Tasks. In: CERME-4 – Proceedings of the Fourth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education (in press).
- Blum, W. & Leiß, D. (2005b): Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe. In: Mathematik Lehren, Heft 128, S. 18-21.
- Bransford, J.D. et al. (1985): Improving thinking and learning skills: An analysis of three approaches. In: J. Segal, S. Chipman, R. Glaser (Eds.): Thinking and learning skills: Relating instruction to basic research. Vol. 1. Hillsdale, NJ: L.E.A., pp. 133-206.
- Bromme, R., Seeger, F. & Steinbring, H. (1990): Aufgaben als Anforderungen an Lehrer und Schüler. Köln: Aulis.
- Bruder, R. (Hrsg.) (2000): Ganzheitlich unterrichten. Mathematik Lehren, Heft 101.
- Christiansen, B. & Walther, G. (1986): Task and activity. In: A.G. Houson & M. Otte (Eds.): Perspectives on mathematics education. Dodrecht: Reidel, pp. 243-307.
- Dann, H.-D. et al. (1999): Gruppenunterricht im Schulalltag. Realität und Chancen. Erlangen: Universitätsbibliothek Erlangen, S. 107-150.
- Dekker, R. & Elshout-Mohr, M. (2004): Teacher interventions aimed at mathematical level raising during collaborative learning. In: educational studies in mathematics 36 (3), pp. 39-65.
- Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) (2001): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Eigler, G. et al. (1975): Grundkurs Lehren und Lernen. Weinheim: Beltz.
- Friebertshäuser, B. (1997): Interviewtechniken – ein Überblick. In: B. Friebertshäuser & A. Prengel (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. Weinheim: Juventa Verlag, S. 371-395.
- Fürst, C. (1999): Die Rolle der Lehrkraft im Gruppenunterricht. In: H.-D. Dann et al.: Gruppenunterricht im Schulalltag. Realität und Chancen. Erlangen: Universitätsbibliothek Erlangen, S. 107-150.

- Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (2000): Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: J. Gerstenmaier et al.: Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen: Hogrefe, S. 139-156.
- Gudjons, H. (2003): Selbstgesteuertes Lernen der Schüler: Fahren ohne Führerschein? In: Pädagogik 55, Heft 5, S. 6-9.
- Helmke, A. (1993): Motivation und Schulleistung: Trends, Sackgassen und Perspektiven der Forschung. In: L. Montada (Hrsg.): Bericht über den 38. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Trier 1992. Band 2. Göttingen: Hogrefe, S. 588-595.
- Helmke, A. (2003): Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern. Seelze: Kallmeyer.
- Helmke, A. & Weinert, F.E. (1997): Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie. Pädagogische Psychologie 3, Göttingen: Hogrefe, S. 71-176.
- Kagan, N., Krathwohl, D.R. & Miller, R. (1963): Stimulated recall in therapy using video-tape – A case study. In: Journal of Counseling Psychology 10 (3), pp. 237-243.
- Kaiser, A. & Kaiser, R. (1999): Metakognition: Denken und Problemlösen optimieren. Neuwied: Luchterhand.
- Knoche, N. et al. (2002): Die PISA 2000-Studie, einige Ergebnisse und Analysen. In: Journal für Mathematik-Didaktik 23 (3/4), S. 159-202.
- Kotkamp, U. (1999): Elementares und komplexes Problemlösen: Über Invarianzeigenschaften von Denkprozessen. Lengerich: Pabst Science.
- Kroß, A. & Lind, G. (2001): Einfluss des Vorwissens auf Intensität und Qualität des Selbsterklärens beim Lernen mit biologischen Beispielaufgaben. In: Unterrichtswissenschaft 29, Heft 1, S. 5-25.
- Leiß, D., Blum, W., Messner, R. (2004): Sattelfest beim Sattelfest? Analyse ko-konstruktiver Lösungsprozesse bei einer realitätsorientierten Mathematikaufgabe. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2004. Hildesheim: Franzbecker, S. 333-336.
- Leiß, D. (2005): Teacher intervention versus self-regulated learning? In: Teaching mathematics and its applications 24 (2-3), S. 75-89.
- Leiß, D. & Wiegand, B. (2005): A classification of teacher interventions in mathematics teaching. In: ZDM 37 (3), S. 240-245.
- Leiß, D., Möller, V., Schukajlow, S. (2006): Bier für den Regenwald – Diagnostizieren und Fördern mit Modellierungsaufgaben, In: G. Becker et al. (Hrsg.): Diagnostizieren und Fördern – Stärken entdecken – Können entwickeln. Friedrich Jahresheft XXIV, S. 89-91.
- Leuders, T. (2001): Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelson Scriptor.
- Maaß (2004): Mathematisches Modellieren im Unterricht. Hildesheim: Franzbecker.
- Messner, R. (2004): Selbstständiges Lernen und PISA – Formen einer neuen Aufgabenkultur. In: D. Bosse (Hrsg.): Unterricht, der Schülerinnen und Schüler herausfordert. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 29-47.
- Messner, R. (2005): Wagenscheins Genetisches Lehren auf dem Prüfstand konstruktiver Didaktik. In: H.-W. Henn & G. Kaiser (Hrsg.): Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festschrift für Werner Blum. Hildesheim: Franzbecker, S. 294-307.
- Messner, R. & Blum, W. (2006): Selbstständiges Lernen im Fachunterricht – sieben Projekte zur empirischen Unterrichtsforschung. In: I. Mammes, S. Rahm & M. Schratz (Hrsg.): Schulpädagogische Forschung – Unterrichtsforschung – Perspektiven Innovativer Ansätze. Innsbruck: Studien Verlag, S. 107-123.
- Neubrand, M. et al. (2001): Grundlagen der Ergänzung des internationalen PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 33 (2), S. 45-59.
- Newell, A. & Simon, H. (1972): Human Problem Solving. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2000): Zur Rolle der Lehrperson beim kooperativen Lernen. In: Schweizerische Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (3), S. 421-441.
- Pollak, H.O. (1979): The interaction between mathematics and other school subjects. In: The international commission on mathematical instruction (Ed.): New trends in mathematics teaching (Volume VI). Paris, pp. 232-248.

- Reusser, K. (1998): Denkstrukturen und Wissenserwerb in der Ontogenese. In: F. Klix & H. Spada (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. Kognition. Göttingen: Hogrefe, S. 115-166.
- Reusser, K. (2001): Unterricht zwischen Wissensvermittlung und Lernen lernen. In: C. Finkbeiner & G.W. Schnaitmann (Hrsg.): Lehren und Lernen im Kontext empirischer Forschung und Fachdidaktik. Donauwörth: Auer, S. 106-140.
- Reusser, K. (2005): Problemorientiertes Lernen – Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. In: Beiträge zur Lehrerbildung (Schweizerische Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung) 22 (2), S. 159-182.
- Salomon, G. & Globerson, T. (1989): When teams do not function the way they ought to. In: International Journal of Educational Research (13), pp. 89-99.
- Schleicher, A. (2003): Dankrede bei der Verleihung des Theodor-Heuss-Preises am 12. April 2003 in Stuttgart. In: GEW-Informationen. PISA-INFO, 18.
- Sjuts, J. (2003): Metakognition per didaktisch-sozialem Vertrag. In: Journal für Mathematik-Didaktik 24 (1), S. 18-40.
- Straub, F.C. (2004): Fachspezifisch-Pädagogisches Coaching: Ein Beispiel zur Entwicklung von Lehrerfortbildung und Unterrichtskompetenz als Kooperation. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 7 (Beiheft 3 – PISA und die Konsequenzen für die erziehungswissenschaftliche Forschung), S. 113-141.
- Vollrath, H.-J. (2001): Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe I. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Walther, G. (1985): Zur Rolle von Aufgaben im Mathematikunterricht. In: Beiträge zum Mathematikunterricht. Bad Salzdetfurth, S. 28-42.
- Wälti-Scolari, B. (2001): Problemlösen macht Schule. Zug: Klett.
- Weinert, F.E. (1996): Lerntheorien und Instruktionsmodelle. In: F.E. Weinert (Hrsg.): Psychologie des Lernens und der Instruktion. Band 2. Göttingen: Hogrefe, S. 1-47.
- Wittmann (1981): Grundfragen des Mathematikunterrichts. Braunschweig: Vieweg.
- Zech, F. (1996): Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitung für das Lehren und Lernen von Mathematik. Weinheim: Beltz.

Dorit Bosse

Computergestützte Arbeitsjournale zur Förderung selbstregulierten Lernens in der gymnasialen Oberstufe

Die Diskussion um die Förderung selbständigen Lernens in der gymnasialen Oberstufe ist nicht neu, sie wird seit PISA jedoch mit größerer Vehemenz geführt. Im Zusammenhang mit den Forderungen nach mehr selbständigkeitsorientiertem Arbeiten ist in den letzten Jahren ein großes Spektrum an Lernformen erprobt worden, die der Arbeitsweise von jungen Erwachsenen entsprechen (Messner 1995, Huber 2000, Bräu 2002, Bosse 2004). Gemeinsam ist den selbständigkeitsfördernden Lernformen, dass Schüler die Steuerung ihres Lernens weitgehend selbst in die Hand nehmen können, indem sie Entscheidungsspielräume etwa hinsichtlich der Wahl des Lernwegs oder der inhaltlichen Akzentuierung des Unterrichtsthemas bekommen.

Lernstrategisch gestütztes Handeln spielt für die Entwicklung selbstgesteuerten Lernens eine zentrale Rolle, wobei unterschiedlich definiert wird, inwieweit Lernstrategien teils bewusst eingesetzt werden, teils aber auch zum implizit ablaufenden Handlungsrepertoire gehören (Artelt 2000).¹ In zahlreichen Modellen wird der Zusammenhang innerpsychischer Aktivitäten im Lernprozess auf der kognitiven, motivationalen und emotionalen Ebene beschrieben (Boekaerts 1999, Schiefele & Pekrun 1996, Wild 2000, Friedrich & Mandl 2006). Zu den zentralen Merkmalen selbstgesteuerten Lernens gehört nahezu durchgängig das Verfügen über Strategien im kognitiven, metakognitiven und motivationalen Bereich sowie die Fähigkeit der volitionalen Regulierung des eigenen Lernprozesses. Selbstregulation bedeutet insbesondere, dass der Lernende in der Lage ist, sich selbständig Lernziele zu setzen und angemessene Strategien zum Erreichen der Ziele anzuwenden.

Die Möglichkeit des individuell unterschiedlichen Anwendens von Lernstrategien spielt für eine differenzierende Unterrichtsgestaltung eine entscheidende Rolle. Aber gerade im Bereich individualisierender Lernformen besteht für die gymnasiale Oberstufe noch erheblicher Entwicklungsbedarf (Huber 1996, Messner 1999, Bosse 2003, 2006). In jüngster Zeit werden zunehmend mehr jener Lernformen und Lernmedien erprobt, die Oberstufenschülern eine Selbststeuerung auch auf der metakognitiven Ebene des Lernens ermöglichen. Die Lernprozessinitiierung und -begleitung durch Lerntagebücher, Journale und Portfolios (Berning 1998, Eikenbusch 2001, Bräuer 1998, 2000, Winter 2004) soll Oberstufenschüler dazu befähigen, sich durch eine selbstregulative Form der Informationsverarbeitung und durch metakognitives Steuern des Lernens mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten vertraut zu machen und effektiv zu lernen. Inspiriert sind die reflexiven Lernmedien

¹ Finkbeiner unterscheidet zwischen bewusst/unbewusst, explizit/implizit und beobachtbar/nicht-beobachtbar (2003).

durch die Entwicklung dialogischer Lernformen im Schweizer Raum, die maßgeblich von Ruf und Gallin vorangetrieben wurden (Ruf & Gallin 1999, Ruf 2001, Ruf & Ruf-Bräker 2002), sowie durch die US-amerikanische Schreibpädagogik.

Die Idee des schreibenden Begleitens von Lernprozessen wurde für das Forschungsprojekt *Computergestützte Arbeitsjournale (Journal Writing) in der gymnasialen Oberstufe*² aufgegriffen und für den Umgang mit Sachtexten methodisch operationalisiert. Im Folgenden wird das Konzept des Journalschreibens theoretisch hergeleitet und in seiner unterrichtspraktischen Umsetzung als Voraussetzung für die Erforschung seiner Wirkungsweise dargestellt. Im Ausblick wird die geplante Hauptuntersuchung skizziert, der eine explorative Studie vorangegangen ist.

1. Lernmonitoring durch schreibendes Reflektieren

Reflexives Lernen durch Schreiben, zu dem *Journal writing* gehört, hat in der US-amerikanischen Lehr-/Lernforschung und Schreibforschung bereits Tradition (Fulwiler 1987, Belanoff & Dickson 1991, Casanave 1993, Hillocks 1995, Segall & Smart 2005). Die Schreibpädagogik in den USA hat sich aus dem Bereich *composition* des Englischunterrichts entwickelt und ist zu einer fachübergreifenden akademischen Disziplin für Schule, College und Universität geworden. Aus Initiativen wie dem *National Writing Project* und *Writing Across the Curriculum* aus den 70-er Jahren entstand eine breite pädagogische Bewegung disziplinübergreifenden Schreibens, die sich mit Blick auf die Funktion des Schreibens für den Denk- und Lernprozess vor allem auf Wygotski (1934/1979) beruft (vgl. Bräuer 1996).

Journal writing wird im vorliegenden Forschungsprojekt als eine spezifische Form von Lernmonitoring verstanden, durch die zumeist automatisch ablaufende Lernvorgänge mental repräsentiert werden (Hasselhorn & Körkel 1984, Guldemann 1996; vgl. zur Metakognition van Kraayenoord & Schneider 1999). Die Oberstufenschüler sollen mit der Methode des Journalschreibens ihr individuelles Lernen, z. T. in Zusammenarbeit mit einem Mitschüler, unter folgenden Aspekten erschließen können:

- das Ziel einer Arbeitsphase
- Inhalt und Struktur der gestellten Aufgabe
- die unterschiedlichen Formen des Vorgehens beim Lernen
- die Art der Kooperation mit dem Tandempartner
- die Einschätzung des bereits Geleisteten innerhalb des geplanten Lernverlaufs
- Reflexionen, die sich auf das Selbstkonzept beziehen (Stärken, Defizite, Vorlieben/Abneigungen)

² Das Projekt wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert.

- Einschätzung des Lernprozesses hinsichtlich interessegeleiteter Phasen, Lernwiderstände (inhaltlich, methodisch), Wege ihrer Überwindung

Journalschreiben führt zum Innehalten im Lernprozess und zu einer Selbstvergewisserung über den Ablauf des eigenen Lernens im Sinne der Schulung des metakognitiven Strategierepertoires (Leutner & Leopold 2006, Wirth & Leutner 2006). Damit kann der gesamte Arbeitsprozess kognitiv strukturiert und zielgerichtet auf die zu bearbeitende Aufgabe ausgerichtet werden.

1.1 Das Arbeitsjournal in Abgrenzung von Lerntagebuch und Portfolio

Das Arbeitsjournal unterscheidet sich von *Lerntagebuch* und *Portfolio* durch den Grad an Öffentlichkeit. Während das *Tagebuch* vornehmlich dem privaten Notieren und Festhalten dient, richtet sich das *Portfolio* an die Öffentlichkeit. Das *Arbeitsjournal* nimmt eine Zwischenstellung zwischen persönlichem und nach außen gerichtetem Diskurs ein. Gemeinsam ist allen drei Schreibformen, dass sie reflexiv angelegt sind, wobei sie im Lernprozess unterschiedliche Funktionen aufweisen. Das *Tagebuch* bleibt in der Aura des Privaten, es bewahrt eigene Gefühle und Gedanken auf. Das *Arbeitsjournal* ist die „Werkstatt“ (Bräuer 2000), in der Texte entwickelt, kommentiert und bewertet werden und Lernstrategien zum Einsatz kommen. Beim Journalschreiben wird zwischen *subject journal*, *literary journal* und *dialogue journal* unterschieden. Das *subject journal* wird im Sinne eines *learning log* genutzt, um eigene Gedanken und Fragen zu einem Lerngegenstand festzuhalten. Ein *literary journal* oder *reading log* wird parallel zur Bearbeitung einer Lektüre im Unterricht geführt. Eine spezielle Form des Arbeitsjournals ist das *dialogue journal*, das sich ein fiktives oder reales Gegenüber sucht (Casanova 1993). Das *dialogue journal* kann im Unterricht als Kommunikationsmedium zwischen Schüler und Lehrer oder zwischen den Schülern untereinander fungieren. Im Zentrum steht beim *dialogue journal* der Austausch. Es enthält Verständnisfragen sowie Kommentare zu Gedanken oder Texten von Mitschülern. Es kann als Medium genutzt werden, um unterschiedliche Positionen zu einem Thema auszutauschen. Das Portfolio schließlich ist auf die Präsentation nach außen ausgerichtet, es ist das Schaufenster, in dem eine Auswahl an Geleistetem gezeigt wird. Es kann den Endpunkt eines Schreibprozesses, Lernprozesses oder Ausbildungsgangs bilden, in dem bewertet und bilanziert wird (Belanoff & Dickson 1991; Vierlinger 1999, Winter 2004). Im vorliegenden Forschungsprojekt findet Journalschreiben in Form eines dialogisch angelegten *subject journal* statt.

1.2 Die kognitive Dimension des Schreibprozesses

Zur Erfassung der im Prozess des Schreibens ablaufenden gedanklichen Operationen wurden in der Vergangenheit verschiedene Modelle entwickelt.

Das bekannteste stammt von Hayes und Flower (1980),³ auf das sich die Textproduktionsforschung bis heute bezieht (Eigler 2006). In diesem Modell wird Schreiben als Problemlöseprozess verstanden. Hayes und Flower untergliedern den Schreibprozess in *Task environment*, *Cognitive writing processes* und *The writer's long term memory*, also in die Rahmenbedingungen mit Schreibaufgabe und Adressaten, in den eigentlichen Vorgang der Textproduktion und in den Bereich Wissen und Vorwissen des Schreibenden, soweit es für den Schreibprozess relevant ist. Die kognitiven Prozesse während des Schreibvorgangs werden wiederum untergliedert in Planung (was soll wie ausgedrückt werden), Transformation der vorstrukturierten Gedanken in geschriebene Sprache und Überarbeitung des Geschriebenen. Diesen drei Komponenten ordnen Hayes und Flower eine Überwachungsinstanz, den *monitor* zu, der die kognitiven Prozesse des Planens, Transformierens und Überarbeitens steuert. Die Abfolge der Prozesse stellen sich Hayes und Flower variabel vor, also nicht zwingend in diesem Dreischritt verlaufend.

Analog zu den Modellvorstellungen im *cognitive writing process* wurde im vorliegenden Forschungsprojekt ein Lernbegleiter als Anleitung zum Verfassen des Arbeitsjournals entwickelt, der die gedanklichen Operationen *organizing*, *goal setting*, *translating* und *revision* der Schüler im Schreibprozess in Auseinandersetzung mit zu lesenden Texten verstärken und gezielt steuern soll, er stellt gleichsam eine materielle Stütze der kognitiven Überwachungsinstanz *monitor* dar.

In seiner Weiterentwicklung des Modells nimmt Hayes (1996) weitere Ausdifferenzierungen und Akzentverschiebungen vor, wobei für die vorliegende Fragestellung vor allem die Ergänzungen innerhalb des *Task environment* aufschlussreich sind. Hayes unterscheidet im neuen Modell zwischen *Social environment* und *Physical environment* und fügt letzterem den Aspekt *Composing medium* hinzu. Er reagiert damit auf Veränderungen in der Schreibpraxis, die sich im Zuge der Ausweitung des Schreibens mit dem Computer und der zur Verfügung stehenden Textverarbeitungsprogramme seit Anfang der 90-er Jahre vollziehen, indem er dem Schreibmedium, dessen sich der Schreibende bedient, innerhalb der Analyse von Schreibprozessen eine gesonderte Rolle beimisst. Auch im vorliegenden Projekt wird dem Computer als gewähltem Schreibmedium in Abgrenzung zu *paper-pencil* besondere Aufmerksamkeit gewidmet (siehe 1.3).

Eine weitere Orientierung für den Lernbegleiter als methodische Anleitung des *Journal Writing* liefert das Modell von Bereiter und Scardamalia (1987). Das Modell findet vor allem unter dem Aspekt des Einsatzes unterschiedlicher Schreibstrategien bis in die Gegenwart große Beachtung in der Textproduktionsforschung (Hayes & Nash 1996, Eigler, Jechle, Kolb & Winter 1997; Eigler 1998, McAndrew & Reigstad 2001, Eigler 2006). Im Mittelpunkt dieses Modells steht die Nutzung des Wissens im Schreibprozess und die

³ Flower hat in den 90-er Jahren neue Konzepte zur Lese- und Schreibförderung entwickelt, etwa *Reading-to-write* (Flower et al. 1990).

Rückwirkung des Schreibens auf die Wissensgenerierung. Bereiter und Scardamalia unterscheiden zwischen *knowledge-telling model* und *knowledge-transforming model*, und damit zwischen einer strategisch wenig entwickelten und einer elaborierten Form des Textproduzierens. Knowledge-telling-model – oder auch knowledge-telling-Strategie – bedeutet, dass der Schreibende eine Repräsentation der Aufgabenstellung entwickelt und seine Textproduktion an als bedeutsam eingeschätzten zentralen Begriffen ausrichtet. Gedächtnisleistungen und Wissensgenerierungsprozesse werden an diesen Begriffen entlang gesteuert. Der Schreibprozess wird nicht gezielt geplant und überwacht. Im Vergleich dazu ist die *knowledge-transforming-Strategie* durch ein höheres Maß an konstruktiven gedanklichen Schritten gekennzeichnet, der Schreibprozess wird vom Schreibenden gezielt gesteuert. Es kommt zu einer dialektischen Bewegung zwischen den inhaltlichen und sprachlich-rhetorischen Aspekten der Aufgabe, zwischen der Textproduktion und der Klärung des Wissens, kurz: das Wissen wird auf diese Weise durchgearbeitet. Bereiter und Scardamalia haben für den Übergang vom *knowledge-telling model* zum *knowledge-transforming model* didaktische Verfahren entwickelt, etwa die drei Phasen *modelling* (der Lehrende als Modell) – *soloing* (Selbsterprobung des Lernenden) – *fading* (Zurücknehmen der Hilfe).

Ziel des Projekts *Computergestützte Arbeitsjournale* ist ein strategisch hoch entwickelter Umgang mit zu lesenden und zu bearbeitenden Texten, durch den es zu einer intensiven Durcharbeitung des Wissens der Schüler kommen soll. Das Arbeiten entlang des Lernbegleiters, der zum Verfassen des Arbeitsjournals führt, versteht sich als eine Methode, um Schüler vom *knowledge-telling model* zum *knowledge-transforming model* zu verhelfen und damit zu einem selbstgesteuerten Umgang mit zu lesenden und zu schreibenden Texten. Das Drei-Phasenmodell *Modelling-Soloing-Fading* hat für die Ausrichtung der Fragen und Arbeitsaufträge im Lernbegleiter hinsichtlich ihrer Selbständigkeitsgewährung orientierende Funktion. Insgesamt ist der Lernbegleiter im Sinne eines Lernstrategietrainings angelegt, das zu einem bewussteren Umgang mit effektiven Lernstrategien führen soll und damit geeignet ist, das Maß an Selbststeuerung im Lernen zu steigern.

1.3 Computergestütztes Schreiben

Im Forschungsprojekt soll der Verschriftlichungsprozess durch das Verwenden des Computers als Schreibmedium erleichtert werden. Die Forschungen zur schriftlichen Sprachproduktion mit dem Computer im Vergleich zum handschriftlichen Schreiben liefern eine Reihe von Erkenntnissen, die die Annahmen des vorliegenden Forschungsprojekts stützen (Nottbusch, Weingarten & Will 1997, Weingarten 1998). Das Schreiben mit dem Computer zeichnet sich durch den vorläufigen Charakter des Niederschreibens aus, Geschriebenes kann mühelos verändert und überarbeitet werden. Aus der Erforschung der Schriftsprache in der Online-Kommunikation ist bekannt, dass sich Chatter der einfacheren und schwächer strukturierten Syntax der

gesprochenen Sprache bedienen (Weingarten 1998). Auch bei anderen Texten, selbst wissenschaftlichen, kann ein solcher Rückgriff eine Elaborationshilfe für das entstehende Endprodukt darstellen. Häufig nutzt der PC-Schreiber die Möglichkeit, Gedanken in zunächst anspruchsloser Syntax festzuhalten, damit sie nicht verloren gehen, um das Geschriebene anschließend in eine elaboriertere Sprache zu fassen. Diese schnell notierten Sprachfragmente haben nicht nur eine große Nähe zur gesprochenen Sprache, sondern weisen durch ihren verkürzten und verdichteten Charakter Affinitäten zur inneren Sprache auf (Wygotski 1934/1979).

Nottbusch, Weingarten und Will (1997) haben das Schreiben mit der Hand und das Schreiben mit der Tastatur des Computers hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs und der motorischen Ausführung untersucht. Sie ließen Probanden einzelne Wörter schreiben und analysierten, ob sich im Schreibfluss *Unterbrechungs-* und *Übergangszeiten* stärker an Morphemgrenzen oder an Silbengrenzen ausmachen lassen. Es zeigte sich, dass das Unterbrechen des Schreibflusses beim Computerschreiben etwas stärker am Silbenrhythmus ausgerichtet ist als beim handschriftlichen Schreiben, das die Morphemgrenzen stärker berücksichtigt. Daraus lässt sich mit aller Vorsicht ableiten, dass das Schreiben mit der Tastatur des Computers der mündlichen Sprachproduktion etwas näher zu sein scheint als das Schreiben mit der Hand.

Im vorliegenden Projekt wird davon ausgegangen, dass den Schülern das Beschreiben ihres eigenen Lernprozesses – im Wesentlichen geht es um das schriftliche Objektivieren von Denkprozessen – in einer ersten, vorläufigen Fassung mit dem Computer leichter fällt als mit *paper-pencil*, weil die Art der Schreibproduktion eine größere Nähe zur gesprochenen Sprache hat und durch die Möglichkeit des vorübergehenden Archivierens von Sprachfragmenten den Gedanken und Affekten wahrscheinlich vielfach näher kommt, als dies beim handschriftlichen Schreiben der Fall ist. Entsprechend liegt der Lernbegleiter digital vor, so dass jeder Schüler auf seinem Notebook darüber verfügen kann.

Noch auf einen weiteren wichtigen Aspekt für die Entscheidung für computergestütztes Schreiben soll an dieser Stelle hingewiesen werden. Das Schreiben mit dem Computer wird vielfach im Vergleich zum traditionellen Aufschreiben als motivierender und weniger einschüchternd beschrieben, Schüler schätzen das Schreiben mit dem Computer, weil das Geschriebene mühelos variiert und überarbeitet werden kann. „The Computer Doesn’t Embarrass Me“ überschreiben Hasselbring et al. (zit. in Godsey 2000) bezeichnenderweise ihren Artikel über Schülererfahrungen beim Schreiben mit dem Computer. Im vorliegenden Projekt erfolgt das Journalschreiben computergestützt, um möglichen Schreibhemmungen, die vor allem beim Verfassen selbstreflexiver Texte bestehen können, entgegenzuwirken. Zudem stimuliert das Schreiben mit dem Computer im Vergleich zum traditionellen Aufschreiben mit *paper-pencil* zum Überarbeiten von Texten (Bräuer 1998), was dem Ansatz des Forschungsprojekts entgegen kommt.

2. E-Learning und Blended Learning

Zahlreiche Studien zu E-Learning haben die positiven Auswirkungen des Einsatzes des Computers auf schulisches Lernen gezeigt (siehe zusammenfassend Leutner & Brünken 2000, Herzig 2001, Tulodziecki 2001, Schulz-Zander & Riegas-Staackmann 2004). So heben Schaumburg und Issing (2002) in ihrer gymnasialen Evaluationsstudie die Förderung des individualisierten und schülergesteuerten Lernens hervor. Höhere Lernleistungen durch computergestützten Unterricht im Vergleich zu traditionellem Unterricht ließen sich allerdings nicht feststellen. Pala-Güngör (2004) weist in ihrer Studie in der gymnasialen Oberstufe nach, dass Schüler mit Multi-Media-Einsatz im Unterricht ihr Lernen in hohem Maße als selbstgesteuert wahrnehmen (Kontrollgruppe ohne Multi-Media). Höhere Lernzuwächse ließen sich allerdings auch in dieser Studie nicht ermitteln.

In den letzten Jahren hat sich der Fokus der E-Learning-Forschung verschoben, er ist jetzt stärker auf die Feinstruktur des Unterrichts gerichtet. Konzentrierte sich früher die Frage darauf, ob neue Medien im Unterricht eingesetzt werden sollen, werden jetzt die Modi des Einsatzes neuer Medien untersucht. Eine Reihe von Untersuchungen, die sich auf Blended-Learning-Arrangements konzentrieren, kombinieren Präsenz-Lernen im Unterricht und virtuelle Lernformen außerhalb des Unterrichts (Osguthorpe & Graham 2003, Holmes, Polhemus & Jennings 2005, Mortera-Gutierrez 2006).⁴ So etwa das E-Learning-Projekt von Holzäpfel und Nückles (2006), das als Ergänzung zum traditionellen Fachunterricht ohne Computernutzung konzipiert ist. Als Nachbereitung des Unterrichts verfassen die Schüler zu Hause am PC Lernprotokolle, die auf einer zentralen Plattform abgelegt werden. Zu der Plattform haben alle Schüler sowie der Lehrer Zugang. Innerhalb der Lernpartnerschaften, die die Schüler gebildet haben, geben sie sich untereinander online Rückmeldungen. Durch das schreibende Reflektieren des Unterrichts soll es zu einer vertieften und nachhaltigen Verarbeitung des Lernstoffs kommen. Der Lehrer fungiert dabei als Online-Tutor, der Feedback gibt und unterstützt. Zusätzlich gibt es einen externen Mathematik-Experten, der den Schülern ebenfalls als Online-Tutor zur Verfügung steht.⁵

⁴ *Blended Learning* wird in unterschiedlicher Weise definiert. Lim et al. (2006, S. 810) führen drei Definitionsansätze für *Blended Instruction* an: „(a) a learning method that more than one delivery mode is being used with the objective of optimizing the learning outcome and cost of program delivery (Singh & Reed 2001), (b) any mix of instructor-led training methods with technology-based learning (Bielawski & Metcalf 2005), and (c) the mix of traditional and interactive-rich forms of classroom training with any of the innovative technologies such as multimedia, CD-ROM video streaming, virtual classroom, email/conference calls, and online animation/video streaming technology (Thorne 2003).“

⁵ Vgl. dazu auch die Feldstudie von Nückles, Renkl und Fries 2005 in einem Hochschulseminar mit Studierenden, deren gegenseitiges Online-Kommentieren von Lernprotokollen hinsichtlich der Dimensionen Organisation, Elaboration und Metakognition untersucht wurden.

In Hochscheids Projekt (2005) unterstützt ein fragennavigiertes E-Lerntagebuch das unterrichtliche Lernen. Es können zwei Versionen von E-Lerntagebüchern genutzt werden, ein Gruppenlerntagebuch und ein individuelles Tagebuch. Für ihre Tagebucheinträge erhalten die Schüler am Unterrichtsstoff orientierte Leitfragen. (Außerdem besteht die Möglichkeit des Austausches über ein Lernchat.) Die Schüler arbeiten an ihren digitalen Tagebüchern im Schulunterricht, in AGs und an ihrem PC zu Hause. Erste Ergebnisse des Projekts deuten eine Verbesserung von Lernleistungen an, allerdings ohne Kontrolle durch eine Vergleichsgruppe.

Die genannten Forschungsprojekte liefern eine Reihe von Anregungen, die in die Gestaltung des Unterrichtsarrangements *Computergestütztes Arbeitsjournal* eingeflossen sind. So ist die geplante Untersuchung als Blended-Learning-Arrangement angelegt. Neben dem unterrichtlichen Präsenz-Lernen soll es virtuelle Lernphasen im Unterricht und außerhalb des Unterrichts geben, die von externen Online-Tutoren betreut werden. Insgesamt zeigen die angeführten Studien, dass es hinsichtlich der Frage der Steigerung von Lernleistungen durch besondere Modi von E-Learning noch Forschungsbedarf gibt.

3. Lernarrangement *Computergestütztes Arbeitsjournal*

Mit dem Methodenset *Computergestütztes Arbeitsjournal* wird beabsichtigt, Schüler dazu anzuleiten, ihr Lernen in selbstregulierter Weise zu steuern. Mit dem digitalen Lernbegleiter, der den Lerner beim Verfassen seines Arbeitsjournals durch Arbeitsanleitungen und Fragen unterstützt, wird den Oberstufenschülern ein Medium für die Bearbeitung von Sachtexten zur Verfügung gestellt, mit dem sie ihren Lernprozess schreibend reflektieren und dokumentieren können. Das Lernen mit dem Arbeitsjournal soll beispielhaft an den Wissens- und Verständniszielen des Themas *Interkulturelle Differenzen* aus dem Grundbildungsbereich durchgeführt werden, und zwar während einer 12-stündigen Unterrichtseinheit im Deutschunterricht der Jahrgangsstufe 11.

3.1 Digitaler Lernbegleiter

Zum Erstellen des computergestützten Arbeitsjournals erhalten die Schüler als Orientierungsrahmen einen aufgabennavigierten digitalen Lernbegleiter, in den sie eintragen, wie sie beim Lernen vorgehen. Neben den Einträgen zum eigenen Lernen werden in das computergestützte Arbeitsjournal die selbstverfassten Texte aufgenommen, die die Schüler in Reaktion auf die im Unterricht und zu Hause gelesenen Texte schreiben. Diese Schülertexte entstehen teilweise in Kooperation mit einem Partner. Die Online-Kommunikation im Tandem soll durch Kooperationskripts, die im Lernbegleiter integriert sind, strukturiert und sequenziert werden (vgl. dazu die Studien von Pfister, Mühlpfordt & Müller 2003 sowie von Ertl & Mandl 2006). Diese Kooperationskripts teilen die Rollen ein, die jeweils innerhalb des

Tandems eingenommen werden. Außerdem erhalten die Schüler Anhaltspunkte, wie sie beim Kommentieren der Texteinträge ihres Tandempartners vorgehen können. Der Adressat des Geschriebenen ist – im Sinne des selbständigkeitsorientierten Ansatzes des Forschungsprojekts – zunächst der Lernpartner. Damit knüpft das Projekt an den Ansatz von Ruf und Gallin an, die das Konzept „Dialogisches Schreiben im geschützten Raum wohlwollender Lernpartner“ entwickelt haben (Ruf 2001). Beim Online-Komentieren wechselt die Rolle zwischen Berater und Zu-Beratendem. Mit Blick auf die Fragestellung des Forschungsprojekts ermöglicht diese Form des *peer-tutoring*, dass im gegenseitigen Unterstützen für den Lernenden sein eigenes strategisches Vorgehen stärker ins Bewusstsein rückt und für das Forscherteam die verwendeten Lernstrategien erkennbar werden.

3.2 Unterrichtsgestaltung

Die 12-stündige Unterrichtseinheit zum Thema „Interkulturelle Differenzen“ gliedert sich jeweils zur Hälfte in lehrergesteuerte Plenumsphasen und schülergesteuerte *Online-Peer-Tutoring*-Phasen (siehe Abb. 1).

- **Lehrergesteuert (50 % der Unterrichtszeit) – alle Schüler**

Im Plenum stehen die Texte der Unterrichtseinheit *Interkulturelle Differenzen – Konflikte muslimischer Migranten* im Vordergrund, die schriftliche Bearbeitung der Aufgaben zu den Texten mit dem Notebook sowie die Präsentation von Schülerarbeiten und deren Besprechung. Dieser Teil des Unterrichtsarrangements ist für alle Schüler identisch. Unterrichtsformen im Plenum sind: problemerörterndes Gespräch, fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch, Schülerpräsentation, Szenische Formen von Ergebnispräsentation, Pro-Contra-Debatte.

- **Schülergesteuert (50 % der Unterrichtszeit) – *online-peer-tutoring* in Experimental- und Kontrollgruppe**

Die Phasen mit *online-peer-tutoring* unterscheiden sich in ihrer inhaltlichen Konzeption zwischen Experimental- und Kontrollgruppe. Die unterschiedlichen Arbeitsprogramme sind in zwei passwortgeschützten Räumen innerhalb der Lernplattform *Virtuelles Klassenzimmer* abgelegt, deren Zugang jeweils über die Einteilung in Experimentalgruppe und Kontrollgruppe geregelt ist. Die unterschiedlichen Arbeitsprogramme werden synchron im selben Klassenraum unter Aufsicht – aber nicht unter Anleitung – des Fachlehrers schriftlich bearbeitet.

- **Experimentalgruppe**

Im Experimentalgruppenprogramm bearbeiten die Schüler anhand ihres digitalen Lernbegleiters lernstrategisch angelegte Aufgaben zu ihrem Vorgehen beim Lernen während der Unterrichtseinheit. Dies geschieht im Austausch mit ihrem Tandempartner durch *online-peer-tutoring*. Die Art des Austauschs mit dem Tandempartner

wird durch Kooperationskripts als Teil des Methodensets *Computergestütztes Arbeitsjournal* strukturiert und sequenziert.

- **Kontrollgruppe**

In der Kontrollgruppe absolvieren die Schüler ein Programm zum effektiven Navigieren im Internet zu spezifischen Themenbereichen des Unterrichtsthemas *Interkulturelle Differenzen*. Auch in der Kontrollgruppe arbeiten die Schüler im Austausch mit ihrem Partner. Allerdings ist die Art des *online-peer-tutoring* freigestellt.

- **Externe Online-Tutoren**

In die Unterrichtseinheit werden acht Stunden Hausaufgaben eingerechnet. Eine pädagogische und didaktische Betreuung der *peer-tutoring*-Phasen erfolgt durch externe Online-Tutoren, die Zugang zu beiden passwortgeschützten Räumen innerhalb des Virtuellen Klassenzimmers haben. Die Schüler aus Experimental- wie Kontrollgruppe erhalten von Online-Tutoren Rückmeldungen zu ihren Bearbeitungen innerhalb des *peer-tutoring*, die während des Unterrichts oder im Rahmen von Hausaufgaben erfolgen. Die Schüler sollen die Rückmeldungen aufgreifen, um ihre selbstverfassten Texte gegebenenfalls zu überarbeiten.

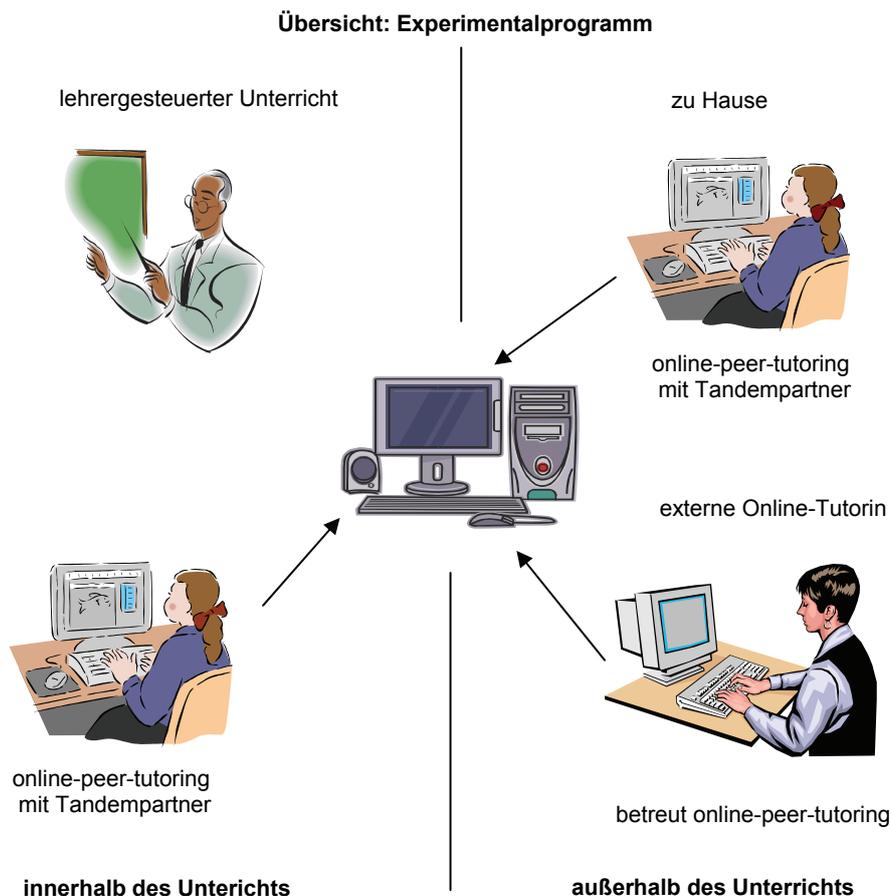


Abb. 1

4. Ausblick: Geplante Hauptuntersuchung

Die geplante Hauptuntersuchung wird in acht Deutschkursen der Jahrgangsstufe 11 mit entsprechender Notebookausstattung durchgeführt, wobei für beteiligte Lehrer wie Schüler Vorerfahrungen mit computergestütztem Unterricht Bedingung sind. Im Mittelpunkt stehen, wie bereits in der vorangegangenen explorativen Studie (auf die hier nicht näher eingegangen werden kann), ausgewählte Texte zum Thema *Interkulturelle Differenzen – Konflikte muslimischer Migranten*.

Ziel der Untersuchung ist die empirische Überprüfung des Methodensets *Computergestütztes Arbeitsjournal*. Es soll untersucht werden, ob das schriftliche Reflektieren des Lernprozesses durch *Journal Writing* zu einer metakognitiven Lernsteuerung führt, die Auswirkungen auf das individuelle Lern- und Leistungsvermögen im Umgang mit Sachtexten hat. Dabei interessiert auch die Wirkungsweise des Lernstrategietrainings als Bestandteil des digitalen Lernbegleiters. Zum Methodenset gehören auch Kooperationskripts, die die Schüler dazu anleiten, wie das *online-peer-tutoring* organisiert und gestaltet werden soll. Durch den Vergleich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe, im Wesentlichen mittels lehrzielorientierter Vor- und Nachtests, kann überprüft werden, inwieweit sich in der Experimentalgruppe durch das Lernen mit dem Methodenset höhere interessens-, leistungs- und kompetenzsteigernde Effekte nachweisen lassen als in der Kontrollgruppe, die ohne Methodenset arbeitet.

Flankierend zur Wirkungsstudie sollen die Arbeitsjournale, die während der 12-stündigen Unterrichtseinheit entstehen, inhaltsanalytisch ausgewertet werden hinsichtlich der Frage, ob sich unterschiedliche Nutzerprofile des *Journal Writing* ermitteln lassen. Bei dieser Mikroanalyse von Lernprozessen interessieren vor allem die verwendeten Lernstrategien und deren Auswirkungen auf individuelle Lernverläufe und Leistungszuwächse.

Ziel der Untersuchung ist die Überprüfung, ob es sich bei dem Methodenset *Computergestütztes Arbeitsjournal* um ein Lernszenarium mit Zukunftsperspektive für die gymnasiale Oberstufe handelt. Das Forschungsinteresse konzentriert sich im Wesentlichen auf die Frage, ob *Journal Writing* Oberstufenschülern zu einem selbstgesteuerten Lernen im Umgang mit Sachtexten zu verhelfen vermag.

Literatur

- Artelt, C. (2000): Strategisches Lernen. Münster, New York, München, Berlin.
- Belanoff, P. & Dickson, M. (1991): Portfolios – Process and Product. Portsmouth.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1987): The psychology of written composition. Hillsdale, NJ.
- Berning, J. (1998): Schreibjournale – eigene Wege zum Schreiben finden. In: Praxis Deutsch H. 149, S. 62-64.
- Bielawski, L. & Metcalf, D. (2005): Blended e-learning: Integrating knowledge, performance support, and online learning. Amherst, MA.
- Boekaerts, M. (1999): Self-regulated learning: where we are today. In: International Journal of Educational Research 31, S. 445-457.
- Bosse, D. (2003): Differenziertes Lernen bis zum Abitur. In: Pädagogik 9, S. 24-27.
- Bosse, D. (2004): Umgang mit Heterogenität in der gymnasialen Oberstufe. In: Dies. (Hrsg.): Unterricht, der Schülerinnen und Schüler herausfordert. Bad Heilbrunn/Obb., S. 177-189.
- Bosse, D. (2006): Gymnasialunterricht aus lehr-lerntheoretischer Sicht. In: Das Gymnasium in Bayern, 8/9, S. 33-36.
- Bräu, K. (2002): Selbständiges Lernen in der gymnasialen Oberstufe. Grundlagen – Fallbeispiele – Anregungen für die Praxis. Hohengehren.
- Bräuer, G. (1996): Warum Schreiben? Frankfurt am Main, Berlin, Bern, New York, Paris, Wien.
- Bräuer, G. (1998): Schreibend lernen. Grundlagen einer theoretischen und praktischen Schreibpädagogik. Innsbruck.
- Bräuer, G. (2000): Schreiben als reflexive Praxis. Tagebuch, Arbeitsjournal, Portfolio. Freiburg i. Br.
- Casanave, C.P. (1993): Journal Writing: Pedagogical Perspectives. Keio University. Institute of Languages and Communication.
- Eigler, G., Jechle, T., Kolb, M. & Winter, A. (1997): Textverarbeiten und Textproduzieren – Zur Bedeutung von externer Information für Textproduzieren, Text und Wissen. Tübingen.
- Eigler, G. (1998): Zum Stand der Textproduktionsforschung. In: Unterrichtswissenschaft 1, S. 3-14.
- Eigler, G. (2006): Textproduzieren als Wissensnutzungs- und Wissenserwerbsstrategie. In: H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, S. 187-205.
- Eikenbusch, G. (2001): Erfahrungen mit Schülerrückmeldung in der Oberstufe. In: Pädagogik 5, S. 18-22.
- Ertl, B. & Mandl, H. (2006): Kooperationsskripts. In: H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, S. 273-281.
- Finkbeiner, C. (2003): Lernstrategien und Lerntechniken im Fremdsprachenunterricht. In: G. Bach & J.P. Timm (Hrsg.): Englischunterricht – Grundlagen und Methoden einer handlungsorientierten Unterrichtspraxis. Tübingen, S. 225-252.
- Flower, L.S., Stein, V., Ackermann, J., Kantz, M.J., McCormick, K. & Peck, W.C. (1990): Reading-to-write: Exploring a cognitive and social process. New York.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (2006): Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In: H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, S. 1-23.
- Fulwiler, T. (Hrsg.) (1987): The Journal Book. Portsmouth, NH.
- Godsey, S.B. (2000): The Effects of Using Microsoft Word [R] on Journal Word Counts in the High School English Classroom [o.O.].
- Guldimann, T. (1996): Eigenständiger lernen durch metakognitive Bewusstheit und Erweiterung des kognitiven und metakognitiven Strategierepertoires. Bern.
- Hasselhorn, M. & Körkel, J. (1984): Zur differentiellen Bedeutung metakognitiver Komponenten für das Verstehen und Behalten von Texten. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 16 (4), S. 283-296.

- Hayes, J.R. & Flower, L.S. (1980): Identifying the organization of writing processes. In: L. Gregg, & E.R. Steinberg (Eds.): *Cognitive processes in writing*, Hillsdale, New Jersey, pp. 3-30.
- Hayes, J.R. (1996): A new framework for understanding cognition and affect in writing. In: C. M. Levy & S. Ransdell: *The science of writing*. Mahwah, New Jersey, S. 1-27.
- Hayes, J.R. & Nash, J.G. (1996): Cognition and Affect in Writing. In: C.M. Levy & S. Ransdell: *The science of writing*. Mahwah, New Jersey, pp. 29-55.
- Herzig, B. (Hrsg.) (2001): *Medien machen Schule. Grundlagen, Konzepte und Erfahrungen zur Medienbildung*. Bad Heilbrunn/Obb.
- Hillocks, G.Jr. (1995): *Teaching Writing as Reflective Practice*. New York.
- Hochscheid, U. (2005): Eigenständiges Lernen fördern mit Hilfe eines fragennavigierten E-Lerntagebuchs. In: *Computer und Unterricht* 60, S. 54-56.
- Holmes, A., Polhemus, L. & Jennings, S. (2005): CATIE: A Blended Approach to Situated Professional Development. In: *Journal of Educational Computing Research*, v 32 n 4, pp. 381-394.
- Holzäpfel, L. & Nückles, M. (2006): E-Learning als Beitrag zur Medienerziehung. Verfügbar unter http://www.fachportal-paedagogik.de/metasuche/fpp_list.html (letzter Zugriff: 28.09.2006).
- Huber, L. (1996): Heterogenität der Schüler – Differenzierung der Oberstufe. In: L. Huber & A. Wenzel (Hrsg.): *Wir sind alle gleich. Wird sind alle verschieden. Erfahrungen im Umgang mit Heterogenität in der Sekundarstufe II*. Bielefeld, S. 10-42.
- Huber, L. (2000): Selbständiges Lernen auf der Oberstufe. Lernumgebung und Orientierung. In: *Pädagogik* 12, S. 39-44.
- Kraayenoord, C.E. van & Schneider, W. (1999): Reading achievement, metacognition, reading self-concept and interest: A study of German students in grades 3 and 4. In: *European Journal of Psychology of Education*, 14, pp. 305-324.
- Leutner, D. & Brünken, R. (Hrsg.) (2000): *Neue Medien in Unterricht, Aus- und Weiterbildung – aktuelle Ergebnisse empirischer pädagogischer Forschung*. Münster.
- Leutner, D. & Leopold, C. (2006): Selbstregulation beim Lesen aus Sachtexten. In: H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, S. 162-171.
- Lim, D.H., Morris, M.L., & Kupritz, V.W. (2006): Online vs. Blended Learning: Differences in Instructional Outcomes and Learner Satisfaction. Online Submission, Paper presented at the Academy of Human Resource Development International Conference (AHRD), Columbus, OH, pp. 809-816.
- McAndrew, D.A. & Reigstad, T.J. (2001): *Tutoring Writing*. Portsmouth. NH.
- Messner, R. (1995): Selbständiges Lernen in der gymnasialen Oberstufe. In: E. Beck (Hrsg.): *Eigenständig lernen*. St. Gallen, S. 199-214.
- Messner, R. (1999): Innere Differenzierung und Schulentwicklung. In: *Pädagogisches Zentrum (Hrsg.): Integrierte Gesamtschulen in Rheinland-Pfalz. Pädagogik zeitgemäß*, H. 36. Bad Kreuznach, S. 3-24.
- Mortera-Gutierrez, F. (2006): Faculty Best Practices Using Blended Learning in E-Learning and Face-to-Face Instruction. In: *International Journal on E-Learning*, v 5 n 3, pp. 313-337.
- Nottbusch, G., Weingarten, R. & Will, U. (1997): Schreiben mit der Hand und Schreiben mit dem Computer. In: *Osnabrücker Beiträge zur Sprachtheorie*, 56, S. 11-27.
- Nückles, M., Renkl, A. & Fries, S. (2005): Wechselseitiges Kommentieren und Bewerten von Lernprotokollen in einem Blended Learning Arrangement. In: *Unterrichtswissenschaft*, 3, S. 227-243.
- Osguthorpe, R. & Graham, C.R. (2003): Blended Learning Environments: Definitions and Directions. In: *Quarterly Review of Distance Education*, v 4 n 3, S. 227-233.
- Pala-Güngör, S. (2004): *Multimediale Lernprozesse und Lernereigenschaften*. Berlin.
- Pfister, H.R., Mühlpfordt, M. & Müller, W. (2003): Lernprotokollunterstütztes Lernen – ein Vergleich zwischen unstrukturiertem und systemkontrolliertem diskursivem Lernen im Netz. In: *Zeitschrift für Psychologie*, 211, S. 98-109.
- Ruf, U. (2001): Verstehen und sich verständlich machen. Dialogisches Schreiben im geschützten Raum wohlwollender Lernpartner. In: *Pädagogik* 6, S. 14-18.

- Ruf, U. & Ruf-Bräker, R. (2002): Von Ort zu Ort – Dialogisches Lernen durch fachliche Herausforderungen und durch Austausch mit anderen. In: F. Winter, A. von der Groeben & D. Lenzen (Hrsg.): Leistung sehen, fördern, werten. Bad Heilbrunn/Obb., S. 67-90.
- Ruf, U. & Gallin, P. (1999): Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Bd. 2: Spuren legen – Spuren lesen. Unterricht mit Kernideen und Reisetagebüchern. Seelze-Velber.
- Schaumburg, H. & Issing, L.J. (2002): Lernen mit Laptops. Gütersloh.
- Schiefele, U. & Pekrun, R. (1996): Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens. In: F.E. Weinert (Hrsg.): Psychologie des Lernens und der Instruktion. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, S. 249-278.
- Schulz-Zander, R. & Riegas-Staackmann, A. (2004): Neue Medien im Unterricht – eine Zwischenbilanz. In: H.G. Holtappels, K. Klemm, H. Pfeiffer, H.-G. Rolff & R. Schulz-Zander (Hrsg.): Jahrbuch der Schulentwicklung, Bd. 13. Weinheim, München, S. 291-330.
- Segall, M.T. & Smart, R.A. (Eds.) (2005): Direct from the Disciplines. Writing Across the Curriculum. Portsmouth, NH.
- Singh, H. & Reed, C. (2001): A white paper: Achieving success with blended learning: 2001 ASTD State of the industry report. Alexandria, VA.
- Thorne, K. (2003): Blended learning: How to integrate online & traditional learning. London.
- Tulodziecki, G. (2001): Nutzung von Multimedia – ein Weg zur Verbesserung schulischen Lehrens und Lernens? In: S. Aufenanger, R. Schulz-Zander & D. Spanhel (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 1. Opladen, S. 283-301.
- Vierlinger, R. (1999): Leistung spricht für sich selbst. Direkte Leistungsvorlage (Portfolio) statt Ziffernzensuren und Notenfetischismus. Heinsberg.
- Weingarten, R. (1998): Sprachverfall oder kreativer Sprachausbau. In: Medien und Erziehung, 3, S. 152-157.
- Wild, E. (2000): Lernstrategien im Studium. Münster.
- Wirth, J. & Leutner, D. (2006): Selbstregulation beim Lernen in interaktiven Lernumgebungen. In: H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, S. 172-184.
- Winter, F. (2004): Leistungsbewertung. Eine neue Lernkultur braucht einen anderen Umgang mit den Schülerleistungen. Hohengehren.
- Wygotski, L.S. (1934/1979): Denken und Sprechen. Frankfurt/M.

Textbasierte kooperative Lernumgebungen im Englischunterricht – das ADEQUA-Projekt

1. Lernumgebungen im Fremdsprachenunterricht

Der Begriff der „Lernumgebung“ findet in der Fremdsprachendidaktik und Fremdsprachenforschung in vielfältiger und zugleich nahezu beliebiger Form Verwendung. Es ist jedoch zu beobachten, dass in der entsprechenden Fachliteratur bzw. Fachdatenbanken (z. B. FIS Bildung) fast immer dann von „Lernumgebungen“ die Rede ist, wenn „innovative“ Unterrichtsformen, -materialien usw. vorgestellt oder untersucht werden sollen. So beschreiben fremdsprachendidaktische Publikationen der letzten Jahre u. a. offene Unterrichtsformen (z. B. Kieweg 2003, Legutke & Müller-Hartmann 2000), frühbeginnenden Fremdsprachenunterricht (z. B. Bimmel 1997), bilingualen Sachfachunterricht (z. B. Otters 2000) und computergestütztes Fremdsprachenlernen (z. B. Richter 2000) als „Lernumgebungen“. Obwohl die genannten Konzepte wichtige Entwicklungen in der Fremdsprachendidaktik und -forschung darstellen und Kernbereiche des Fremdsprachenunterrichts tangieren, repräsentieren sie nur einen verhältnismäßig kleinen Ausschnitt der unterrichtspraktischen Realität. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, insbesondere auch eher traditionellen Fremdsprachenunterricht (d. h. jenseits und einschließlich der zuvor genannten „Sonderformen“) als eine Lernumgebung zu begreifen, die es zu gestalten und zu optimieren gilt.

Diese Überlegung wird im Rahmen des Forschungsprojekts ADEQUA aufgegriffen, das ein zentrales Handlungsfeld fremdsprachlichen Lernens und Lehrens fokussiert: die Arbeit mit fremdsprachigen Texten (Finkbeiner, Ludwig, Wilden & Knierim, im Erscheinen). Im Vordergrund steht hierbei die didaktische Motivation, das Lesen und Verstehen authentischer fremdsprachiger Texte (Finkbeiner 2005) in kooperative *Settings* einzubetten, die den Schülerinnen und Schülern ein möglichst selbständiges Erschließen kognitiv anspruchsvoller Texte ermöglichen sollen. Hierzu bedarf es der Entwicklung und Erprobung geeigneter Aufgabenformate, die – neben selbständigkeitserhaltenden Interventionen durch die Lehrkraft – das entscheidende Mittel zur Gestaltung der Lernumgebung „Arbeit mit Texten im Fremdsprachenunterricht“ darstellen.

Die auf diesem Weg erfolgte Verortung von ADEQUA in Konzepten aufgabenorientierten Fremdsprachenlernens (*task-based language learning*) spiegelt aktuelle Entwicklungen in der Fremdsprachendidaktik und der Fremdsprachenforschung, insbesondere im angloamerikanischen Raum, wider (Ellis 2003, Leaver & Willis 2004, Nunan 2005). Diese Entwicklungen sind im deutschsprachigen Raum erst in jüngster Zeit und in bisher verhältnismäßig geringem Maße rezipiert worden (Müller-Hartmann & Schocker-von Ditfurth 2005), und der von Eckert (2003, S. 12) konstatierte Mangel an

empirischer, aufgabenbezogener Wirkungsforschung in der deutschsprachigen Fremdsprachenforschung ist nach wie vor evident, so dass ADEQUA einen diesbezüglich wichtigen Beitrag leisten kann.

Im Folgenden werden zunächst die Kernfragen und das methodische Vorgehen des Forschungsprojekts ADEQUA vorgestellt, um im Anschluss daran auf die Entwicklung und Erprobung der Aufgabenformate einzugehen, die im Zentrum der ADEQUA-Lernumgebungen stehen.

2. ADEQUA – Lernstrategien in selbstständigkeitsorientierten, textbasierten Lernumgebungen im Englischunterricht

Das zentrale Interesse des Forschungsprojekts ADEQUA¹ gilt der Frage, wie selbständiges Lernen in textbasierten und kooperativen Lernumgebungen des Englischunterrichts möglichst effektiv unterstützt werden kann, insbesondere durch die Förderung des situationsadäquaten Einsatzes von Lernstrategien. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen der Studie geeignete Lernumgebungen entwickelt, die in verschiedenen *Settings* mit und ohne Lehrerinterventionen erprobt werden (Finkbeiner, Ludwig, Wilden & Knierim, im Erscheinen, Finkbeiner 2006, Knierim, in Vorbereitung). Im Zentrum dieser Lernumgebungen stehen Aufgabenformate zur Erschließung authentischer englischsprachiger Texte, deren Erprobung in Abschnitt 3 im Einzelnen beschrieben werden soll.

Die ADEQUA-Studie umfasst zwei Hauptphasen:

- In der ersten Hauptphase wurde ein exploratives (nicht-intervenierendes) Untersuchungsdesign gewählt. Dabei wurde das (von den Forscherinnen und Forschern) unbeeinflusste Handeln der Schülerinnen und Schüler innerhalb der Lernumgebung erfasst.
- In der zweiten Hauptphase wird eine Interventionsuntersuchung durchgeführt. Hierzu werden die Lehrkräfte nach einem zu entwickelnden Moderationsmodell für den Einsatz der ADEQUA-Aufgabenformate im Englischunterricht trainiert. Das Moderationshandeln der trainierten Lehrkräfte (Experimentalgruppe) wird hinsichtlich seiner Wirkung auf den situationsadäquaten Lernstrategieinsatz der Lernenden untersucht und mit dem Moderationshandeln nicht-instruierter Lehrkräfte (Kontrollgruppe) verglichen.²

¹ Der vollständige Titel des Forschungsprojekts lautet: „Förderung des situationsadäquaten Einsatzes von Lernstrategien in selbstständigkeitsorientierten, textbasierten Lernumgebungen im Englischunterricht“. Als Kurzform wird das Kennwort ADEQUA für „adequacy of learning strategy use“ verwendet. Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (Geschäftszeichen: FI 684/13-1).

² Zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Beitrags sind die Erhebungen der Hauptphase 1 abgeschlossen. Erste Auswertungen wurden vorgenommen, die jedoch an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt werden können.

Im Einzelnen folgt die Untersuchung den folgenden Fragestellungen (Finkbeiner, Ludwig, Wilden & Knierim, im Erscheinen):

1. Mit welchen Lernstrategien gehen Schülerinnen und Schüler unter welchen Bedingungen vor, um den Text zu erschließen?
2. Sind diese Strategien angemessen?
3. Welche Unterstützungsmaßnahmen (Interventionen) werden von Lehrpersonen als notwendig diagnostiziert und angewendet?
4. Sind diese Lehr-Interventionen effektiv?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen werden autonome Lernerdyaden (Hauptphase 1) bzw. lehrer-moderierte Lernerdyaden (Hauptphase 2) während der Aufgabenbearbeitung videografiert. Der Aufgabenbearbeitung schließt sich eine Nachbefragung der Lernenden (Hauptphase 1 und 2) und Lehrkräfte (Hauptphase 2) im Sinne eines *Stimulated Recall* (Gass & Mackey 2000) an. Hinzu kommen

- schriftliche Vorbefragungen der Lernenden (u. a. zu wahrgenommener Selbstregulationskompetenz, Interessen im Englischunterricht, fachbezogenem Selbstkonzept),
- schriftliche Nachbefragungen der Lernenden (u. a. zu Interessantheit der Aufgabe, Motivation, Anstrengungsbereitschaft) und
- Leistungstests (Sprachstand Englisch, verbale Intelligenz Deutsch, aufgabenspezifische Leistungstests).

Mit Hilfe dieser methodischen Instrumentarien wird das Ziel verfolgt, die eingesetzten Lernstrategien aufgabenproximal aus emischer wie etischer Perspektive zu erfassen und – unter Berücksichtigung relevanter Lernervariablen – auf deren situationsadäquate und erfolgreiche Anwendung hin zu überprüfen.

Die Zielpopulation des ADEQUA-Forschungsprojekts sind – im Anschluss an PISA (u. a. Baumert et al. 2001, Schiefele, Artelt & Schneider 2004) und DESI (Klieme et al. 2006, Klieme & Beck 2007) – Schülerinnen und Schüler der 9. Klassenstufe aller Bildungsgänge (Hauptschulen, Realschulen, Gymnasien). Die Stichprobe der Hauptphase 1 umfasst N = 352 Lernende, von denen N = 176 (davon 93 Mädchen und 83 Jungen) im Kontext der ADEQUA-Lernumgebungen videografiert wurden.

Im Folgenden soll – dem Schwerpunktthema dieses Bandes entsprechend – auf die Entwicklung und Erprobung der Aufgabenformate eingegangen werden, die für die ADEQUA-Lernumgebungen konstitutiv sind.

3. Die Entwicklung und Erprobung der ADEQUA-Lernumgebungen

Bei der Entwicklung der ADEQUA-Lernumgebungen lag das Ziel darin, solche Lernarrangements zu entwickeln, welche das selbständige kooperative Lernen (Finkbeiner 2004) im textbasierten Englischunterricht möglichst effektiv unterstützen (Finkbeiner, Ludwig, Wilden & Knierim, im Erscheinen). Die Entwicklung vollzog sich in zwei Schritten: (a) Auswahl geeigneter authentischer Lesetexte für den Englischunterricht, (b) Entwicklung von Aufgabenformaten nach folgenden maßgeblichen Anforderungen:

- *Fachlicher Bezug zum Fremdsprachenlernen*: Neben der Verwendung von authentischen englischsprachigen Texten (Finkbeiner 2005, S. 424 ff.) ist hier die Schaffung von *cooperative literacy events* von Bedeutung (Matthews & Kesner 2003).
- *Kognitiver Anspruch*: Es sollen sprachlich komplexe Texte ausgewählt werden, die für die Zielgruppe inhaltlich ansprechend sind; nach Möglichkeit sollen die Texte auch interkulturell bedingte Widersprüche bzw. „Sinnlücken“ enthalten, die über die Aktivierung entsprechenden Vorwissens geschlossen werden können (Finkbeiner 2005, S. 139 ff., Finkbeiner 2006).
- *Authentizität der Aufgabenstellung*: Die im Kontext der Lernumgebung gestellte (Leseverstehens-) Aufgabe soll einen lebensweltlichen Bezug enthalten und die Lernenden hierdurch auffordern, ihr Textverständnis situational angemessen anzuwenden.
- *Weitestgehende Beobachtbarkeit und Erfassbarkeit der angewendeten Lernstrategien*: Diese im Erkenntnisinteresse des Projekts begründete Prämisse soll insbesondere durch möglichst zwingend kooperative Aufgabenstellungen realisiert werden. Die kooperative Interaktion der Lernenden soll den Textverstehensprozess bzw. das gemeinsame Aushandeln von Bedeutungen den Forschenden über Beobachtung besser zugänglich machen als dies bei nicht-kooperativen Leseaufgaben der Fall wäre.
- *Offenheit der Aufgabenstellungen für selbständiges Lernen*: Gemessen am hohen kognitiven Anspruch der Texte (siehe oben) ist es notwendig, dass die Aufgaben den Lernenden ein Gerüst – im Sinne von *scaffolding* (Bruner & Sherwood 1975) – bieten, das die Erschließung des Textes vorstrukturiert. Gleichzeitig sollen Entscheidungsspielräume offen bleiben bzw. eröffnet werden (Caspari & Finkbeiner 1998); dies gilt insbesondere im Hinblick auf das strategische Handeln der Lernenden.
- *Kooperative Aufgabenbearbeitung*: Wie bereits erwähnt wurde, wird aus didaktisch-methodischen sowie forschungsmethodischen Gründen eine möglichst zwingend kooperative Aufgabenbearbeitung angestrebt. Diese soll für Lernerdyaden (Partnerarbeit) ausgelegt sein.

3.1 Auswahl und Pilotierung von geeigneten Lesetexten

Als Grundlage für die zu entwickelnden Aufgabenformate wurden aus dem vor Projektbeginn zusammengestellten Korpus von englischen Lesetexten kriteriengeleitet zunächst vier Sachtexte und vier literarische Texte ausgewählt. Diese wurden in zwei Pilotstudien mit (a) einer Expertengruppe (Hauptseminarstudierende der Fremdsprachenlehr- und -lernforschung; N = 33) und (b) Schülerinnen und Schülern der Zielpopulation (9. Klassenstufe aller Bildungsgänge) (N = 172) erprobt. In beiden Pilotstudien wurden die vier Sachtexte sowie die vier literarischen Texte von den Probandinnen und Probanden gelesen und anschließend mittels eines Polaritätsprofils (Finkbeiner 2005, S. 286 ff. und S. LXXVIII) hinsichtlich der Dimensionen ‚Stärke des Interesses am Text‘, ‚Qualität der emotionalen Beteiligung‘, ‚Einschätzung der Verständlichkeit‘ sowie ‚Vorwissen zum bzw. Vertrautheit mit dem Thema des Texts‘ bewertet.

Hierüber hinausgehend wurde die annähernde Vergleichbarkeit der Texte hinsichtlich ihrer Komplexität mittels Lesbarkeitsformeln (u. a. Flesch-Kincaid SMOG, Fog) sowie computer-gestützter Wortschatzabgleiche mit gängigen Lehrwerken sichergestellt (Finkbeiner 2005, S. 292 ff.).

Auf der Grundlage der Einschätzungen durch die Expertinnen und Experten und Schülerinnen und Schüler sowie der Bestimmung der Textschwierigkeitsindizes konnten die Texte sowohl aufgrund von subjektiv erhobenen Lesermerkmalen als auch von objektiv erhobenen Textmerkmalen ausgewählt werden (Finkbeiner 2005, S. 289 ff.). Für die erste Haupterhebung des ADEQUA-Projekts waren dies der Sachtext ‚Tornado! Storm Chasers‘ und der literarische Text ‚Snow‘³ (Finkbeiner 2005).

3.2 Entwicklung und Pilotierung von Aufgaben

Unter Maßgabe der o. g. Kriterien wurden fünf Aufgabenformate entwickelt und mit Schülerinnen und Schülern der Zielpopulation (N = 120) in Laborsitzungen mit Lernerdyaden erprobt. Die Pilotierung beinhaltete neben dem Einsatz eines Polaritätsprofils (Finkbeiner 2005, S. 286 ff.) vor allem die Videografie der Aufgabenbearbeitung inkl. eines sich anschließenden *Stimulated Recall* (Videografiegesamtzeit pro Dyade ca. 75 Minuten). Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die fünf entwickelten Aufgabenformate sowie den Umfang des Videografiematerials pro Format in der Pilotierung.

³ Der Lesetext ‚Snow‘ wurde in einer leicht erweiterten Fassung bereits in Finkbeiner (2005) bei Lernenden der 9. Klassen eingesetzt und hat sich dort bewährt. Der Text ist auf den Arbeitsblättern im Anhang dieses Beitrags abgedruckt.

Aufgabenformat	N	Umfang Videografiematerial
<i>Information Gap</i>	24	ca. 30,0 Stunden
<i>Click & Clunk</i>	24	ca. 30,0 Stunden
<i>Ping-Pong Shared</i>	22	ca. 27,5 Stunden
<i>Ping-Pong Split</i>	28	ca. 35,0 Stunden
<i>Focused Translation</i>	22	ca. 27,5 Stunden

Tabelle 1: Pilotierte ADEQUA-Aufgabenformate

3.3 Die ADEQUA-Aufgabenformate

Im Zentrum der ADEQUA-Lernumgebungen stehen Aufgabenformate, die für den Englischunterricht – insbesondere für die Arbeit mit Texten – neuartig sind (Finkbeiner, Ludwig, Wilden & Knierim, im Erscheinen). Diese Aufgabenformate sollen den Schülerinnen und Schülern die selbständige Erarbeitung und Erschließung authentischer fremdsprachiger Texte ermöglichen. Dabei arbeiten die Lernenden in einer zwingend kooperativ angelegten Partnerarbeit (*cooperative literacy event*). Während der Bearbeitung der Aufgaben stehen den Schülerinnen und Schülern einsprachige und zweisprachige Wörterbücher, Notizpapier sowie Stifte und Textmarker zur Verfügung.

Für die ADEQUA-Lernumgebung wurden in der Pilotierung insgesamt fünf Aufgabenformate entwickelt und erprobt, die im Folgenden erläutert werden. Für die beiden Formate ‚Click & Clunk‘ und ‚Ping-Pong Split‘, die in der ersten Haupterhebungsphase der Studie zum Einsatz gekommen sind, sind exemplarische Arbeitsblätter im Anhang dieses Beitrags eingefügt. Alle Aufgabenformate schließen mit einer Reduktionsaufgabe ab (siehe Anhang 4), die jeweils speziell für den jeweiligen Text entwickelt wurde. Demzufolge ist die Reduktionsaufgabe text- und nicht formatspezifisch.

Format 1: Click & Clunk

Die Bezeichnung dieses Aufgabenformats ist aus der Comic-Sprache entliehen und betont die Auseinandersetzung mit für die Lernenden problematischen Textstellen (‚Clunks‘ oder ‚Stolpersteine‘), die durch die Zusammenarbeit mit dem Lernpartner idealerweise gelöst werden (d. h. die ‚Clunks‘ werden zu ‚Clicks‘). Die Lernenden (a) lesen den Text (siehe Anhang 1) abschnittsweise, (b) notieren ihre Stolpersteine (siehe Anhang 2), (c) versuchen gemeinsam mit dem Partner diese schwierigen Stellen zu lösen (siehe Anhang 2) und (d) schreiben gemeinsam mit dem Partner die wichtigsten Inhalte des Abschnitts auf (siehe Anhang 3). Zur angemessenen Bearbeitung der abschließenden Reduktionsaufgabe (siehe Anhang 4) muss der Inhalt des gesamten Texts erschlossen und auf das in der Reduktionsaufgabe

dargestellte Szenario bezogen werden. Das Aufgabenformat Click & Clunk lehnt sich an das von Klingner & Vaughn (1999) entwickelte Verfahren des *Collaborative Strategic Reading* an.

Format 2: Ping-Pong Split

Dieses Aufgabenformat beruht auf dem wechselseitigen Lesen und Erzählen während der Aufgabenbearbeitung, die im Idealfall dem Pingpongspielen ähnelt. Für die einzelnen Lernenden sind immer nur unterschiedliche Textabschnitte individuell „lesbar“ (siehe Anhang 5), der Teil des Partners oder der Partnerin ist verschlüsselt, d. h. der Text ist zwischen den Lernpartnern aufgesplittet. Die Lernenden lesen den Text abschnittsweise und berichten einander den Inhalt der einzelnen Abschnitte. Zur Bearbeitung der abschließenden Reduktionsaufgabe müssen sie den Inhalt des gesamten Texts kooperativ erschließen, da eine angemessene Antwort die Berücksichtigung *aller* Textteile zwingend notwendig macht. Die Bedeutung ergibt sich dabei nicht nur aus dem bloßen Aneinanderreihen der einzelnen Teile als vielmehr aus dem gemeinsam sachlogisch konstruierten komplexeren Aufbau und Ineinanderweben einzelner Teile im Sinne einer kooperativen Wissenskonstruktion. Dieses Aufgabenformat stellt eine spezielle Variante des Aufgabenformats *Information Gap* (siehe Format 4) dar.

Format 3: Ping-Pong Shared

Dieses Aufgabenformat entspricht dem Format Ping-Pong Split mit dem Unterschied, dass alle Textabschnitte für beide Lernenden „lesbar“ sind; d. h. die Lernpartner verfügen über dieselben Informationen („shared information“). Beide Lernenden lesen abschnittsweise den Text. Für jeden Textabschnitt ist eine oder einer der beiden Lernenden hauptverantwortlich. Diese Schülerin oder dieser Schüler berichtet dann dem Partner den Inhalt des Textabschnitts, wobei der (nicht hauptverantwortliche) Partner unterstützend oder auch durch Nachfragen zum Verständnis eingreifen kann. Die Aufgabenbearbeitung schließt mit der Reduktionsaufgabe ab.

Format 4: Information Gap

Dieses Aufgabenformat wurde in Anlehnung an die in der Fremdsprachendidaktik verbreiteten *information gap activities* entwickelt, die zumeist jedoch zur Übung mündlicher Fertigkeiten in der Fremdsprache eingesetzt werden (z. B. Klippel 1984). Im ADEQUA-Format *Information Gap* liegen den Lernenden jeweils unterschiedliche Passagen eines Textes vor. In der Regel verfügt jedoch jede(r) einzelne Schüler(in) über den einleitenden Textabschnitt sowie über den Schlussabschnitt des Originaltexts, so dass ein grundlegendes Maß an Textkohärenz erhalten bleibt. Beide Lernpartner lesen ihre Text-„Versionen“ und tauschen sich dann über die ihnen vorliegenden Informationen aus, um die Aufgabe zu lösen. Die Aufgabenbearbeitung schließt auch bei diesem Aufgabenformat mit der Reduktionsaufgabe ab, für die der gesamte Text erschlossen werden muss.

Format 5: Focused Translation

Dieses Format ist an die Übersetzung von Texten in eine andere Sprache angelehnt. Im Gegensatz zu einer vollständigen Textübersetzung befassen sich die Lernenden bei diesem Format jedoch mit einzelnen, vorher ausgewählten Begriffen bzw. Phrasen aus dem Text. Dazu wurden solche Begriffe und Phrasen ausgewählt, die besonders knifflig und kognitiv herausfordernd sind (z. B. im Text ‚Snow‘ das Wort ‚mushroom‘ oder die Phrase ‚dolls in mourning‘). Die Schülerinnen und Schüler sollen den Text lesen und für die ausgewählten Begriffe „Fußnoten“ erstellen, indem sie gemeinsam mit dem Partner die Bedeutung der Begriffe im Textzusammenhang klären. Die Aufgabenbearbeitung endet mit der Reduktionsaufgabe, für die der gesamte Text erschlossen werden muss.

3.4 Ergebnisse der Erprobung der ADEQUA-Aufgabenformate

Ausgehend von den zuvor formulierten Kriterien für die Aufgabenentwicklung konzentrierte sich die Analyse der durch die Pilotierung der Aufgabenformate gewonnenen Daten im Wesentlichen auf die folgenden Fragestellungen:

- (1) Inwiefern fördert das jeweilige Aufgabenformat qualitativ hochwertige Kooperation zwischen den Lernpartnern? Als qualitativ hochwertig werden solche Kooperationssequenzen angesehen, die (a) zu einem genuinen, möglichst umfassenden Informations- und Wissensaustausch zwischen den Lernenden beitragen und (b) zu einer Verbesserung des Textverstehens auf wörtlicher, propositionaler und situationaler Ebene durch ko-konstruiertes Wissen führen (Finkbeiner 2005, S. 160 ff., van Dijk & Kintsch 1983).
- (2) Inwiefern wird im jeweiligen Aufgabenformat der Leseprozess einer Beobachtung zugänglich gemacht (Finkbeiner 2005, S. 188)? In welchem Ausmaß wird insbesondere der Einsatz von Lernstrategien sichtbar bzw. elizitiert?
- (3) Inwieweit stützt das jeweilige Aufgabenformat den Leseprozess und den Einsatz von Lernstrategien, ohne die Schülerinnen und Schüler – im Sinne einer Selbständigkeit erhaltenden Lernumgebung – in ihrem Handeln zu eng zu führen?

Anhand dieser Leitfragen sollen die Ergebnisse aus der Pilotierung der Aufgabenformate im Folgenden summarisch dargestellt werden.

Format 1: Click & Clunk

Dieses Format elizitiert ein hohes Maß an Interaktion zwischen den Lernpartnern und macht auf diese Weise den Textverstehensprozess bzw. dessen kommunikative Aushandlung relativ gut zugänglich. Die Form der Kooperation ist durch die Instruktionen und Arbeitsblätter (siehe Anhang 2 und 3) zwar eher stark vorstrukturiert; es hat sich jedoch gezeigt, dass den Lernenden genügend Freiräume im Hinblick auf ihr lernstrategisches Handeln erhalten bleiben. So ist es z. B. die Entscheidung der Lernenden,

zunächst identifizierte ‚Stolpersteine‘ (Schritt A auf Arbeitsblatt 1; siehe Anhang 2) im weiteren Verlauf (Schritt B auf Arbeitsblatt 1; siehe Anhang 2) zu ‚ignorieren‘ bzw. zu entscheiden, ob diese für das weitere Verständnis des Textes relevant sind. Erhebliche Spielräume für ein selbständiges Erschließen der ‚Stolpersteine‘ bestehen zudem in der Wahl der Strategie(n), mittels derer eine Lösung herbeigeführt werden soll. In Bezug auf die Qualität des Textverstehens konnte beobachtet werden, dass dieses durch die Stufung des Leseprozesses (wörtliche Ebene: Arbeitsblatt 1; propositionale Ebene: Arbeitsblatt 2) sinnvoll unterstützt wird.

Zusammenfassend kann für das Aufgabenformat Click & Clunk festgehalten werden, dass alle drei Kernkriterien in gutem Maße erfüllt werden (siehe Tabelle 2). Lediglich die im Vergleich zu den anderen Aufgabenformaten größere Bearbeitungszeit, die zwischen ca. 25 und 45 Minuten lag, ist in den weiteren Untersuchungsphasen als möglicherweise limitierender Faktor zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu überlegen, inwieweit die Vorstrukturierung des Bearbeitungsprozesses – die sich ja insgesamt als sehr vorteilhaft erwiesen hat – vorsichtig gelockert werden kann, um den Lernenden zusätzliche Entscheidungsspielräume zu eröffnen.

Format 2: Ping-Pong Split

In diesem Aufgabenformat ist der Kooperationsprozess zwischen den Lernpartnern weniger stark vorstrukturiert als bei Click & Clunk. Insbesondere ist es den Lernenden selbst überlassen, „Ankerpunkte“ für gemeinsame Aushandlungsprozesse zu finden (zumal dem einzelnen Lernenden nur ein Teiltext vorlag, siehe oben), während diese bei Click & Clunk durch das gemeinsame Besprechen der „Stolpersteine“ im Format angelegt sind. Dieser Umstand erschwert gerade leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern bei Ping-Pong Split eine qualitativ höherwertige Kooperation. Die fehlenden „Ankerpunkte“ beeinflussen ebenfalls die Beobachtbarkeit des Leseprozesses und der eingesetzten Lernstrategien, die im Vergleich zu Click & Clunk etwas weniger stark gegeben ist. Dennoch hat die Pilotierung ergeben, dass unter Verwendung dieses Aufgabenformats das Textverstehen auf wörtlicher und propositionaler Ebene in ausreichend gutem Maße unterstützt wird.

Im Unterschied zu Click & Clunk ist das Aufgabenformat Ping-Pong Split offener für selbständiges Lernen und somit – in der bestehenden Form, ohne zusätzliches Scaffolding oder Lehrkraftinterventionen – besser für Schülerinnen und Schüler geeignet, die in der Bearbeitung authentischer englischsprachiger Texte bereits mehr geübt sind.

Format 3: Ping-Pong Shared

Die Pilotierung dieses Aufgabenformats führte zu einer mit Ping-Pong Split vergleichbaren Einschätzung. Bemerkenswert ist hierbei jedoch Folgendes: Beiden Lernenden einer Dyade lag zum einen – im Unterschied zu Ping-Pong Split – der vollständige Text vor, was das Finden von „Ankerpunkten“

zur gegenseitigen Hilfestellung erleichterte. Andererseits hatte die in der Aufgabe vorgesehene Zuweisung von Zuständigkeiten für die einzelnen Textabschnitte (siehe oben) nicht den gewünschten Effekt: Anstatt ein zwischen den Partnern gleichberechtigtes Hin-und-Her (Ping-Pong) bei der Texterschließung zu evozieren, traten häufig zwei Phänomene zutage: (1) Lernende lasen nur die Textabschnitte, für die sie hauptverantwortlich waren; de facto arbeiteten solche Dyaden somit nach dem Prinzip Ping-Pong Split (anstatt Shared!). (2) Lernende nahmen es als „unnatürlich“ wahr, ihrem Lernpartner den Inhalt eines Textabschnitts zu berichten, den er/sie ebenfalls gelesen hatte. Insgesamt hemmten diese beiden Phänomene die Kooperation der Lernpartner und neutralisierten den „Vorteil“ der gemeinsamen Textgrundlage, so dass gerade die Beobachtbarkeit der eingesetzten Lernstrategien weniger gegeben war als bei Ping-Pong Split.

Format 4: Information Gap

Bei diesem Aufgabenformat stehen Lernende ebenfalls vor der Herausforderung, „Ankerpunkte“ für den kooperativen Verstehensprozess selbständig bestimmen zu müssen. Im Vergleich zu Ping-Pong Split, das im Grunde einen stärker strukturierten Typus von Information Gap-Aufgabe darstellt, konnte in der Pilotierung beobachtet werden, dass sich die Lernenden relativ häufig „orientierungslos“ über den Text austauschten und teilweise die eigentliche Informationslücke zwischen den beiden Textversionen nicht identifizieren konnten.

Diese Schwierigkeit liegt zum einen darin begründet, dass sich nicht jeder Text gleich gut zur Konstruktion einer solchen *information gap* eignet; zum anderen ist sie als Indiz dafür zu werten, dass die von den Lernenden nur unklar wahrgenommene Informationslücke zu einer zusätzlichen Erhöhung des kognitiven Anspruchsniveaus beiträgt. In Verbindung mit den an sich bereits komplexen Texten stellte dies in der Pilotierung für viele Schülerinnen und Schüler offenbar eine Überforderung dar.

Der entscheidende Unterschied zwischen den Information Gap- und Ping-Pong Split-Aufgaben ist somit in der stärkeren Strukturierung letzterer zu sehen. Insgesamt wirken sich diese „unscharfen“ Informationslücken tendenziell ungünstig auf die Qualität der kooperativen Texterschließung aus, da von vielen Lernenden zu viel Zeit und Motivation für die Suche nach der Informationslücke verwendet werden muss. Auch die Beobachtbarkeit der eigentlichen Verstehensprozesse werden von dieser Problematik überlagert.

Format 5: Focused Translation

Ebenso wie bei Aufgaben im Format Ping-Pong Shared wurden in der Pilotierung die Focused Translation-Aufgaben von vielen Schülerinnen und Schülern in eine nicht erwünschte Richtung „uminterpretiert“. Anstatt zunächst den vollständigen Text zu lesen, um dann im Anschluss – unter Kenntnis des gesamten Textzusammenhangs – die „Fußnoten“ zu erstellen, tendierte eine große Zahl der Lernenden dazu, die „Fußnoten“ isoliert vom

4. Zusammenfassung

Die umfassende Pilotierung der zu Projektbeginn entwickelten Aufgabenformate, die das Kernstück der ADEQUA-Lernumgebungen darstellen, hat wichtige Erkenntnisse für die Konzipierung von Aufgaben zur selbständigkeitsorientierten, kooperativen Textarbeit im Englischunterricht geliefert. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die gewonnenen Erfahrungen in Bezug auf das Widerspiel zwischen weniger strukturierten versus stärker strukturierten Aufgaben.

Grundsätzlich ist zu konstatieren, dass der hohe kognitive Anspruch der authentischen englischsprachigen Texte eine stärkere Strukturierung des Verstehensprozesses und der Aufgabenbearbeitung erfordert, um eine qualitativ hochwertige Kooperation der Lernenden mit dem Ziel eines umfassenden Textverstehens auf wörtlicher, propositionaler und situationaler Ebene zu ermöglichen (Finkbeiner 2005, S. 160 ff., van Dijk & Kintsch 1983). Es hat sich deutlich gezeigt, dass fast alle der hier erprobten Aufgabenformate den Lernenden genügend Handlungs- und Entscheidungsspielräume lassen und somit selbständigkeitsoffene Lernumgebungen darstellen. Dies gilt insbesondere für die Bandbreite der eingesetzten bzw. beobachteten Lernstrategien.

Es wird deutlich, dass „Selbständigkeitsoffenheit“ als graduelles, kontext- und lernerspezifisches Konzept zu verstehen ist, das sich im Spannungsfeld zwischen der Leistungsfähigkeit/Kompetenz der Lernenden einerseits und der Gesamtheit der durch die Aufgabe gestellten kognitiven Anforderungen andererseits entfaltet. Dieser Überlegung folgend könnte z. B. argumentiert werden, dass – für eine bestimmte Lernergruppe – die hier beschriebenen Aufgabenformate weniger selbständigkeitsoffen wären für das Lesen muttersprachiger Texte als sie für das Lesen fremdsprachiger Texte sind.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die im Verlauf der Pilotierung gesammelten Erfahrungen – einschließlich der Rückmeldungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer – erkennen lassen, dass die im Rahmen des Forschungsprojekts ADEQUA entwickelten Aufgaben nicht nur den unmittelbaren Zielen des Projekts zuträglich sind, sondern auch den Englischunterricht bereichernde Lernumgebungen schaffen können. Darüber hinaus finden die in diesem Zusammenhang gewonnenen Forschungsergebnisse ihre Nachhaltigkeit durch ihre direkte Implementierung der in diesem Zusammenhang gewonnenen Forschungsergebnisse in die universitäre Fremdsprachenlehrausbildung.

Literatur

- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (Hrsg.) (2001): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Bimmel, P. (1997): Sprüchlein, Sprüchlein an der Wand. Wie wir uns eine attraktive Lernumwelt vorstellen. *Primar*, 6 (16), S. 44-45.
- Bruner, J.S. & Sherwood, V. (1975): Peekabo and the learning of rule structures. In: J.S. Bruner, A. Jolly & K. Sylva (Eds.): *Play: Its role in development and evolution*. Harmondsworth: Penguin Books, pp. 277-285.
- Caspari, D. & Finkbeiner, C. (1998): Editorial. Themenheft 'Offenere Formen im Fremdsprachenunterricht'. *Fremdsprachenunterricht*, 42/51 (4), S. 248.
- Ellis, R. (2003): *Task-based language teaching and learning*. Oxford: Oxford University Press.
- Finkbeiner, C. (2004): Cooperation and Collaboration in a Foreign Language Teacher Training Program: The LMR Plus Model. In: E. Cohen, C. Brody & M. Sapon-Shevin (Eds.): *Learning to Teach with Cooperative Learning: Challenges in Teacher Education*. Albany, NY: State University of New York Press, pp. 111-127.
- Finkbeiner, C. (2005): Interessen und Strategien beim fremdsprachlichen Lesen. Wie Schülerinnen und Schüler englische Texte lesen und verstehen. Tübingen: Narr.
- Finkbeiner, C. (2006): EFL and ESL knowledgeable reading: A critical element for viable membership in global communities. *Babylonia*, 3, pp. 45-50.
- Finkbeiner, C., Ludwig, P.H., Wilden, E. & Knierim, M. (im Erscheinen): ADEQUA – Bericht über ein DFG-Forschungsprojekt zur Förderung von Lernstrategien im Englischunterricht. Erscheint in: *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung*.
- Gass, S.M. & Mackey, A. (2000): *Stimulated recall methodology in second language research*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kieweg, W. (2003): Die Lernwerkstatt. *Der Fremdsprachliche Unterricht. Englisch*, 37 (66), S. 48-52.
- Klieme, E. & Beck, B. (2007): *Sprachliche Kompetenzen – Konzepte und Messung. DESI-Studie (Deutsch-Englisch-Schülerleistungen-International)*. Weinheim: Beltz.
- Klieme, E., Eichler, W., Helmke, A., Lehmann, R.H., Nold, G., Rolff, H.-G., Schröder, K., Thomé, G. & Willenberg, H. (2006): *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Zentrale Befunde der Studie Deutsch-Englisch-Schülerleistungen-International (DESI)*. Frankfurt: Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF). Online verfügbar unter http://www.dipf.de/desi/DESI_Zentrale_Befunde.pdf (11.12.2006).
- Klingner, J.K. & Vaughn, S. (1999): Promoting reading comprehension, content learning, and English acquisition through Collaborative Strategic Reading (CSR). *Reading Teacher*, 52 (7), pp. 738-747.
- Klippel, F. (1984): *Keep talking. Communicative fluency activities for language teaching*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Knierim, M. (in Vorbereitung): *Zur adäquaten Sequenzierung von Lernstrategien beim Lesen englischsprachiger Texte in kooperativen Lernumgebungen*. Dissertation, Universität Kassel.
- Lantolf, J.P. (2000): Introducing sociocultural theory. In: J.P. Lantolf (Ed.): *Sociocultural theory and second language learning*. Oxford: Oxford University Press, pp. 1-26.
- Leaver, B.L. & Willis, J.R. (Hrsg.) (2004): *Task-based instruction in foreign language education*. Washington, D.C.: Georgetown University Press.
- Legutke, M. & Müller-Hartmann, A. (2000): Lernwelt Klassenzimmer – and beyond. *Der Fremdsprachliche Unterricht. Englisch*, 34 (45), S. 4-10.
- Matthews, M.W. & Kesner, J. (2003): Children learning with peers: The confluence of peer status and literacy competence within small-group literacy events. *Reading Research Quarterly*, 38 (2), pp. 208-234.
- Nunan, D. (2005): *Task-based language teaching*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Otters, B. (2000): Für eine neue Authentizität im Fremdsprachenunterricht. *Praxis des neusprachlichen Unterrichts*, 47 (2), S. 193-195.

- Richter, R. (2000): Selbst gesteuerter Ausspracheerwerb via Multimedia. Lerntheoretische und fertigungsbezogene Anforderungen an multimediale Lernumgebungen. *Deutsch als Fremdsprache*, 37 (2), S. 73-81.
- Schiefele, U., Artelt, C. & Schneider, W. (2004): Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983): *Strategies of discourse comprehension*. London: Academic Press.

Anhang 1: Lesetext „Snow“ im Aufgabenformat Click & Clunk

Der nachstehende Text wurde in dieser Form im Aufgabenformat Click & Clunk eingesetzt und enthält die Text hervorhebungen eines Schülers.

Snow

Julia Alvarez

- 1 Our first year in New York we rented a small apartment with a Catholic school nearby, taught by the Sisters of Charity, big and strong women in long black dresses and bonnets, that made them look peculiar; they looked like dolls in mourning. I liked them a lot, especially my grandmotherly fourth grade teacher, Sister Zoe. As the only immigrant in my class, I was put in a special seat in the first row by the windows, apart from the other children so that Sister Zoe could help me without disturbing them. Slowly, she pronounced the new words I was to repeat: washing machine, cornflakes, subway, snow.
- 2 Soon I picked up enough English to understand great danger was in the air. Sister Zoe explained to the children what was happening in Cuba, where Russian weapons were put together and directed towards New York City. President Kennedy explained we might have war. At school, we had air-raid drills. A bell would go off and we'd file into the hall, fall to the floor, cover our heads with our coats, and imagine our hair falling out, the bones in our arms going soft.
- 3 I heard new vocabulary: nuclear bomb, radioactive fallout. Sister Zoe explained how it would happen. She drew a picture of a mushroom on the blackboard and put round dots with a piece of chalk around for the dusty radioactive material that would kill us.
- 4 The month grew cold, November, December. One morning as I sat at my desk daydreaming out of the windows, I saw dots in the air like the ones Sister Zoe had drawn – only some at first and then lots and lots. I shouted “Bomb! Bomb!” Sister Zoe ran quickly towards me. A few girls began to cry.
- 5 But then Sister's Zoe shocked look disappeared slowly. “Why, Yolanda dear, that's snow!” She laughed. “Snow.”

Anhang 2: Aufgabenformat Click & Clunk, Arbeitsblatt 1

Im Aufgabenformat Click & Clunk notiert jede(r) Lernende einer Lernerdyade seine/ihre „Stolpersteine“ bzw. Clunks (auf dem Arbeitsblatt in Spalte A) und die „aus dem Weg geräumten Stolpersteine“ bzw. Clicks (auf dem Arbeitsblatt in Spalte B).

1. Lies den ersten Abschnitt des Textes, bearbeite dann die Schritte A, B und C für diesen Abschnitt. B und C bearbeitest du gemeinsam mit deinem Partner!
2. Danach liest du den zweiten Abschnitt des Textes und bearbeitest wieder die Schritte A, B und C.
3. Dasselbe machst du für alle weiteren Abschnitte!
4. Wenn ihr fertig seid, bekommt ihr ein neues Arbeitsblatt mit einer Aufgabe zur Zusammenfassung des Texts. Bearbeitet es gemeinsam!

Abchnitt Nr.	A	B
1	 <p>Lies den Abschnitt. Schreibe dann auf, was <u>du</u> in diesem Abschnitt <u>nicht sofort richtig</u> verstanden hast („Stolpersteine“)</p> <p>bonnets, peculiar, row</p>	 <p>Sprich mit deinem Partner über deine „Stolpersteine“ und versucht <u>gemeinsam</u>, sie zu verstehen! Schreibe deine gelösten „Stolpersteine“ hier auf.</p> <p>Haube regentüm eich, Reihe</p>
2	<p>air-raid drills, file, bones</p>	<p>Luftangriff, feilen, gelehrt, Knochen</p>
3	<p>nuclear, fallout, mushroom, blackboard, dusty</p>	<p>Kern, Ausfall, Pilz, Tafel, staubig</p>
4	<p>✓</p>	<p>✓</p>
5	<p>disappeared</p>	<p>verschwinden</p>

Anhang 4: Reduktionsaufgabe

Die jeweils textspezifische Reduktionsaufgabe ist Bestandteil aller Aufgabenformate und verlangt die Reduzierung des Textverständnisses auf die im dargestellten Szenario notwendigen Informationen, auch unter Berücksichtigung der geforderten Textsorte (hier: fiktiver Dialog aus der Ich-Perspektive mit Freundinnen oder Freunden).

Anmerkung: Aus forschungsmethodischen Gründen verfassen die Schülerinnen und Schüler ihre Antwort in deutscher Sprache. Würde dies in der Fremdsprache geschehen, so wäre eine Konfundierung zwischen Textverstehen und Sprachproduktion zu erwarten.

Stellt euch vor, ihr seid Mitschüler von Yolanda. Ihr trefft euch nach der Schule mit euren Freundinnen und Freunden und ihr erzählt ihnen, was heute in der Schule passiert ist.

Besprecht gemeinsam, was ihr schreiben wollt. Schreibt zwei bis drei Sätze (auf Deutsch).

Eine neue Schülerin, sie ist eine Einwanderin, aus unserer Klasse hörte heute zum 1. Mal etwas von Bomben und Krieg.
Ka Schwester Zoe zeichnete einen Pilz an die Tafel mit Punkten herum, die ~~bedeuten~~ staubiges radioaktives Material bedeuten sollten, welches uns umbringt.
Eines Morgens im Dezember saß Yolanda am Fenster und sah diese Punkte und schrie: „Bombe? Bombe?“
Alle bekamen Angst, doch es war nur Schnee.

Anhang 5: Lesetext „Snow“ im Aufgabenformat Ping-Pong Split

In diesem Aufgabenformat sind für jede(n) Lernende(n) einer Dyade nur Teile des Textes lesbar; die übrigen Teile sind zwar erkennbar, aber in einer nicht lesbaren Schriftart dargestellt. Für den Lernpartner bzw. die Lernpartnerin wären genau die Textteile lesbar, die im hier abgedruckten Beispiel nicht lesbar sind.

Snow

Julia Alvarez

- 1 Our first year in New York we rented a small apartment with a Catholic school nearby, taught by the Sisters of Charity, big and strong women in long black dresses and bonnets, that made them look peculiar; they looked like dolls in mourning. I liked them a lot, especially my grandmotherly fourth grade teacher, Sister Zoe. As the only immigrant in my class, I was put in a special seat in the first row by the windows, apart from the other children so that Sister Zoe could help me without disturbing them. Slowly, she pronounced the new words I was to repeat: washing machine, cornflakes, subway, snow.

Σοον Ι πιχκεδ υπ ενουγη Ενγλιση το υνδερστανδ γρεατ δανγερ ωασ ιν της αιρ. Σιστερ Ζοε εξπλ αινεδ το της χηιλδρεν ωηατ ωασ ηαππενινγ ιν Χυβα, ωηερε Ρυσσιαν ωεαπονσ ωερε πυτ τογεται ερ ανδ διρεχτεδ τοωαρδσ Νεω Ψορκ Χιτυ. Πρεσιδεντ Κεννεδυ εξπλαινεδ ωε μιγητ ηαπε ωαρ. Ατ σχηοολ, ωε ηαδ αιρ-ραιδ δριλλσ. Α βελλ ωουλδ γο οφφ ανδ ωε φιλε ιντο της ηαλλ, φαλλ το της φλοορ, χοπερ ουρ ηεαδσ ωιτη ουρ χοατσ, ανδ ιμαγινε ουρ ηαιρ φαλλινγ ουτ, της βονεσ ιν ουρ αρμσ γοινγ σοφτ.

- 2 I heard new vocabulary: nuclear bomb, radioactive fallout. Sister Zoe explained how it would happen. She drew a picture of a mushroom on the blackboard and put round dots with a piece of chalk around for the dusty radioactive material that would kill us.

Τηε μοντη γρεω χολδ. Νοπεμβερ, Δεχεμβερ. Ονε μορνινγ ασ Ι σατ ατ μυ δεσκ δαψδρεαμινγ ουτ οφ της ωινδωσ, Ι σαω δοτσ ιν της αιρ λικε της ονεσ Σιστερ Ζοε ηαδ δραων ονλγ σομε ατ φι ρστ ανδ τηεν λοτσ ανδ λοτσ. Ι σηουτεδ Βομβ! Βομβ! Σιστερ Ζοε ραν θυιχκλψ τοωαρδσ με. Α φεω γιρλσ βεγαν το χρψ.

- 3* But then Sister's Zoe shocked look disappeared slowly. "Why, Yolanda dear, that's snow!" She laughed. "Snow."

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Werner Blum,
Didaktik der Mathematik, Universität Kassel

Prof. Dr. Dorit Bosse,
Erziehungswissenschaft, seit 2005 Universität Würzburg

Prof. Dr. Claudia Finkbeiner,
Anglistik/Amerikanistik: Fremdsprachenlehr- und Lernforschung und Interkulturelle
Kommunikation, Universität Kassel

Gudrun Franke-Braun,
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Didaktik der Physik, Universität Kassel

Markus Knierim,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Anglistik/Amerikanistik: Fremdsprachenlehr- und
Lernforschung und Interkulturelle Kommunikation, Universität Kassel

Dr. Dominik Leiß,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Didaktik der Mathematik, Universität Kassel

Prof. Dr. Peter H. Ludwig,
Empirische Methoden der Schulforschung, Universität Koblenz-Landau

Prof. Dr. Rudolf Messner,
Schulpädagogik/Bildungsforschung, Universität Kassel

Dipl.-Psych. Florian Schmidt-Weigand,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Pädagogische Psychologie, Universität Kassel

Dr. Lutz Stäudel,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Didaktik der Chemie, Universität Kassel

Dr. Eva Wilden,
früher Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Anglistik/Amerikanistik,
Universität Kassel

Prof. Dr. Rita Wodzinski,
Didaktik der Physik, Universität Kassel

Prof. Dr. Bernd Wollring,
Didaktik der Mathematik, Universität Kassel

Anschrift der Sprecher der Kasseler Forschergruppe Empirische Bildungsforschung:

Prof. Dr. Rudolf Messner
Universität Kassel
Fachbereich 01
Nora-Platiel-Straße 1
34127 Kassel
Tel. 0561/804-3626
Fax: 0561/804-3043
e-Mail: rmessner@uni-kassel.de

Prof. Dr. Werner Blum
Universität Kassel
Fachbereich 17
Heinrich-Plett-Straße 40
34132 Kassel
Tel. 0561/804-4620
Fax: 0561/804-4318
e-Mail: blum@mathematik.uni-kassel.de