

Optimierung der Abfall-Logistik

Kassler Abfall-Logistik-Tage



Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Arnd I. Urban
Dipl.-Ing. Gerhard Halm
Dipl.-Ing. Markus Weber

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel

Redaktion:

Dr. Hans-Peter Obladen

Dr. Obladen und Partner

Kalckreuthstraße 4, 10777 Berlin

<http://www.obladen.de>

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

ISBN 3-89958-145-8

URN urn:nbn:de:0002-1459

2005, kassel university press GmbH, Kassel

<http://www.upress.uni-kassel.de>

Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel

Veranstalter:

Verein zur Förderung der Fachgebiete

Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik

an der Universität Kassel e.V.

Kurt-Wolters-Straße 3, 34125 Kassel

Die Informationen in diesem Buch werden ohne Rücksicht auf eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Warennamen werden ohne Berücksichtigung der freien Verwendbarkeit benutzt.

© Alle Rechte vorbehalten. Wiedergabe und Übersetzung nur mit Genehmigung des Vereins zur Förderung der Fachgebiete Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik an der Universität Kassel e.V., Kurt-Wolters-Straße 3, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
---------------------	----------

Abfallsammlung

Grundsätzliche Anforderungen an eine moderne Abfallsammlung.....	7
Heinz-Josef Dornbusch	

Moderne Logistiksysteme und damit einhergehende Einsparpotenziale in der Hausabfallsammlung.....	15
Patrick Hermannspann	

Elektronik in modernen Kommunalfahrzeugen - Aktuelle Situation, BUS-Systeme, Schnittstellen, Normen.....	25
Eckhard Silvan	

Autobahnmaut

Auswirkungen der Autobahn-Maut auf die Kalkulation und Distribution von Nahtransporten	41
Manfred Fischer	

Auswirkungen des Lkw-Maut-Systems auf Vermarktung und Distribution von Abfällen	49
Karlheinz Scheffold	

Fallbeispiele für regionale Abfalltransportoptimierung

Abfalltausch - Eine Möglichkeit zur Reduzierung von Abfalltransporten.....	65
Markus Weber	

Einsatz von Wechselcontainern für den Transport von Bioabfall und Sperrmüll	81
Gerhard Halm, Stefan Stremme	

Entwicklung und Umsetzung eines Logistikkonzeptes in der Region Südniedersachsen - Zusammenarbeit der Landkreise Göttingen, Northeim, Osterode am Harz und der Stadt Göttingen -	95
Uwe Kausch, Franz Rottkordt	

IT-Technologien

Internetbasierende Schüttgutlogistik	109
Uwe Wirth	

Optimierung von Sammlung und Transport von Abfällen aus Haushalten und Gewerbe durch Nutzung logistischer Kennzahlen.....	111
Bernd Bilitewski, Marko Günther	

GPS-Einsatz im Bereich der Entsorgungswirtschaft	121
Rainer Trabant	

Fuhrparkmanagement

Systematisches Erfassen und Auswerten von Fuhrparkdaten	133
Bernd Sackmann	

Fuhrparkkennzahlen als Controlling-Instrument für die Entsorgungswirtschaft.....	137
Frank Verheyen	

Autoren- und Referentenverzeichnis	149
---	------------

Schriftenverzeichnis	151
-----------------------------------	------------

Vorwort

Mit den Kasseler Abfall-Logistik-Tagen veranstalten das Fachgebiet Abfalltechnik der Universität Kassel und die Stadtreiniger Kassel zu dem höchst aktuellen und kostenrelevanten Thema Abfalllogistik gemeinsam eine Tagung. Das Fachgebiet Abfalltechnik forscht schon seit einigen Jahren in enger Zusammenarbeit mit den Stadtreinigern Kassel, zu deren Hauptgeschäft die Sammlung und der Transport von Abfällen gehören, auf dem Gebiet der „Abfalllogistik“.

Die Veranstaltung steht unter dem Eindruck des ab 1. Juni 2005 geltenden Ablagerungsverbotes für unvorbehandelte Restabfälle und der Einführung der Autobahn-Maut für Lastkraftwagen am 1. Januar 2005. Dieses Ablagerungsverbot führt durch eine Zentralisierung der Abfallbehandlungsanlagen zu größeren Entfernungen zwischen den Anfallorten der Abfälle und den Abfallaufbereitungsanlagen. Die längeren Strecken für die Transporte führen in Verbindung mit der Autobahn-Maut für Lastkraftwagen nicht nur zu wesentlich höheren Transportkosten. Die veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen erfordern vielmehr weit reichende Veränderungen für die Abfalllogistikkonzepte.

In dreizehn Beiträgen aus Forschung, Industrie und Entsorgungspraxis werden Strategien, Praxisbeispiele und Optimierungspotentiale in der Entsorgungslogistik unter ökonomischen und ökologischen Aspekten aufgezeigt und diskutiert. Vorgestellt werden moderne Fahrzeugtechniken für die Abfallsammlung, sowie neuartige Informations- und Kommunikationstechnologien und Beispiele für die Steuerung und Analyse von Daten für den Fahrzeugpark von Entsorgungsfachbetrieben. Weitere Schwerpunkte sind die Auswirkungen der Autobahnmaut für die Entsorgungslogistik, sowie Beispiele für eine regionale Zusammenarbeit von Transporteuren zur Optimierung von Abfalltransporten.

Unser herzlicher Dank gilt den beteiligten Autoren und Allen, die an der Ausrichtung und Vorbereitung der Veranstaltung mitgewirkt haben.

Kassel, Juni 2005

Prof. Dr.-Ing. Arnd I. Urban

Dipl.-Ing. Gerhard Halm

Dipl.-Ing. Markus Weber

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Grundsätzliche Anforderungen
an eine moderne Abfallsammlung**

Dipl.-Ing. Heinz-Josef Dornbusch
INFA GmbH (Ahlen)

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Einleitung

Die derzeitige Situation in der Entsorgung ist geprägt durch eine zunehmende Diskussion über die Wirtschaftlichkeit und Qualität der verschiedenen Dienstleistungen. In diesem Zusammenhang steigen die Anforderungen bezüglich eines effizienten und qualitativ hochwertigen Einsatzes in erheblichem Maß an. Daher wurde bzw. wird in vielen Entsorgungsbetrieben die Notwendigkeit einer Neuorganisation der Logistik festgestellt.

Der Zwang zur Produktivitätssteigerung - in der öffentlichen Dienstleistung wie auch in allen anderen Wirtschaftszweigen - führt zu dem konsequenten Bestreben, Lösungen zur Optimierung und Kostensenkung zu erarbeiten. Dies gilt seit geraumer Zeit insbesondere auch für die Entsorgungslogistik.

2 Betriebsspezifische Optimierungsansätze

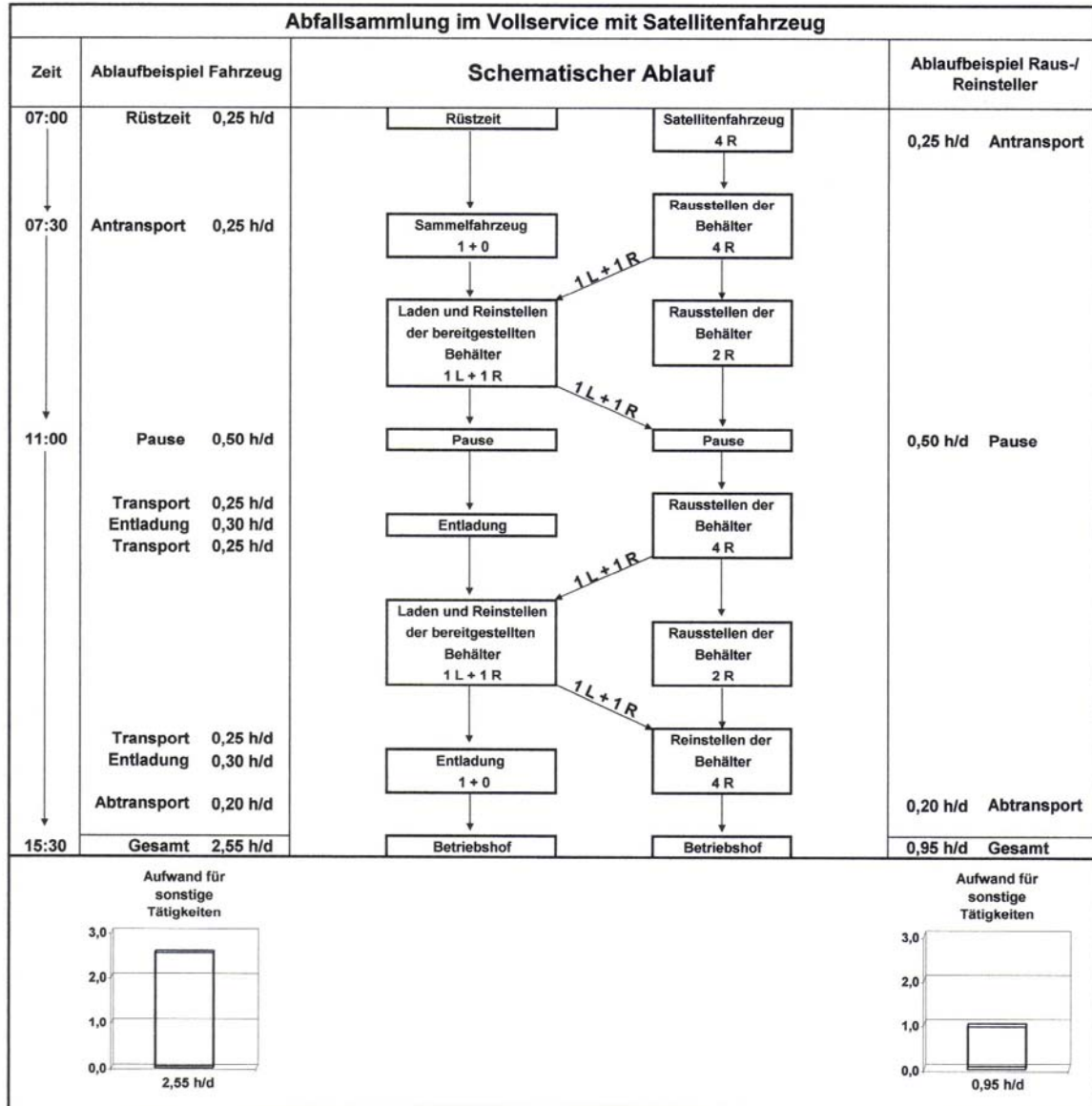
In vielen kommunalen wie auch privaten Entsorgungsbetrieben sind Optimierungsansätze erkannt und je nach betriebspezifischer Ausgangslage auch umgesetzt worden. Als wesentliche Optimierungsansätze sind die Neu- bzw. Umorganisation der Abfallabfuhr (neue Zusammenstellung der Sammeltouren, Anpassung der Mannschaftsstärken, Trennung von Sammlung und Transport, Einsatz von Satellitenfahrzeugen für Raus- und Reinsteller im Vollservice etc.), der Einsatz innovativer Fahrzeugtechnologien (z. B. Front- und Seitenladerfahrzeuge) sowie die Einführung eines flexiblen Arbeitszeitmanagements (evtl. neues Arbeitszeitmodell, Schaffung von Arbeitszeitkonten, Anpassung von betrieblichen Rahmenbedingungen wie Rüstzeitvorgaben oder Pausenregelungen an Bedarf) zu nennen.

2.1 Arbeitsablauf- und Personal- bzw. Fahrzeugeinsatzplanung

Ein wesentlicher Baustein zur Kostensenkung in der Entsorgungslogistik besteht aus der optimalen Arbeitsablauf- und Personal- bzw. Fahrzeugeinsatzplanung im operativen Bereich. So entstehen heute noch in vielen Betrieben, insbesondere im Vollservicebereich, erhebliche Zeitverluste, z. B. durch gemeinsame Fahrten zur Entsorgungsanlage (Fahrer und Servicepersonal) oder durch die gemeinsame Abfuhr von mehreren Abfallarten mit einem Fahrzeug am selben Abfuhrtag (zunächst Restabfall und anschließend im gleichen Revier vom gleichen Fahrzeug Bioabfall; kein Zweikammerfahrzeug).

Bei Trennung des Serviceteams vom Sammelfahrzeug, zum Beispiel durch Einsatz von Satellitenfahrzeugen für das Serviceteam (siehe schematische Darstellung in der folgenden Abbildung) kann mit dem Herausstellen der Behälter bereits vor Eintreffen

des Sammelfahrzeugs begonnen werden. Zudem können die Entsorgungsfahrten des Sammelfahrzeugs für Rückstellarbeiten durch das Serviceteam genutzt werden.



L = Lader
R = Raus-/Reinsteller

Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Restabfallsammlung im Volls-service mit Satellitenfahrzeug

Bezogen auf die Kosten für Sammlung, Transport und Entladung (Fahrzeug und Personal) ergeben sich bei der Trennung des Serviceteams vom Sammelfahrzeug in Abhängigkeit von der Fahrzeugbesatzung deutliche Kosteneinsparpotenziale.

Für die Praxis bedeutet dieser Optimierungsansatz im Idealfall die Planung und Umsetzung einer bezirklichen Tourenplanung, bei der mehrere Abfallarten in einem zusammenhängenden Gebiet an einem Tag von mehreren Sammelfahrzeugen (z. B. 4 Restabfall-, 2 Bioabfall- und 3 Altpapierfahrzeuge) gesammelt werden. Die Serviceteams arbeiten in diesem Tagesbezirk fahrzeugübergreifend und bedienen verschiedene Fahrzeuge gleichzeitig. Hierbei stellen die Raussteller alle Gefäße eines Standplatzes (z. B. Rest-, Bioabfall und Altpapier) heraus und nach dem Entleeren des letzten Behälters eines Straßenabschnittes die Reinsteller diese Gefäße wieder zurück. Hierdurch kann ein mehrmaliges Durchlaufen der Straßen wie auch das Betreten der Grundstücke (für jede Abfallart) erheblich reduziert werden.

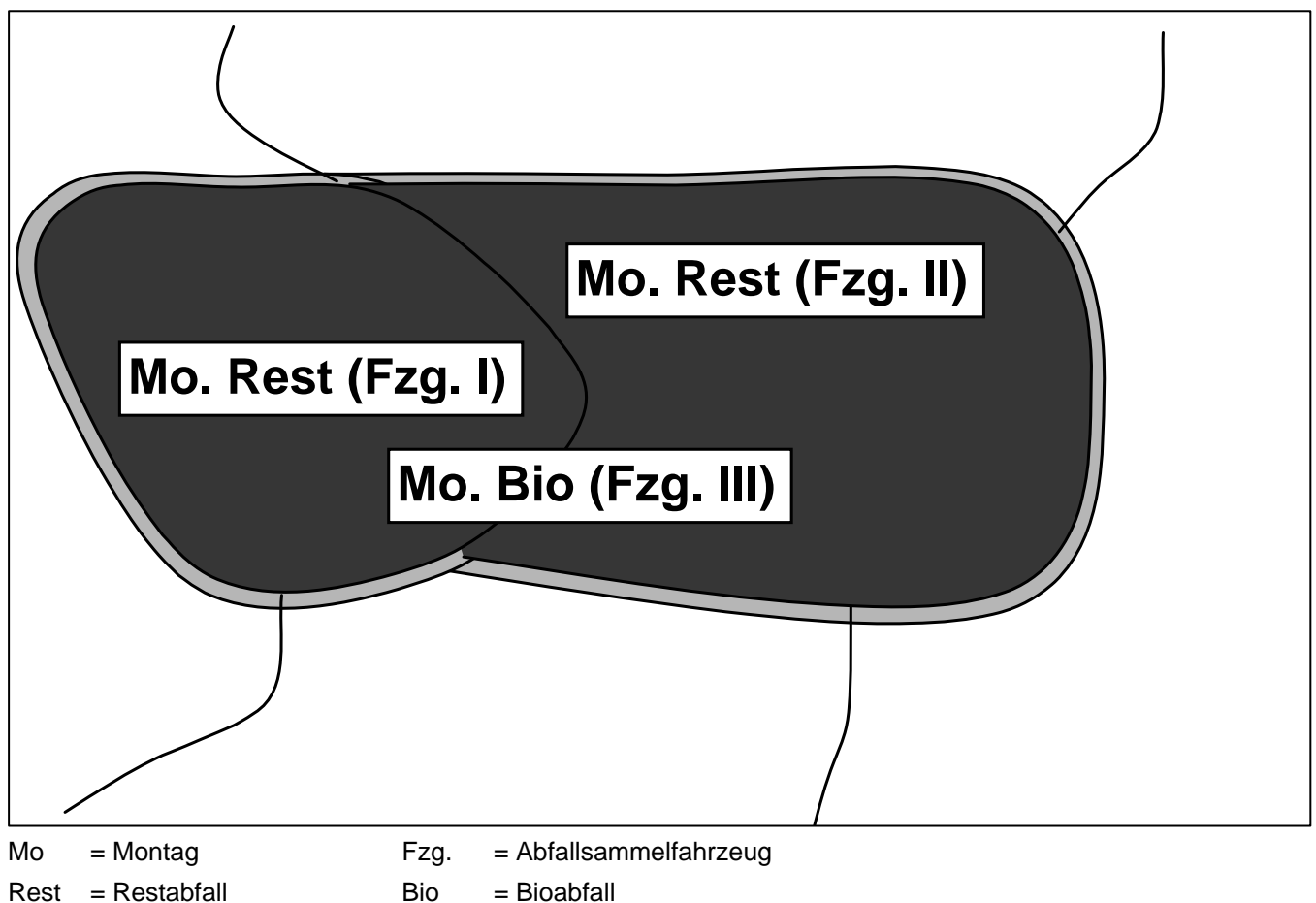


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines optimierten Fahrzeugeinsatzes zur Erfassung unterschiedlicher Abfallarten in einem zusammenhängenden Gebiet

2.2 Angepasste Arbeitszeitmodelle

Aufbauend auf einer optimierten Auslastung der Personal- und Fahrzeugkapazitäten wird zunächst eine Glättung von Arbeitsspitzen und -täler (bedingt durch gebietsab-

hängige Tagesschwankungen sowie saisonale Schwankungen) angestrebt. Unvermeidbare Unterschiede bei Sammelmengen und -leistungen, die selbst bei ausgewogener Tourenplanung entstehen, sollten möglichst ohne Mehrkosten durch ein flexibles Arbeitszeitmodell aufgefangen werden, z. B. durch Einführung von Arbeitszeitkonten. Dazu gehört ebenfalls eine betriebsspezifisch angepasste Pausen- und Rüstzeitregelung. Diskutiert werden aktuell in vielen Betrieben längere Fahrzeug-einsatzzeiten sowie die Reduzierung der täglichen Arbeitszeit durch Integration der feiertagsbedingten Nachholtage in die Regelarbeitszeit (z. B. bei „4 in 5“-Tage-AZM).

Tabelle 1: Beispiel eines 4-in-5-Tage-Arbeitszeitmodells

Arbeitsplan bei 5 Kolonnen und 4 Fahrzeugen						
Kolonne (Fahrzeug)	Mo. [h/d]	Di. [h/d]	Mi. [h/d]	Do. [h/d]	Fr. [h/d]	Summe [h/w]
1	- *	9,625	9,625	9,625	9,625	38,5
2	9,625	- *	9,625	9,625	9,625	38,5
3	9,625	9,625	- *	9,625	9,625	38,5
4	9,625	9,625	9,625	- *	9,625	38,5
5	9,625 (Fzg. 1)	9,625 (Fzg. 2)	9,625 (Fzg. 3)	9,625 (Fzg. 4)	- *	38,5

* Personal hat frei, Fahrzeuge sind im Einsatz

3 Umsetzung der Optimierungsansätze in die Praxis

Um die geforderten Ziele einer Gebührenstabilität für den Bürger und der Wettbewerbsfähigkeit des Betriebes zu erreichen bzw. zu erhalten und damit Arbeitsplätze langfristig zu sichern, müssen die betriebsspezifisch ermittelten Optimierungsansätze konsequent umgesetzt und die vorhandenen Einsparungspotenziale genutzt werden. Im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen sollte die zu leistende Arbeit gerecht auf alle Mitarbeiter verteilt werden. Die Sammeltouren sind so auslegen, dass die Tagesarbeitszeit ausgenutzt wird und die Fahrzeuge ausgelastet sind. Zur Akzeptanzsteigerung beim Bürger trägt eine übersichtliche und transparente Tourenplanung bei. Bei der Erarbeitung einer optimalen Verknüpfung von Optimierungsmöglichkeiten mit einem neuen Arbeitszeitmodell sollte, im Hinblick auf eine von allen Beteiligten (Betriebsführung und Personalvertretung) getragene Lösung, ein vernünftiger Kompromiss zwischen dem theoretisch Möglichen und praktisch Sinnvollen gefunden werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Zukünftig wird sich die Struktur des betrieblichen Fuhrparks in Abhängigkeit der betriebsspezifischen Ausgangssituation deutlich heterogener gestalten. Konventionelle Heckladerfahrzeuge (hier überwiegend Dreifachfahrzeuge) werden auch weiterhin zum Einsatz kommen, insbesondere in verdichteten Strukturen sowie bei der Sperrabfall- und Sacksammlung. Die Frontladertechnik hat sich bereits in der gewerblichen Großbehältersammlung etabliert. In geeigneten Bebauungsstrukturen (überwiegend ländlich strukturierte Gebiete mit Abfuhr im Teilservice) wird sich die Seitenladertechnik durchsetzen. Bei großen Transportentfernungen bzw. hohem Zeitaufwand für den Transport zur nächsten Entsorgungsanlage wird es verstärkt zu einer Trennung von Sammlung und Transport (Umladeanlagen, Wechselaufbautechniken) kommen.

Die Bedeutung der EDV wird mittelfristig durch die Einführung von Gesamtkonzepten mit automatischen Logistiksystemen weiter steigen. Es werden verstärkt optimierte Touren- und Routenplanungssysteme auf Basis einer Behälterdatenbank eingesetzt. Zu einem umfassenden Konzept zählen die Einführung von Behälteridentifikationssystemen (insbesondere zur Behälterverwaltung und Tourenplanung), eine optimierte Vor- und Nachbearbeitung der Logistik durch automatisierte Leistungsdatenerfassung (z. B. Bordcomputer mit GPS-Datenerfassung), die grafische Unterstützung durch Geoinformationssysteme (GIS) sowie EDV-gestützte Kontrollinstrumente (Managementinformationssysteme und Qualitätssicherungssysteme).

Entsorgungsbetriebe haben betriebliche Vereinbarungen eindeutig zu definieren und zu kontrollieren (insbesondere Regelungen im Bereich der Pausen und Rüstzeiten). Kurz- bis mittelfristig werden Arbeitszeitmodelle eingeführt, die einerseits zu Kostensenkungen (i. W. durch verlängerte Fahrzeugeinsatzzeiten) aber auch zu einer Erhöhung der Flexibilität (z. B. Reaktion auf Mengenschwankungen in der Abfallsammlung) führen. Bei Umsetzung der derzeit in vielen Bundesländern diskutierten Verlängerung der Wochenarbeitszeiten wird sich für die Entsorgungslogistik eine generelle Notwendigkeit der Anpassung der Tourenplanung ergeben.

Insgesamt werden die Entsorgungsbetriebe unter Berücksichtigung der ortsspezifischen Gegebenheiten unterschiedliche Abfuhrintervalle (von mehrmals wöchentlich bis 4-wöchentlich) in gewünschten Servicegraden mit einer spezifisch angepassten Fahrzeugbesatzung vorzuhalten haben. Bezüglich der Logistikstruktur mit unmittelbarem Bürger- bzw. Nutzerkontakt werden sich für den Kunden verständliche Abfuhrsysteme durchsetzen, die insbesondere die Abfuhr mehrerer Abfallarten an einem Tag beinhalten.

Im Bereich der Sammlung im Vollservicebetrieb weist eine deutlichere Trennung der Bereiche Entleeren und Raus- bzw. Reinstellen der Behälter logistische Vorteile auf.

Für die Logistik bedeutet dies eine nahezu autarke Arbeitsweise der Raus- und Rein-steller als Serviceteam im Sammelgebiet.

Für die Zukunft wird es wichtig sein, dass die Entsorgungslogistik nach einer Zeit überwiegend ökologischer Einflüsse (insbesondere im Zeitraum von 1985 - 1995 mit einer deutlichen Ausweitung der getrennten Sammlung) und der aktuellen Diskussion über eine spürbare Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ein ausgewogenes Verhältnis der Aspekte Wirtschaftlichkeit, Benutzerkomfort und Arbeitssicherheit unter besonderer Berücksichtigung der orts- und betriebsspezifischen Ausgangssituation entwickelt.

Ein Blick über die Landesgrenzen hinaus lässt hierbei ähnliche Tendenzen erkennen. So zeigen Untersuchungen in Luxemburg, der Schweiz und Japan einen verstärkten Fokus auf eine Erhöhung der zu erbringenden Dienstleistung, insbesondere durch Sicherstellung einer ausreichenden Arbeitsqualität.

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Moderne Logistiksysteme und damit einhergehende
Einsparpotenziale in der Hausabfallsammlung**

Patrick Hermanspann
FAUN Services GmbH

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Einleitung

Eine Vorhersage zukünftiger Entwicklungen birgt naturgemäß ein gewisses Maß an Unsicherheit. Als Beispiel seien die euphorischen Prognosen für die Entwicklung der Marktanteile von Seitenladern und Frontladern genannt, die wohl alle Befragten heute weit vorsichtiger formulieren würden als seinerzeit geschehen. Seriös kann daher nur aufgrund heutiger Tendenzen abgeleitet werden, was die wahrscheinlichste Entwicklung sein wird. Die wohl einschneidendste Änderung auf dem Entsorgungsmarkt sind die drastisch gesunkenen Erlöse als Reaktion auf den verschärften Wettbewerb und die oft wesentlich verkürzten Abfuhrverträge. Daraus resultierte ein erheblich verstärktes Kostenbewusstsein auf Seiten der privaten und kommunalen Entsorgungsunternehmen. Denn gerade die kommunalen Entsorger müssen sich aufgrund politischen Drucks immer stärker mit den privaten Entsorgungsunternehmen messen lassen. Einhergehend mit dem Kostendruck wird verstärkt nach Einsparpotentialen gesucht.

2 Geänderte Rahmenbedingungen bei der Haushaltsabfallsammlung

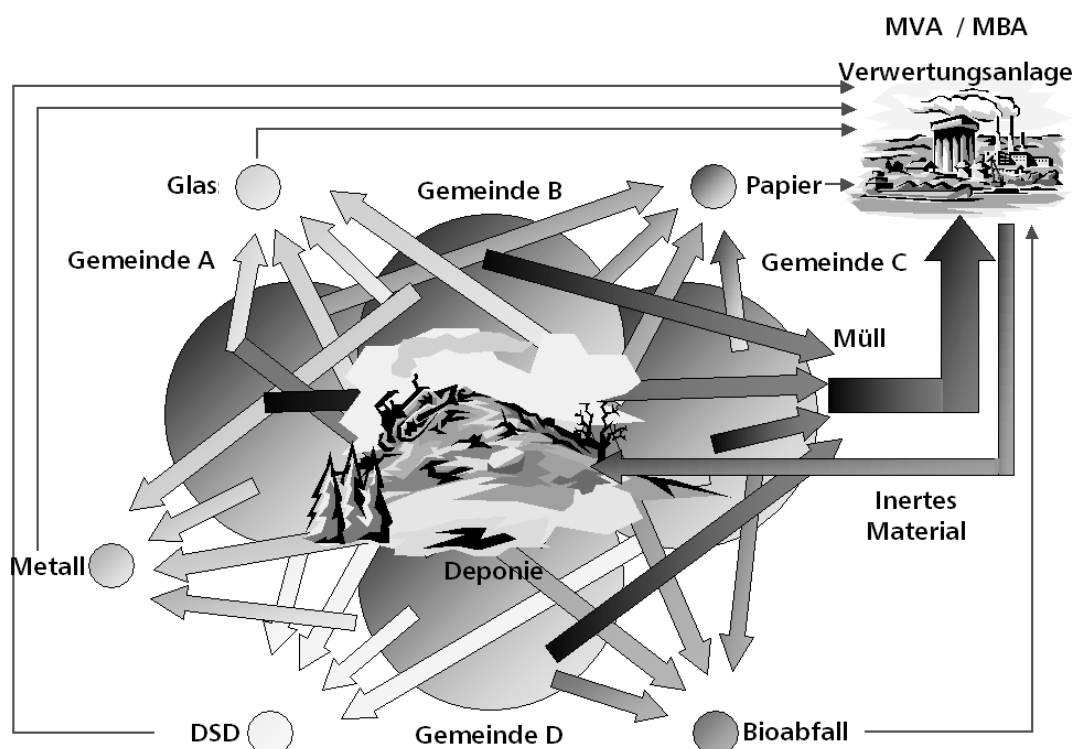


Abbildung 1: Geänderte Stoffströme durch die TASI

Die Rahmenbedingungen bei der Abfallsammlung unterliegen in einem wesentlich höheren Maß als bei anderen Branchen gesetzlichen Bestimmungen und damit dem politischen Willen. Als bestes Beispiel dafür gilt die Technische Anleitung Siedlungs-

abfall (TASI), die am 01. Juni 2005 in Kraft getreten ist. Diese sorgt für eine erhebliche Erhöhung der Transportentfernung, die der Abfall bis zur Ablagerungsstätte zurücklegen muss. In früheren Zeiten hatte jede größere Gemeinde eine eigene Deponie. Heute müssen alle Abfälle vor der Ablagerung auf der Deponie behandelt werden. Dadurch hat sich die Anzahl der Senken drastisch reduziert. Dieser Wandel bedeutet für viele Entsorger einen tiefen Einschnitt in die Transportlogistik und damit eine wesentliche Erhöhung der Transportkosten. Die Abbildung 1 stellt die komplexen Logistikstoffströme dar.

Hinzu kommt eine durch Internationalisierung hervorgerufene verstärkte Konkurrenz. Diese wiederum bedeutet im Rahmen der sozialen Marktwirtschaft eine verschlechterte Erlössituation.

3 Kostenzusammensetzung in der Hausabfallsammlung

Die Möglichkeiten Kosten einzusparen lassen sich im Wesentlichen in folgende Bereiche einteilen: Fuhrparkkosten, Personalkosten und Verwaltungsgemeinkosten. Im Rahmen dieses Essays werden insbesondere die Fuhrparkkosten und die Personalkosten betrachtet. Das folgende Diagramm gibt die Kostenzusammensetzung eines Sammelgebiets mit 32.500 t pro Jahr zu entsorgenden Restabfall wider, der in 53.000 Abfallgefäßen die 14-tägig entleert werden vorgehalten wird. Die Entfernung zur MVA beträgt 8 km. Die Sammlung und der Transport werden mit 6 Heckladern durch einen Fahrer und einen Lader bewältigt.

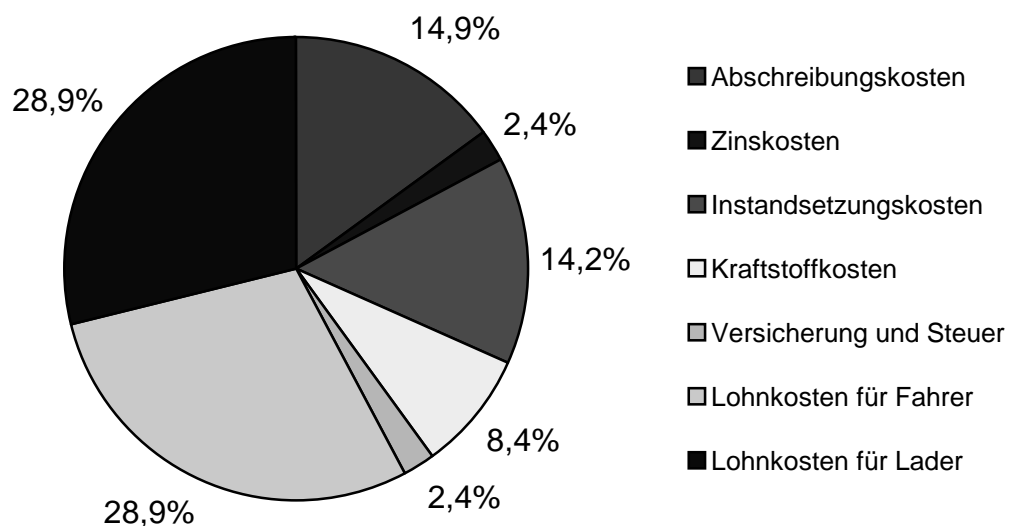


Abbildung 2: Kostenzusammensetzung bei der Abfallsammlung

Die Kostenblöcke bei der Abfallsammlung sind die Finanzierungskosten der Fahrzeuge (Abschreibungen und Zinsen), die Betriebskosten (Instandsetzung, Wartung,

Versicherung, Steuern und Kraftstoff) und das Personal. In jedem dieser Bereiche liegen bei genauer Betrachtung Einsparpotenziale.

4 Kosteneinsparungspotenzial

Durch ausgeklügelte Finanzierungskonzepte zusammen mit Full-Service-Dienstleistungen der Aufbauhersteller lassen sich die Kosten der Finanzierung und Instandhaltung um bis zu 10 % reduzieren. Durch kurze Laufzeiten von Miet- oder Leasingfahrzeuge ist zudem sichergestellt, dass immer die aktuellste und damit auch energetisch effizienteste Technik zum Einsatz kommt. Gerade die Motoren der Fahrzeuge haben in den letzten Jahren eine erhebliche Verbesserung erfahren und sind sparsamer im Kraftstoffverbrauch geworden. Auf die Kosten Steuern und Versicherung kann nur wenig Einfluss genommen werden, da sie vom Gesetzgeber vorge-schrieben sind. Höchstens die Anzahl der Fahrzeuge kann hier Einfluss auf die zu entrichtenden Gebühren nehmen.

Konsequenterweise bemühen sich die Entsorger deshalb die Anzahl der verwendeten Fahrzeuge zu verringern und mit weniger Personal auszukommen. Beobachten lässt sich dies an den Bemühungen die Anzahl der vorgehaltenen Reservefahrzeuge zu verringern und die Verfügbarkeit der eingesetzten Fahrzeuge durch regelmäßige Wartung hoch zu halten. Auch hier tragen die Full-Service-Konzepte der Aufbauhersteller zur Einsparung von Kosten bei. Dabei wird von den Herstellern die Wartung- und Instandhaltung, sowie Verfügungstellung von Reservefahrzeuge innerhalb kürzester Zeit gegen eine fixe monatliche Rate angeboten.

5 Auswahlkriterien für die Logistik-Konzepte

Die Einsparungen im Personalbereich werden bei den Ein-Mann-Fahrzeugen besonders deutlich. Wie oben erwähnt, haben die Seiten- und Frontlader den nach wie vor dominierenden Hecklader bislang nicht verdrängen können. Aber die Verlängerung der Transportentfernungen durch die TASI wirkt diesem Trend entgegen. Aus diesem Grund ist ein vermehrter Einsatz dieser Fahrzeuge zu erwarten. Zwar nicht in dem noch vor 10 Jahren angenommen Maße, jedoch stärker als bisher.

Gerade in den ländlichen Strukturen und den Stadtrandgebieten gibt es noch reichlich Potential, den Seitenlader gewinnbringend einzusetzen.

Der Grund, warum der Seitenlader diese Gebiete noch nicht so weit erobert hat, wie es dem Einsparpotential entspricht, mag mit der erforderlichen Umstellung der Tourenplanung und der Reviervorbereitung zusammenhängen, die einem erfolgreichen Seitenladereinsatz Sinnvollerweise vorausgeht. Manche Entsorger scheuen offenbar

diese Umstellung ungeachtet der unbestreitbaren Erfolge ihrer Wettbewerber mit Seitenladern. Ein anderer Grund ist sicherlich auch die hohe Spezialisierung der Ein-Mann-Fahrzeuge, die schwieriger zu ersetzen sind als universell einsetzbare Fahrzeuge. Dies liegt nicht nur an Spezialisierung des Fahrzeugs sondern auch am fehlenden kundigen Personal.



Abbildung 3: Seitenlader der neuesten Generation (FAUN SIDEPRESS)

Für den Bereich der Gefäßsysteme und der Bereitstellung deuten sich keine Änderungen an. Zumindest für den Bereich der Siedlungsabfälle scheint die Aufsplitterung in verschiedene, getrennt zu erfassende Fraktionen abgeschlossen zu sein. Noch größerer Sortieraufwand ist dem Bürger nicht in ausreichendem Maße zu vermitteln, so dass auch die zu erwartende Verschlechterung der Sortenreinheit die oben genannte These stützt. Eine Tendenz in die andere Richtung, also weniger einzusammelnde Fraktionen, ist trotz der Verunsicherung durch das Kartellamt bezüglich des Dualen System Deutschlands nicht zu erwarten.

Bei den Gefäßen spricht im Moment wenig für eine Änderung des Status Quo: Es bleiben uns die bekannten Gefäßsysteme wie auch die Sacksammlung für einige Fraktionen erhalten. Eine Ausweitung des Bringsystems, wie es zum Beispiel in Italien und Spanien vielfach praktiziert wird, ist hierzulande nicht erkennbar. Auch haben die zum Teil hohen Serviceniveaus, die in Innenstädten angeboten werden, weiter ihre Berechtigung und mit Ihnen, wie oben ausgeführt, der traditionelle Hecklader.

Neu ist im Bereich der ländlichen Sammlung die Tendenz, zwei Fraktionen auf einmal in getrennten Gefäßen zu erfassen und zu transportieren. Hierdurch werden die Behältersuchtouren, bei denen ein Ein-Kammer-Fahrzeug in einer Schicht durch die hohen Fahrtanteile nicht annähernd gefüllt werden, wirtschaftlicher organisiert. Bei der konventionellen umschichtigen Entleerung werden beispielsweise alle 14 Tage Biomüll und jeweils im 4-Wochenrhythmus Restmüll und DSD abgefahren. Ein Fahr-

zeug kann für alle Fraktionen eingesetzt werden, fährt aber jeden Haushalt in jeder Woche an. Stattdessen werden nun zwei Fraktionen in einem Mehrkammerfahrzeug gesammelt und jeder Haushalt nur noch jede zweite Woche angefahren, so dass viele Fahrkilometer eingespart werden können.



Abbildung 4: Seitenlader mit zwei Kammern (FAUN TWINPRESS)

Sinn macht dies nur, wenn die Behandlungsanlagen für die beiden Stoffe nah beieinander liegen oder zentral umgeladen werden kann. Dieses Prinzip lässt sich sowohl bei Heckladern als auch bei Seitenladern realisieren. Auf Wechselsysteme hingegen ist es nicht sinnvoll übertragbar.

Am Ende der Transportkette zeigt sich immer deutlicher, was seit Jahren prognostiziert wird: Die Transportanteile an der Dienstleistung Abfallsammlung steigen. Die Umstellung auf die verlängerten Transportwege ist inzwischen Realität. Der Trend zu Wechselcontainersystemen verdichtet sich in der Folge bereits. In kleineren Revieren, in denen reine Transportzüge nicht ausgelastet werden können, obwohl lange Revierein- und -ausfahrten anfallen, kann der Anhängerbetrieb die beste Variante sein. Das wechselfähige Sammelfahrzeug startet mit einem zusätzlichen Container auf dem Anhänger in das Sammelrevier und befüllt dort erst den einen, dann den anderen Container. Die Entleerfahrt findet wieder im Zug statt, so dass eine ganze Entleerfahrt abzüglich eines Wechselsvorgangs eingespart werden kann.



Abbildung 5: Seitenlader mit Wechselsystem (FAUN SIDEPRESS X)

Auch die Möglichkeit der Verlagerung des Transports in verkehrsarme Zeiten oder die Entzerrung der Anlieferung an der Behandlungsanlage sprechen für das Wechselsystem. Gleichwohl ist der Festaufbau mit Umschlaganlage in vielen Fällen die ebenso kostengünstige oder gar preiswertere Lösung. Um einen genauen Kostenvergleich im Einzelfall führt kein Weg herum.

Eine eindeutige Präferenz des Beladeorts am Fahrzeug gibt es heute nicht mehr. Je nach Einsatzzweck kommen Front-, Heck, Seiten- und Frontseitenlader zum Einsatz. In der Gewerbemüllabfuhr ist der Frontlader mit Ein-Mann-Bedienung inzwischen etabliert. Für den wirtschaftlichen Einsatz ist die Zugänglichkeit der Gefäße entscheidend. Muss hier ein Gewerbehof wegen eines zugestellten Containers zu einem späteren Zeitpunkt erneut angefahren werden, frisst dies einen Teil der angestrebten Einsparungen wieder auf. Bis auf wenige Ausnahmen ist die Einbindung von 1,1m³ Gefäßen wenig sinnvoll, da die Zykluszeit recht hoch ist und der Fahrer zur Aufnahme der Gefäße aussteigen muss. Wägen und individuelle Belegerstellung vor Ort sind sinnvolle Zusatzeinrichtungen, wenn auch nichts Neues mehr.

Ganz anders sieht es beim Front-Seiten-Lader für die innerstädtische Hausmüllentsorgung aus. Dieser Fahrzeugtyp ist durch das MSTs System schon lange bekannt und seit beinahe 20 Jahren im bewährten Einsatz. Die Idee, die Beladung an die Fahrzeugfront zu verlegen ermöglicht die einfache containergestützte Trennung von Sammlung und Transport.



Abbildung 5: Frontlader für die Gewerbemüllabfuhr (FAUN FRONTPRESS)



Abbildung 6: Front-Seiten-Lader mit Wechselsystem (FAUN TOPPRESS X)

Der Front-Seiten-Lader kann entweder mit oder ohne Ladepersonal operieren. Die Beladung findet direkt unter den Augen des Fahrers statt und ist wie beim Hecklader mit geringstem seitlichem Platzbedarf und mit Personal von beiden Seiten der Straße aus möglich. Die aktuelle Entwicklung deutet auf eine Renaissance der Frontseitenlader hin. Bisher hatten diese Systeme immer das Problem, dass kein geeignetes Fahrgestell zur Verfügung stand. Die jüngste Neuentwicklung, ein Frontseitenlader

der mit nur einem Beladearm ausgestattet ist, zeigt dass endlich auch Serienfahrgerüste als Grundlage benutzt werden können.

Abhängig von der Beladeart, manuell oder automatisch, können Fahrgerüste mit Low-entry oder Normal Fahrerhaus zum Einsatz kommen. Dieser Fahrzeugtyp kann wie die traditionellen Hecklader in fast allen Bereichen der Abfallentsorgung eingesetzt werden und bietet zusätzlich die Möglichkeit der fernbedienten Aufnahme in Ein-Mann-Bedienung. Den größten Vorteil bietet der Front-Seiten-Lader mit der direkten Sicht des Fahrers auf das Beladegeschehen.



Abbildung 7: Front-Seiten-Lader mit Blick auf die Beladesituation (FAUN EASYPRESS)

Der Seitenlader hingegen hat sich bereits einen beachtlichen Marktanteil erkämpft. Man muss hier zwischen den fernbedient und manuell aufnehmenden Typen unterscheiden, wobei es hier auch Mischformen gibt, die zweirädrige Gefäße fernbedient, die Vierrädrigen jedoch manuell zugeführt bekommen. Die Breite des Angebots hat in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen und ist nur noch schwer überschaubar. Die Frage, ob sich von Kammaufnahme, Klammer oder Diamond letztlich nur ein Typ durchsetzen wird, erscheint uns heute noch schwer zu beantworten.

Wechselfähige Hecklader sind inzwischen schon geraume Zeit am Markt, konnten aber letztlich noch nicht den Durchbruch erreichen. Die Modelle mit abstellbarem Heckteil haben mehr noch als die fest aufgebauten Hecklader mit zu geringer Auslastung der Vorderachse zu Beginn der Sammlung zu kämpfen. Alle wechselfähigen Ausführungen kippen die Gefäße höher ein als ihre fest aufgebauten Brüder und müssen somit eine längere Schüttzykluszeit in Kauf nehmen. Dazu kommt noch der Nutzlastverlust durch das Wechselsystem. Unter dem Strich bieten Seiten- und Frontlader die besseren Voraussetzungen für ein Containersystem. Gleichwohl wird der Hecklader seine Bedeutung auch in Zukunft nicht verlieren, allein weil es in Deutschland genügend verdichtete Innenstadtbauung in Ballungsgebieten mit nahe gelegener Behandlungsanlage gibt.

Der klassische Hecklader tendiert heute außerdem zum general purpose vehicle, das ohne Umrüstung alle Gefäße bis zum MGB 1,1m³ gemischt aufnehmen kann, und das sich obendrein ohne Öffnen der Schüttungstür für die Handbeladung von Säcken

und leichtem Sperrmüll über eine niedrige Ladekante eignet. Der Hecklader ist damit das ideale Reserve- und Springerfahrzeug.



Abbildung 8: Hecklader mit integrierten Schüttungen (FAUN VARIOPRESS)

Abschließend lässt sich feststellen, dass es das eine ideale Abfallsammelfahrzeug nicht gibt. Vielmehr gibt es auf der einen Seite Spezialisten, die für ihre Aufgabe bestens gerüstet sind und so Kosten einsparen helfen. Auf der anderen Seite gibt es den bewährten Generalisten, der sich leichter an wechselnde Aufgaben anpassen lässt.

Für die Hersteller von Abfallsammelfahrzeugen bedeuten die immer differenzierteren Kundenwünsche bei insgesamt rückläufigen Stückzahlen eine enorme Umstellung. Die Vielfalt der Systeme gebietet Standardisierung und die Nutzung eines Baukastensystems, dass die Vielfalt aus der Kombination zahlenmäßig überschaubarer, kompatibler Elemente generiert. Pate für diese Entwicklung ist die bekannte Plattformstrategie der Automobilindustrie.

Eine engere Zusammenarbeit wird das Verhältnis zwischen Hersteller und Anwender prägen. Die erheblich verbreiterte Angebotspalette verlangt intensive Beratung, damit das optimale Fahrzeug gefunden wird. Die komplizierteren Fahrzeuge verlangen durch die verwendete Elektronik neue Kenntnisse und Fähigkeiten bei der Wartung. Bei aller neuer Technik wird letztlich doch der gebotene Kundendienst die entscheidende Komponente sein. Dieser ergänzt durch die besten Finanzierungskonzepte gepaart mit Full-Service-Dienstleistungen der Hersteller wird mitentscheidend für den zukünftigen Erfolg der privaten und kommunalen Entsorgungsunternehmen sein.

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Elektronik in modernen Kommunalfahrzeugen
- Aktuelle Situation, BUS-Systeme,
Schnittstellen, Normung -**

Eckhard Silvan
Haller Umweltsysteme GmbH & Co. Berlin

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Vorbemerkungen

„Wieviel Elektronik braucht ein Müllwagen?“ Diese Frage steht latent im Raum, wenn über die elektrische /elektronische Ausstattung von Abfallsammelfahrzeugen gesprochen wird. Mit der Aussage „So viel wie nötig - so wenig wie möglich“ könnte die Diskussion über diese Thematik stark komprimiert werden. Eine befriedigende Antwort hätte man damit allerdings in den seltensten Fällen. Nachfolgend soll deshalb ein verständlicher Überblick über die Entwicklung gerade dieses sich in den letzten Jahren am dynamischsten verändernden Bereiches auf dem Gebiet der kommunalen Technik, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit und absolut präzise Wiedergabe fachspezifischer Inhalte, gegeben werden. Beispielhaft erfolgt die Beschreibung der Systeme anhand von Produkten der Haller- Umweltsysteme, wobei die Aussagen im Wesentlichen die allgemeinen Entwicklungstendenzen im Bereich der Kommunalfahrzeugtechnik widerspiegeln.

2 Historie elektronischer Systeme bei Abfallsammelfahrzeugen

Betrachtet man die technische Entwicklung von Abfallsammelfahrzeugen in den letzten 25-Jahren, so ist diese gekennzeichnet durch eine Verschiebung der Innovationschwerpunkte. Sehr vereinfacht lässt sich dieser Prozess mit der Prioritätsstufenfolge Mechanik – Hydraulik – Elektronik beschreiben. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass die jeweils „jüngere“ Technologie auch zu einem Leistungszuwachs bei den traditionellen Systemen geführt hat und noch führt. Beispielhaft seien hier optimierte mechanische Kinematiken, Arbeitsgeschwindigkeiten oder Leistungserhöhungen von Ladesystemen durch den Einsatz hydraulischer Proportionalventile oder Load- Sensing- Systeme genannt.

Eine neue Dimension in diesem Prozess eröffnete die rasante Entwicklung elektronischer Komponenten und Systeme. Leistungsfähige Rechner in Verbindung mit entsprechenden Sensoren und elektrischen Aktuatoren ermöglichen heute eine neue Qualität bei Funktionalitäten, Prozesssteuerungs- und Überwachungspotentialen sowie bei Service- und Diagnosemöglichkeiten.

Der Entwicklungsprozess bei elektronischen Systemen im Verlauf von nur 15 Jahren wird an der Generationsfolge der Steuerungen bei Abfallsammelfahrzeugen deutlich.

- 1989: 1. Generation mobilitauglicher Bordcomputer mit konventioneller Signalübertragung zwischen den Aufbaukomponenten bzw. zwischen Aufbau und Fahrgestell; Bedienpult mit funktionsbezogenen Drucktasten. (Bild 1: 1. Generation Bordcomputer)
- 1994: 2. Generation mobilitauglicher Bordcomputer mit gesteigerter Prozessorleistung und erweiterter Funktionalität. Konventionelle Signalübertragung, Be-

dienterminal mit LED-Anzeige und Folientastatur, codierte Fehleranzeige im Bedienterminal. (Bild 2: 2. Generation Bordcomputer, Bedienterminal)

- 1997: Parametrierbarer Sicherheitsbordcomputer. Bedienterminal mit Folientastatur und LCD- Anzeige. Signalaustausch zwischen SBC und Terminal über CAN-BUS (HALLER-LOTUS) (Bild 3: parametrierbarer Sicherheits- Bordcomputer, Bedienterminal)
- 2004: 3. Generation Bordcomputer. On-Board oder über PC parametrierbar, CANopen-fähig (CleANopen). Multifunktionales Bedienterminal mit videofähigem TFT-Grafikdisplay für Rückraumüberwachung, Funktions- und Betriebsdatenanzeige, Klartext-Fehleranzeige etc.. Datenkommunikation mit dem Fahrgestell über CAN-Schnittstelle (wenn vorhanden). Schnittstelle zur externen Datenübertragung. (Bild 4: Bedienterminal 3. Generation Bordcomputer; Bild 5 – Bordcomputer 3. Generation)

Abbildung 1 - 1. Generation Bordcomputer

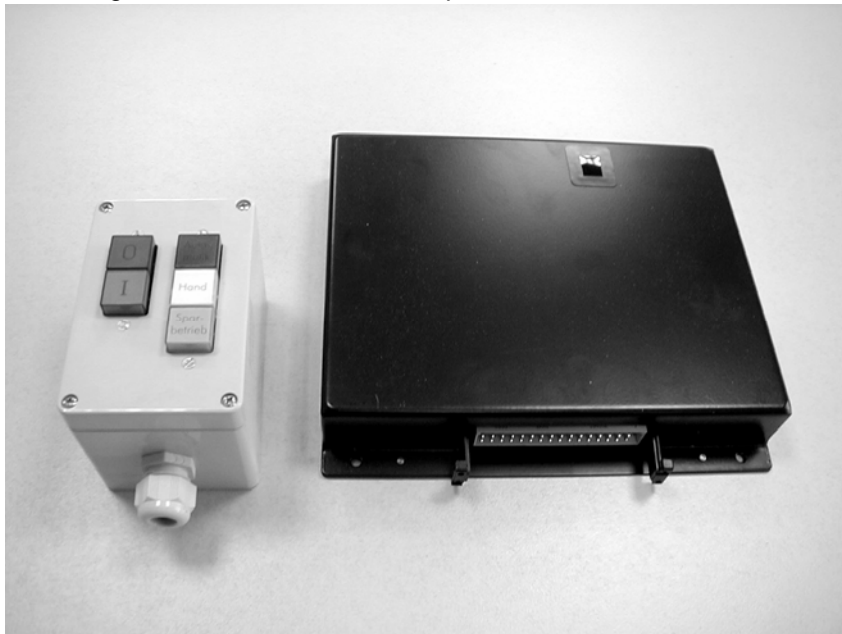


Abbildung 2: 2. Generation Bordcomputer – Bedienterminal



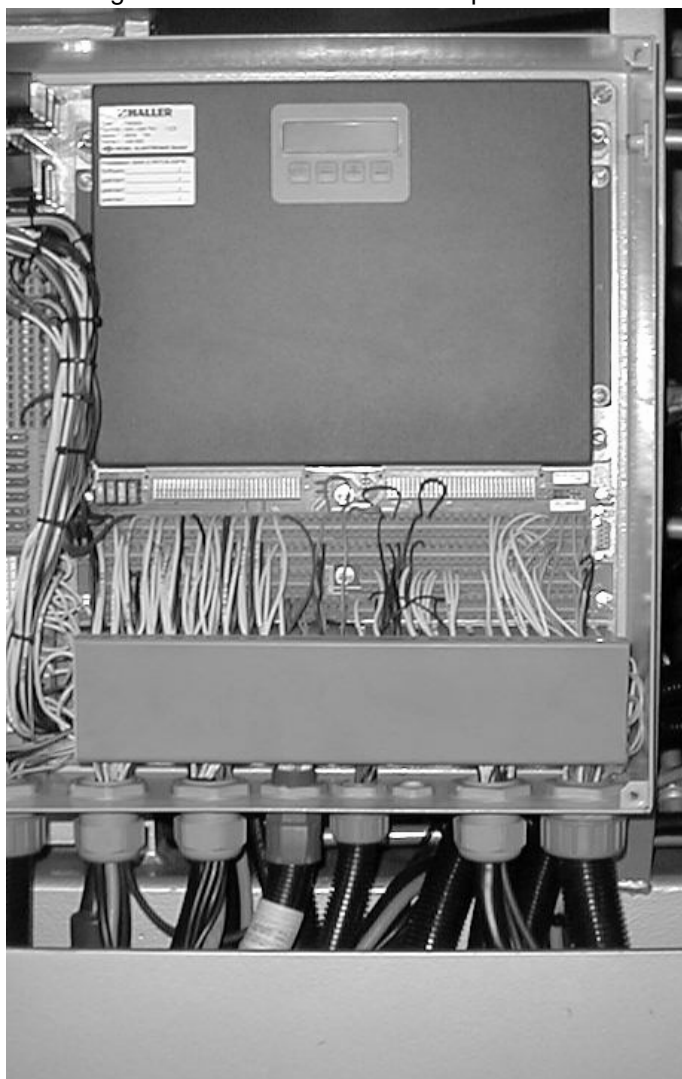
Abbildung 3: Parametrierbarer Sicherheitsbordcomputer - Bedienterminal



Abbildung 4: Bedienterminal 3. Generation Bordcomputer



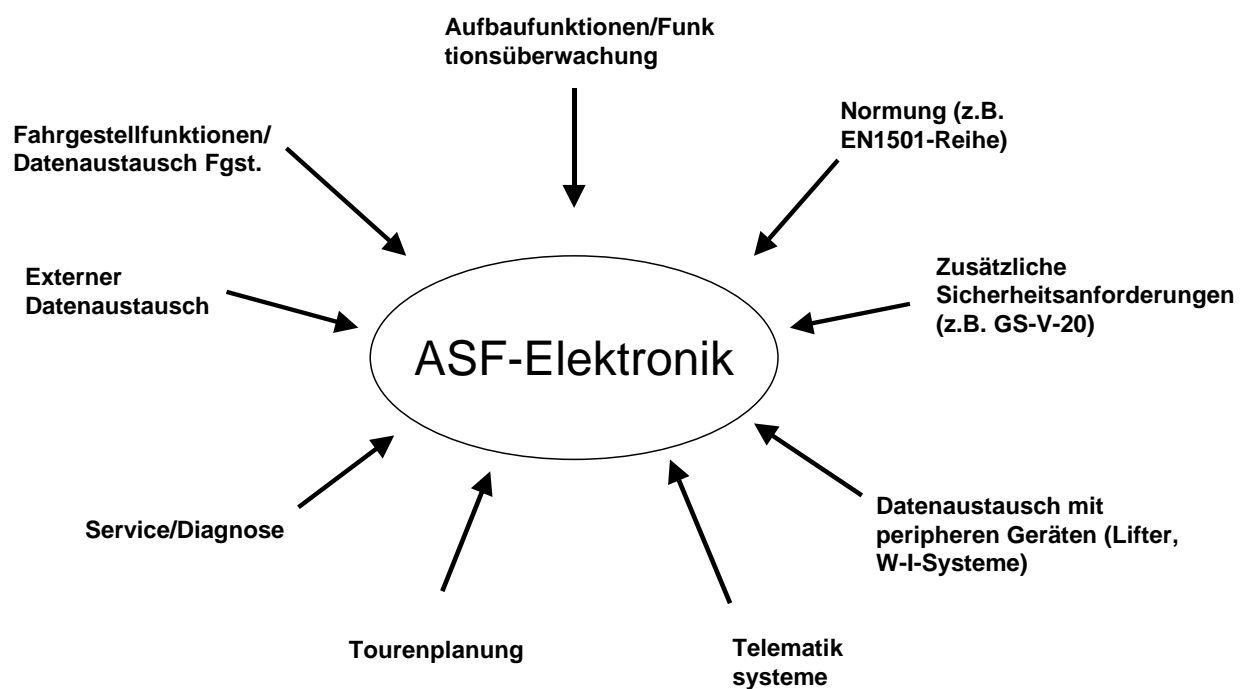
Abbildung 5: 3. Generation Bordcomputer



3 Einflussfaktoren auf die Gestaltung elektronischer Systeme von Kommunalfahrzeugen

Zur Beurteilung elektronischer Systeme von Kommunalfahrzeugen ist die Betrachtung der unterschiedlichen Einflussfaktoren, die für den funktionalen und sicherheitstechnischen Status relevant sind, interessant. Insbesondere der letztgenannte Aspekt hatte mit dem Inkrafttreten der Europäischen Maschinenrichtlinie 1995 und den daraus abgeleiteten Sicherheitsanforderungen erhebliche Auswirkungen auf die Elektroniksysteme vor allem bei Abfallsammelfahrzeugen. Beispielhaft sei hier auf die gesamte Problematik Trittbrettüberwachung/Fahrrestriktionen hingewiesen. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht, welche unterschiedlichen Faktoren die Elektronik-Konfiguration von Abfallsammelfahrzeugen beeinflussen. (Bild 6: Einflussfaktoren auf ASF-Elektronik)

Abbildung 6: Einflussfaktoren auf ASF-Elektronik



Neben den reinen Aufbaufunktionen, sind Anforderungen aus Normenvorgaben, zusätzliche Sicherheitsvorgaben, der Datenaustausch zur Steuerung spezieller Fahrgestellfunktionen, die Kommunikation mit peripheren Komponenten, Service- und Diagnosemöglichkeiten, die Einbindung von Telematiksystemen usw. durch das Elektroniksystem abzudecken.

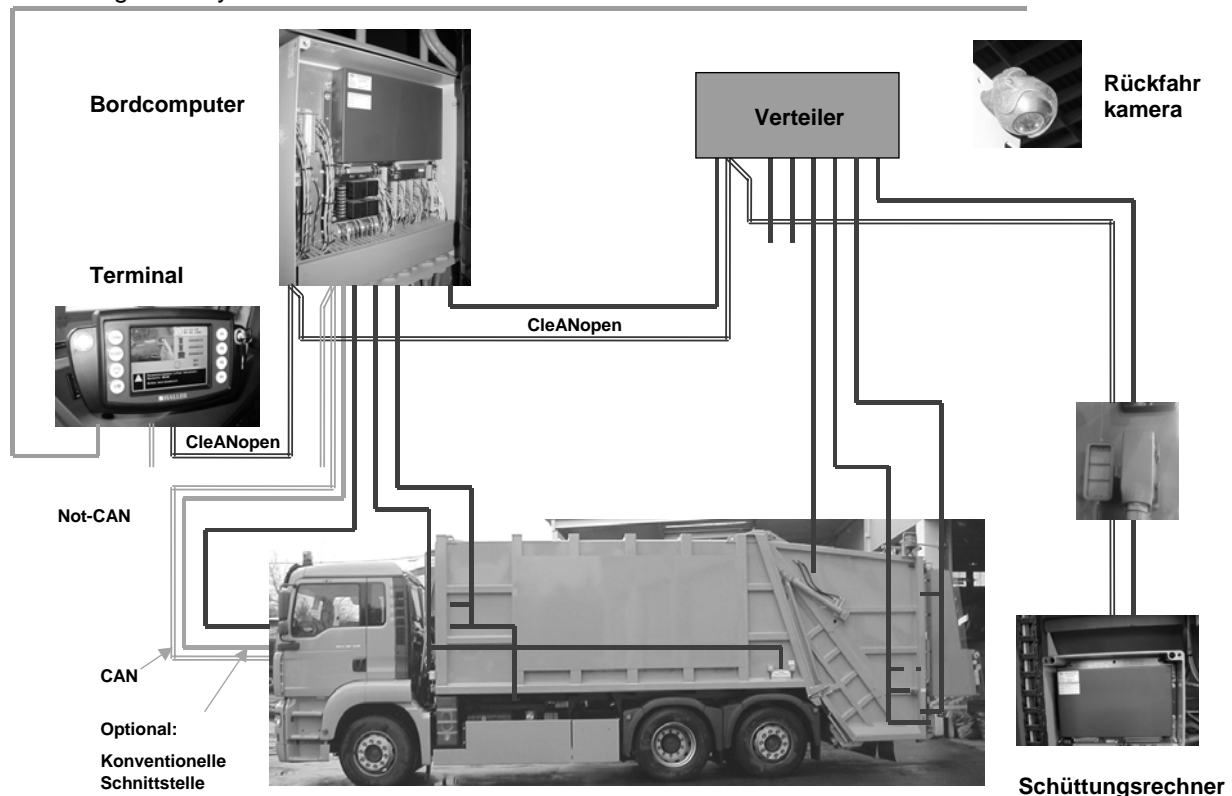
Hierbei wird sehr deutlich, dass ab und an zu vernehmende Kritik an einer elektronischen „Überfrachtung“ moderner Kommunalfahrzeuge zumindest einer relativierten

Betrachtung unterzogen werden sollte, da es zahlreiche objektive Faktoren gibt, zu deren Einhaltung ein bestimmtes Systemlevel erforderlich ist.

4 Elektroniksysteme bei modernen Abfallsammelfahrzeugen

Wie sehen die elektrisch- elektronischen Steuerungssysteme bei modernen Kommunalfahrzeugen zur Zeit aus? Am Beispiel der Systemarchitektur eines Hecklader-Festaufbaues soll eine typische Elektronikkonfiguration der neuesten Generation beschrieben werden. (Bild 7: Systemarchitektur HALLER X2c)

Abbildung 7: Systemarchitektur Hecklader HALLER X2c



Zentrale Einheit ist ein äußerst leistungsfähiger Sicherheitsbordcomputer der 3. Generation, am Aufbau zusammen mit einer Anschlussplatine in einem wasser- und staubdichten Gehäuse montiert. Im Fahrerhaus fungiert ein ergonomisch und funktionell optimiertes Bedienterminal als Mensch- Maschine- Schnittstelle. Neben der konventionellen Signalübertragung gehört zunehmend der Einsatz von BUS-Systemen zum Stand der Technik, so dass „gemischte“ Systemarchitekturen aus konventioneller und BUS- Installation entstehen. Die Kommunikation zwischen Bordrechner und Komponente erfolgt über CAN-Bus oder diskrete Signalleitungen. Bei Vorhandensein einer entsprechenden Schnittstelle ist der Datenaustausch mit dem Fahrgestell ebenfalls über CAN- Bus vorgesehen. Auf die verschiedenen BUS- Systeme sei später näher eingegangen.

Über entsprechende Schnittstellen am Rechner bzw. Terminal ist ein externer Datenaustausch bzw. die Implementierung z.B. vom Telematiksystemen (Ferndiagnose, Tourenplanung etc.) möglich. Eine spezielle Betrachtung dieser Systeme ist aufgrund der Komplexität und Dynamik dieses Bereiches an dieser Stelle nicht möglich. Moderne videofähige TFT- Displays ermöglichen den Verzicht auf separate Monitore zur Rückraumüberwachung.

5 BUS-Systeme

Wie bereits erwähnt, kommen bei modernen Kommunalfahrzeugen zunehmend BUS- Systeme für den Datenaustausch zwischen den unterschiedlichen Aufbaumodulen aber auch zwischen Aufbau und Fahrgestell bzw. Aufbau und Zusatzkomponenten wie Lifter und Wiege-/Identsystemen zum Einsatz. Es ist immer wieder festzustellen, dass die Thematik BUS- Systeme durch ihre Spezifik und eine Vielzahl von nationalen und internationalen Standards für Nichtfachleute nur sehr schwer zu überschauen ist. Nachfolgend seien deshalb die wichtigsten für den Kommunalbereich relevanten Standards kurz zusammengefasst:

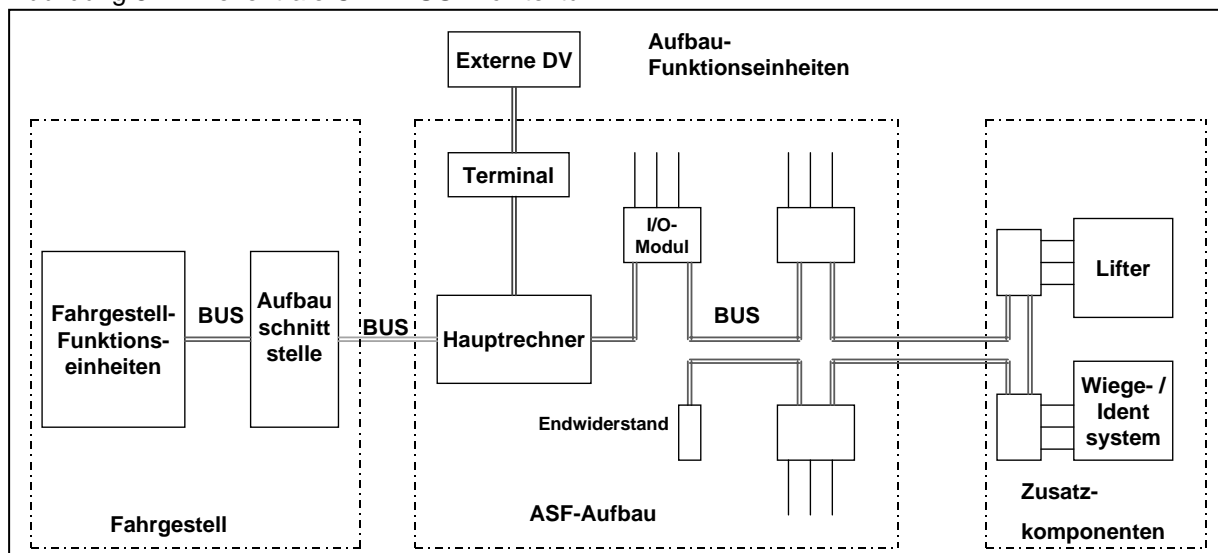
- ISO 11898: „Basisstandard“ für den seriellen Datenbus CAN (Controller Area Network)
- EN 50325-4: CANopen Protokoll; höheres Kommunikationsprotokoll für sog. „eingebettete“ Systeme
- SAE J 1939: für den Nutzfahrzeugbereich standardisierte Protokollauslegung des CAN-Standards ISO 11898; definiert alle für NFZ relevanten Größen bezüglich Übertragungsart, Nachrichtenaufbau und Inhalt
- ISO 11992: CAN-Schnittstelle zur Datenkommunikation zwischen Fahrgestell und Anhänger (Truck-/Trailer-Gateway)
- ISO 11783: „ISOBUS“ – Datenbus zwischen Traktor- Anbaugerät- Bordcomputer (sinnvoll bei ständigem Wechsel von An- oder Aufbaugeräten wie z.B. in der Landwirtschaft üblich)

Betrachtet man den Bereich des Fahrzeugbaus, so ist bei den BUS- Systemen eine eindeutige Dominanz des seriellen CAN- Datenbusses erkennbar. Deshalb soll nachfolgend auf andere Systeme nicht näher eingegangen werden. Als Kommunikationsprotokoll für so genannte „eingebettete Systeme“, das sind Systeme, bei denen die informationsverarbeitenden Einzelkomponenten nicht als solche in Erscheinung treten, sondern Bestandteil eines größeren, sie umgebenden Systems sind, hat sich CANopen etabliert.

5.1 BUS-Systeme in Abfallsammelfahrzeugen

Aufgrund der immer größeren Komplexität des technischen Gesamtsystems Abfallsammelfahrzeug, ist ein intensiver Datenaustausch zwischen den einzelnen Funktionsmodulen für ein reibungsloses Funktionieren des Gesamtsystems erforderlich. Die Funktionsbaugruppen verfügen in der Regel über herstellerspezifische Steuerungssysteme mit jeweils individuellen Signalstrukturen. Ein Datenaustausch über konventionelle Modulvernetzung stößt aus Gründen der Funktionalität, der technischen Beherrschbarkeit und nicht zuletzt aus Kostengründen an die Grenzen der Machbarkeit. BUS-Systeme bieten die Möglichkeit, die verschiedenen Komponenten über eine 2-Draht-Leitung kommunikativ zu vernetzen. Die Anzahl der Komponenten wird minimiert, der Verdrahtungsaufwand sinkt, eine Diagnose über das Gesamtsystem wird möglich, das System wird zuverlässiger. Zwei Beispiele für mögliche BUS-Netzwerkarchitekturen zeigen die folgenden Bilder.

Abbildung 8: Dezentrale CAN-BUS-Architektur



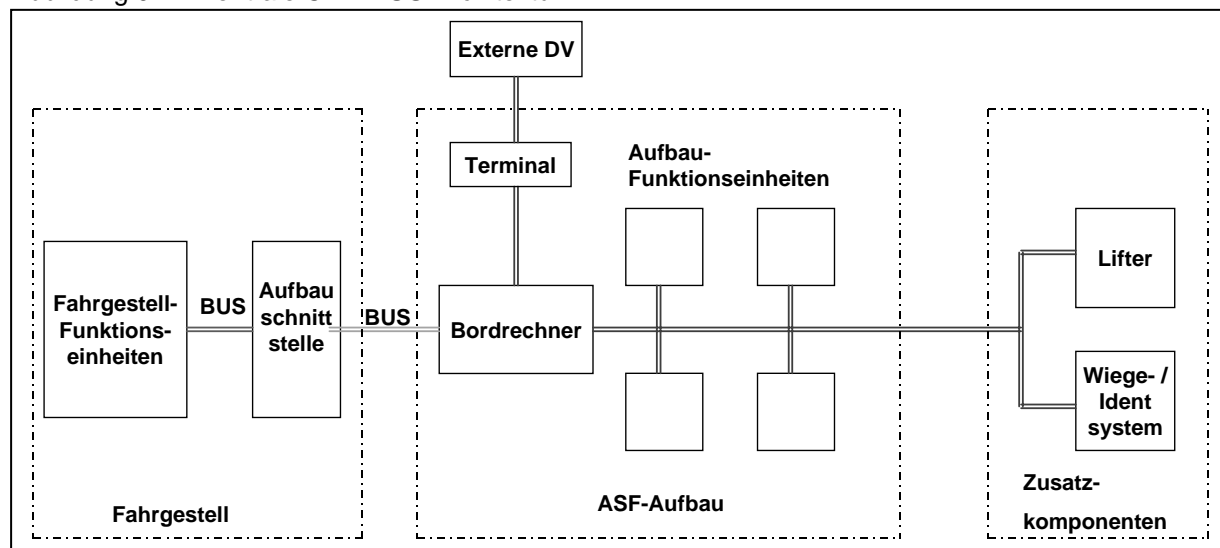
Dezentrales modulares System (Bild 8: Dezentrale CAN-Bus- Architektur)

Bei diesen Systemen ist ein Hauptrechner mit so genannten I/O-Modulen, jeweils separaten Steuerungen, seriell über die CAN-Leitung verbunden. Von den I/O-Modulen gehen die diskreten Signalleitungen zu den Aufbaukomponenten. Sinnvoll sind derartige Architekturen, wenn mit einem Basiskonzept verschiedene Aufbauarten modular konfiguriert oder Erweiterungen vorgenommen werden sollen, zum Beispiel Heck-, Front-, Seitenlader, Kehrfahrzeuge.

Zentrales System (Bild 9: Zentrale CAN-Bus- Architektur)

Vom Bordrechner besteht eine parallele CAN-Verbindung zu den anzusteuern den Komponenten. Der Vorteil dieser Systeme besteht u.a. im einfacheren Aufbau, einer geringeren Anzahl von CAN-Teilnehmern, einer einfacheren Diagnose und Fehler-eingrenzung etc.

Abbildung 9: Zentrale CAN-BUS-Architektur



Vor allem durch die Initiative der privaten Entsorgungswirtschaft, vertreten durch den BDE, wurden konkrete Forderungen zur Schaffung eines einheitlichen Datenbusses formuliert. Der Datenbus sollte modular und offen, d.h. erweiterbar sein. 2002 wurde unter dem Namen BDE/VKS-BUS ein erstes System auf der Basis der RS 485 – Busschnittstelle präsentiert. Aus Sicht der meisten Hersteller von ASF- Aufbauten und Komponentenlieferanten erfüllte dieser BUS jedoch nicht in allen Punkten die hochgesteckten Zielvorgaben der Anwender. Im Herbst 2002 wurde deshalb begonnen, ein künftiges einheitliches BUS- Anwendungsprofil für (im ersten Schritt) Abfallsammelfahrzeuge zu definieren. Unter der Schirmherrschaft des CiA (CAN in Automation) entstand der Kommunaldatenbus CleANopen. Bereits im Juli 2003 erfolgte die Harmonisierung der Spezifikation entsprechend den CANopen- Standards durch den CiA. Zur „ENTSORGA“ 2003 konnte das erste Abfallsammelfahrzeug mit CleANopen präsentiert werden. CleANopen ist sowohl vom BDE, vom VKS als auch vom VAK als einheitliches offenes BUS- Applikationsprofil für Abfallsammel- und perspektivisch auch andere Kommunalfahrzeuge anerkannt worden.

5.2 CleANopen – Merkmale, Ausführungsbeispiel

Was ist CleAN open? CleANopen

- basiert auf CAN als physikalischem BUS
- ist ein Anwendungsprofil des CANopen-Protokolls speziell für Abfallsammelfahrzeuge
- enthält die Definition verschiedener virtueller Geräte (Aufbaukomponenten, Lifter, Wiege- und Ident systeme etc.)
- ist dokumentiert in CiA (CAN in Automation) Work Draft DSP 422 Teil 1-4

Das CleANopen-Netzwerk in einem realen Ausführungsbeispiel, dem HALLER-Hecklader X2i, zeigt das nachfolgende Bild. (Bild10: CleANopen im HALLER X2i). Über die Busleitungen werden alle relevanten Funktions-, Betriebs-, Sicherheits- und Diagnosedaten sowohl zwischen den CleANopen-fähigen aufbauinternen Komponenten Bordcomputer, Bedienterminal und Funktionseinheiten als auch zwischen Aufbau und peripheren Aggregaten wie Lifter und Wäge- oder Identifikationssystemen miteinander vernetzt.

Abbildung 10: CleANopen im HALLER X2i



Bei Vorhandensein einer entsprechenden Schnittstelle, z.B. Truck-Gateway, erfolgt die Aufbau-Fahrgestellkommunikation ebenfalls über CAN-Bus, perspektivisch, falls entsprechende Standardisierungsbemühungen erfolgreich sein sollten, über das erweiterte CleANopen- Profil.

5.3 Praktischer Nutzen CleANopen- fähiger Steuerungen

Im Zusammenhang mit CAN- bzw. CleANopen-fähigen Elektroniksystemen ist natürlich die Frage nach konkreten Nutzeffekten dieser neuen Technologien legitim. Bringt das alles dem Betreiber von zum Beispiel Abfallsammelfahrzeugen einen adäquaten Vorteil? Die Antwort ist ganz klar „Ja“! Mit CAN vernetzte Systeme ermöglichen Funktionalitäten, die bisher nur mit einem enormen Installationsaufwand bzw. gar nicht möglich waren. Beispielhaft seien nur einige Vorteile bzw. Nutzeffekte der CAN-Technologie am bereits in Serie produzierten HALLER-Hecklader X2c aufgeführt:

- optimale Gestaltung des jeweils benötigten Betriebsmodus, ggfs. in Abhängigkeit von der Abfallfraktion (z.B. Zyklusanzahl des Ladewerkes im Multi- Modus)
- Betriebszustands-, Informations- und Fehleranzeige im Klartext auf dem Farb-TFT-Display
- Erfassung und Ausgabe von Leistungsparametern (z.B. Anzahl Behälterleerungen)
- komfortable Diagnosemöglichkeiten aller über CAN-Bus miteinander vernetzten Komponenten am Terminal durch integrierte Diagnosesoftware
- alle derzeitigen und künftigen Vorgaben und Möglichkeiten der DIN EN 1501-1 werden erfüllt (z.B. 5 min- Wartesequenz, Restriktionsüberbrückung ohne Schlüsselschalter, Signalisierung Tritt besetzt bzw. nicht in Transportposition etc.)
- separater Monitor zur Rückraumüberwachung entfällt
- Funktionserweiterung durch erhebliche Leistungsreserven des Sicherheitsbordcomputers (z.B. zusätzliche Überwachung ausgewählter Parameter wie Drücke, Füllstände, Temperaturen; druckabhängige Verdichtungssteuerung usw.)
- Ferndiagnose i.V. mit GSM-Modem

6 Schnittstellen

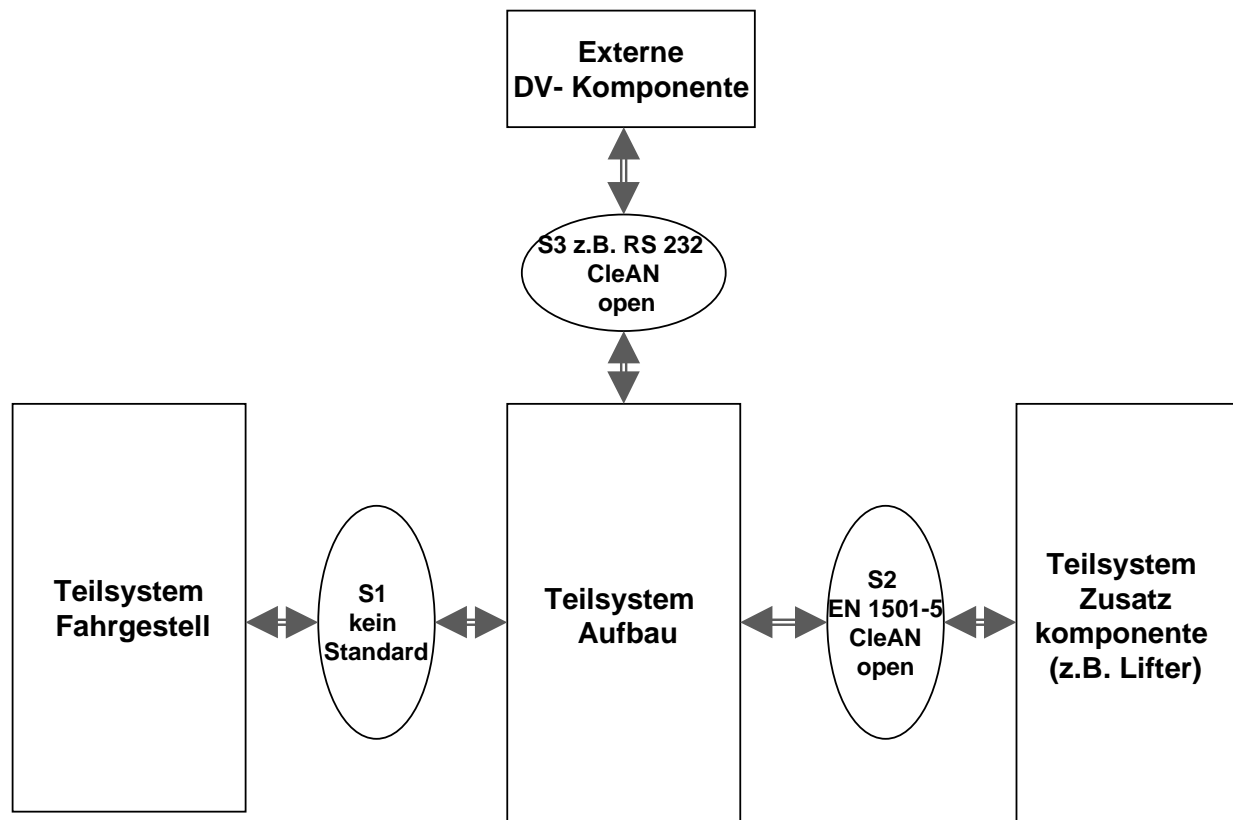
Bilden mehrere technische Teilsysteme ein Gesamtsystem, ist für dessen ordnungsgemäße Funktion eine reibungslose Kommunikation zwischen den Teilsystemen erforderlich. Dieser Kommunikationsaustausch erfolgt über Schnittstellen. Schnittstellen sind definiert als Verbindungsstellen miteinander in Beziehung stehender Systeme, die zum Daten- und Informationsaustausch zwischen diesen Systemen zur Herstellung der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems dienen. Schnittstellen sollten für eine reibungslose Kommunikation hinsichtlich Anordnung, mechanischer Ausführung und Datenübertragung genormt sein.

Im Falle von Abfallsammelfahrzeugen sind die miteinander in Beziehung stehenden Hauptkomponenten das Fahrgestell, der ASF-Aufbau und ggfs. Zusatzkomponenten wie Lifter. Im weiteren Sinne können externe DV- Systeme ebenfalls als Systemkomponente betrachtet werden. (Bild 11: Schnittstellen im ASF-Gesamtsystem)

Der derzeitige Status der Schnittstellen ist bezüglich der o.g. Kriterien sehr unterschiedlich. Für die Schnittstelle S1 Aufbau-Fahrgestell existiert zurzeit kein Standard. Die Schnittstellengestaltung ist herstellerspezifisch. Alle Fahrgestelle bieten eine konventionelle Signalübertragung, d.h. über diskrete Klemmen. Optional ist bei einigen Fahrgestellherstellern eine CAN-Schnittstelle verfügbar, Tendenz steigend.

Für die Ausführung der Schnittstellen Aufbau- Lifter (S2) und Aufbau – externe DV-Systeme (S3) liegen standardisierte Lösungen vor bzw. laufen entsprechende Normungsvorhaben. So wird die Aufbau-Lifter-Schnittstelle in pr EN 1501-5 hinsichtlich Ausführung, Anordnung und Klemmenbelegung standardisiert werden. Über zwei 16-polige Steckdosen ist sowohl ein konventioneller als auch ein Datenaustausch über CAN z.B. CleANopen möglich.

Abbildung 11: Schnittstellen im ASF- Gesamtsystem



Der externe Datenaustausch läuft in der Regel über RS 232. Wie bereits oben angedeutet, stellt sich am problematischsten derzeit die Situation bei einer einheitlichen Aufbau- Fahrgestell-Schnittstelle dar. Die gegenwärtige Situation ist gekennzeichnet durch mehrere parallel laufende Aktivitäten. Beispielhaft seien hier aufgeführt:

- CEN/TC 183/WG 2 PWG 5: Projekt „Interface Chassis – Bodywork“
- CiA (CAN in Automation): DSP 413 „Device Profile for Truck Gateways“; Part 5 „Application Objects for Superstructure“
- AG CleANopen: Signalspezifizierung der für ASF-Aufbauten erforderlichen Fahrgestellinformationen zur Schaffung einer „plug and play“- Lösung für mit CleANopen ausgerüstete Aufbauten
- FMS-Standard: „Fleet Management System“; einheitliche Schnittstelle zum Fahrgestell-CAN zur Datenübertragung und -auswertung mittels Telematik-

systemen; Arbeitsgruppe „Heavy Truck Electronic Interface Group“ unter dem Dach der ACEA.

Allein die Aufzählung dieser gleichzeitig laufenden und sich z.T. inhaltlich überschneidenden Vorhaben lässt bei realistischer Beurteilung der Realisierungswahrscheinlichkeit für eine Normschnittstelle ASF-Aufbau – Fahrgestell ein erhebliches Maß an Skepsis angebracht sein! Nach subjektiver Einschätzung des Verfassers wird es kurzfristig hierzu keine Lösung geben.

7 Normung

Wie Anfangs bereits erläutert, stellen technische Vorgaben aus Normen einen wesentlichen Einflussfaktor auf die Ausbildung von Elektroniksystemen bei Kommunalfahrzeugen dar. Insbesondere die Normenreihe EN 1501 beinhaltet zum Teil sehr umfangreiche Forderungen bzgl. Funktionalitäten, Sicherheitsschaltungen, Sicherheitskategorien von Steuerungen etc. Der gegenwärtige Status dieser Normenreihe sieht wie folgt aus:

- Teil 1: Hecklader – rechtskräftig; Änderungen September 2004 u.a. bezüglich Trittbrettüberwachungseinrichtungen; Überarbeitung 2005
- Teil 2: Seitenlader – Schlussentwurf; formelle Abstimmung Anfang 2005 – angenommen
- Teil 3: Frontlader – Umfrage zum Entwurf 2004 abgeschlossen; Vorbereitung des Schlussentwurfes
- Teil 4: Geräuschmessung für Abfallsammelfahrzeuge – Entwurf; inhaltliche Überarbeitung erforderlich
- Teil 5: Schüttungen (für alle ASF- Bauarten) – Arbeitsdokument; Umfrage März 2005
- Teil 6: EMV – perspektivisch vorgesehen

Die Normen der Reihe EN 1501 sind ihrem Charakter nach in erster Linie keine Funktionalitätsvorgaben mehr sondern äußerst umfangreiche Sicherheitsnormen. Bereits zu Beginn wurden die (neuen) Vorgaben für die Trittbrettüberwachung bzw. Restriktionsüberbrückung bei Heckladern genannt. Allein diese Thematik gab seit 1995 immer wieder Anlass zu sehr kontroversen Auseinandersetzungen zwischen Aufsicht führenden Behörden, Aufbau- und Komponentenherstellern und Fahrzeugbetreibern sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene.

Bei der z.Zt. gültigen DIN EN 1501-1 (Heckladernorm) umfasst allein der Abschnitt Sicherheitseinrichtungen 12 Seiten! Ein Blick auf die weiteren normativen Verweisungen bezüglich der Ausführung elektrischer/elektronischer Systeme verdeutlicht den Einflussgrad der Normung auf die Systemauslegung bei Kommunalfahrzeugen.

Die Anforderungen betreffen sowohl die reinen Aufbaufunktionen als auch Funktionszusammenhänge zwischen Aufbau und Fahrgestell (z.B. Bremsenansteuerung bei Rückfahrtstopp, Geschwindigkeitsbegrenzung, Limitierung der Bremsverzögerung) bzw. zwischen Aufbau und Lifter.

8 Fazit, Perspektiven, Risiken

Die Entwicklung der elektronischen Systeme von Kommunalfahrzeugen ist in den letzten 10 Jahren in einem enormen Tempo vonstatten gegangen. Zahlreiche z.T. immer neue Einflussfaktoren führen zu einer immer größeren Komplexität des Gesamtsystems Kommunalfahrzeug. Neue Technologien wie BUS- Systeme oder Telematiktechniken werden in relativ kurzer Zeit zum Standard gehören. Drahtloser Datenaustausch, Ferndiagnose oder Navigationssysteme werden ebenfalls, zumindest optional, angeboten werden müssen.

Die Realisierung der reinen Grundfunktion, zum Beispiel bei Abfallsammelfahrzeugen das Müllsammeln, beansprucht künftig nur einen geringen Teil des Funktionsumfangs von Aufbausteuerungen. Sicherheitsfunktionen, Prozessüberwachung, Diagnose, Service, Datenaustausch dominieren mittlerweile bereits jetzt die Rechnerarchitekturen.

Die steigende Komplexität elektronischer Systeme birgt neben den enormen Möglichkeiten aber auch eine Reihe von Risiken. War es in der Vergangenheit möglich, bei Funktionsstörungen z.B. in mechanischen, hydraulischen oder elektrischen Systemen zwischen Ursache und Wirkung einen kausalen Zusammenhang herzustellen, ist dies bei elektronischen Systemen aufgrund der enormen Menge an quasi zeitgleich ablaufenden Operationen nicht mehr möglich.

Damit besteht immer ein latentes Fehlerpotential bereits im Teilsystem elektronische Komponente, was sich aufgrund des hohen Komplexitätsgrades bei Gesamtsystemen noch multipliziert. Ein zusätzliches Risiko entsteht dann, wenn Teilsysteme unterschiedlicher Hersteller, vor allem wenn diese auf unterschiedlichen Softwaregrundlagen basieren, miteinander in Kommunikation treten müssen. Zwar nicht aus dem Bereich Kommunaltechnik aber trotzdem ein sehr eindrucksvolles Beispiel für die beschriebene Problematik ist der missglückte Erststart der ARIANE 5. Ein in der ARIANE 4 immer reibungslos funktionierendes winziges Steuermodul hat in Verbindung mit der ARIANE 5-Software eine Fehlfunktion ausgelöst und zum Absturz geführt wodurch sich Milliarden an Entwicklungsgeldern buchstäblich in Rauch aufgelöst haben.

Hier zeigt sich sehr eindrucksvoll, welche enorme Verantwortung bei den Entwicklungsabteilungen aller am Entstehungsprozess von komplexen Produkten, zu denen

Kommunalfahrzeuge zweifellos gehören, beteiligten Hersteller liegt. Allein schon die Minimierung dieser latenten Funktionsrisiken begründet die Forderung nach standardisierten Kommunikationsprotokollen und Systemschnittstellen. Jedem, ob Hersteller oder Betreiber von Kommunaltechnik, muss klar sein, dass ein Maximum an Funktionalität nicht zwangsläufig ein Optimum an Funktionsfähigkeit bedeutet.

Nicht alles was machbar ist, ist auch sinnvoll! Siehe die Ankündigung eines sehr namhaften Herstellers von Automobilen der oberen Preiskategorie, aus den Softwarepaketen seiner Fahrzeuge über 600 Funktionen zu eliminieren um die Systeme zu stabilisieren. Weniger ist eben manchmal mehr! Einen optimalen Ausstattungsumfang bei elektronischen Systemen von Kommunalfahrzeugen zu finden, kann deshalb nur im engen Dialog von Betreibern, Aufbauherstellern, Fahrgestellproduzenten und Sicherheitsgremien gelingen.

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Auswirkungen der Autobahn-Maut
auf die Kalkulation und Distribution
von Nahverkehrstransporten**

Manfred Fischer
Manfred Fischer Containerdienst und Transporte

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Ausgangssituation

Auf der Grundlage der Richtlinie der Europäischen Union 93/89/EWG vom 25. August 1993 wurde für alle Lastkraftwagen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 12 t, die für den Güter- und Abfalltransport in den Verbundstaaten Deutschland, Belgien, Niederlande, Luxemburg, Dänemark und Schweden auf Autobahnen unterwegs waren, eine Gebührenpflicht festgelegt.

Am 1. Januar 1995 wurde das zeitabhängige Eurovignettensystem bei uns eingeführt und nach acht Jahren und acht Monaten wegen Einführung des Maut-Systems Ende August 2003 beendet. Das kilometergenaue Maut-System von Toll Collect konnte aber wegen zu großen Fehlern nicht eingeführt werden. Erst am 1.1.2005 ist das Maut-System dann eingeführt worden. Bis dahin wurde auf deutschen Autobahnen keine Gebühr erhoben.

Bis zur geplanten Einführung der Autobahn-Maut für Lkws am 31. August 2003 mussten Lkws, die eine Autobahn benutzen wollten, eine Eurovignette erwerben. Dieses zeitbezogene System der Eurovignette wurde mit der Einführung der Autobahn-Maut durch ein streckenbezogenes System mit kilometergenauer Abrechnung ersetzt. In den anderen Verbundstaaten (Belgien, Niederlande, Luxemburg, Dänemark und Schweden) gilt auch nach dem 1. Januar 2005 weiterhin die Eurovignettenpflicht.

2 Kalkulation und Distribution von Transportkosten mit der Eurovignette

Die Eurovignette wurde in der Regel gegen eine Jahresgebühr erworben. Zum Beispiel von der Straßen-Verkehrs-Genossenschaft (SVG). Nach Ablauf eines Jahres versandt die SVG eine Liste, in der alle Lastkraftwagen aufgelistet waren, für die eine Vignette gekauft wurde. Diese Liste konnte durch neue Lastkraftwagen ergänzt bzw. Positionen gestrichen werden und man bekam die neuen Vignetten zugesendet. Der Zeitaufwand für diesen Vorgang war nur gering.

Die Jahreseurovignette kostete für Euro II 1.250 €, für Euro I 1.400 € und für Euro 0 1.550 € pro Lkw. Die Jahresgebühr der Eurovignette war bei gleichzeitiger Kraftfahrzeugsteuerentlastung kostenneutral. Daher mussten bei den Kalkulationen von Frachtpreisen die Gebühren für die Vignetten nicht berücksichtigt werden.

Eine Eurovignette konnte auch für einzelne Tage, Wochen und Monate an ausgewählten Tankstellen erworben werden. Die Kosten für eine Tagesvignette lag bei 8 Euro pro Tag für alle Fahrzeugkombinationen. Da die Eurovignette zeitabhängig war, musste auch für eine kurze Autobahnstrecke eine Vignette erworben werden. Eine Umfahrung der Autobahnen kam daher vor.

3 Kalkulation und Distribution von Transportkosten mit BAB-Maut

Die Bundesautobahnmaut (BAB-Maut) ist im Gegensatz zur Eurovignette ein streckenbezogenes System mit kilometergenauer Abrechnung und gilt für Fahrzeuge oder Fahrzeugkombinationen ab 12 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht. Die Maut richtet sich nach BAB-Strecke, Achsenzahl und Emissionsklasse (Tabelle 1). Ausgenommen von dieser Regelung sind Busse.

Tabelle 1 Lkw-Mautsätze

Achsen	EURO 0 – I	EURO II - III	EURO IV -V
bis 3	0,13 €/km	0,11 €/km	0,09 €/km
mehr als 4	0,14 €/km	0,12 €/km	0,10 €/km

Die Transportfirmen bzw. Lkw-Fahrer haben zwei Möglichkeiten, ihre mautpflichtigen Strecken zu buchen:

- Automatisches System (Abbildung 1)
- Manuelles System (Abbildung 2)

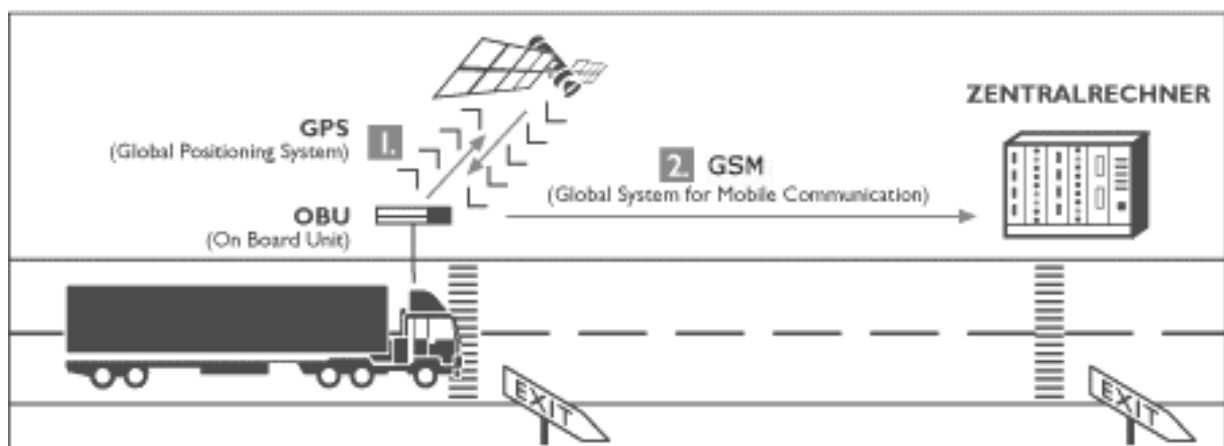


Abbildung 1 Automatisches System

Beim automatischen System (Abbildung 1) werden im Fahrzeug On Board Units (OBU) eingebaut (Abbildung 3). Nach der Eingabe der Fahrzeugdaten in die OBU durch den Fahrer werden diese Daten und die Fahrtstrecke des Lkw erfasst und per Global Positioning System (GPS) bzw. Global System for Mobile Communication (GSM) an einen Zentralrechner der Fa. Toll Collect übermittelt.

Vor Fahrtbeginn muss der Fahrer des Lkws folgende Eingaben vornehmen:

- PIN-Nummer
- Gesamtgewicht des Lkws
- Achszahl des Lkws
- Kostenstelle

Beim manuellen System (Abbildung 2) können die Fahrtstrecken per Zahlstellen-Terminal z.B. in ausgesuchten Tankstellen oder Online über Internet gebucht werden. Dabei müssen folgende Angaben erfolgen:

- KFZ-Kennzeichen
- Achszahl des Lkws
- Autobahnauf- und -abfahrt

Für registrierte Firmen ist auch die Buchung über Internet möglich.

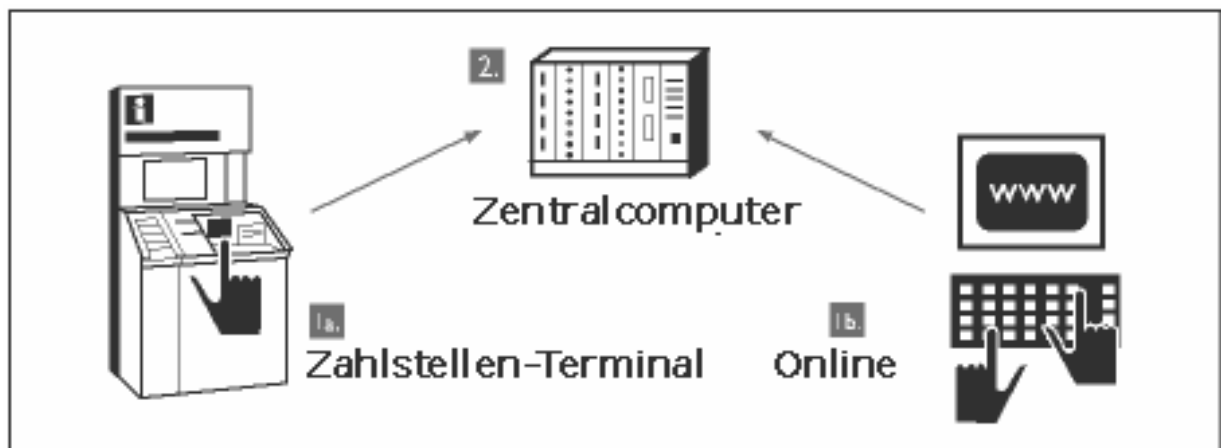


Abbildung 2 Manuelles System

Bei Anwendung einer OBU ist es notwendig, dass der Lkw-Fahrer jede mautpflichtige Strecke separat auflistet, damit der Transportunternehmer später anhand dieser Aufzeichnungen eine Kontrolle der Abrechnungslisten von Toll Collect vornehmen kann.



Abbildung 3 On Board Unit (OBU)

Die OBUs werden von Toll Collect gestellt. Die Kosten von ca. 300 € für den Einbau tragen die Transportunternehmen. Bevor dieses allerdings geschehen kann, müssen Transportunternehmen die Fahrzeuge registrieren lassen und ihre Jahreskilometerleistung auf den Bundesautobahnen abschätzen und sich für diesen Betrag eine Bankbürgschaft geben lassen.

Laut Rechenbeispiel der Bundesregierung werden bei einer durchschnittlichen Mauthöhe von 12,4 Cent/km für einen 40-Tonner bei gefahrenen 100.000 BAB-km jährlich

12.400 € netto fällig, eine entsprechende Bankbürgschaft muss für alle eingesetzten Fahrzeuge erbracht werden.

Da der Einbau der OBUs ca. vier Stunden dauert, muss davon ausgegangen werden, dass der Lkw an diesem Tag nicht mehr eingesetzt werden kann. Daraus ergibt sich ein Tagesumsatzverlust pro Lkw von ca. 400 €. Bei defekten OBUs trägt ebenfalls der Transportunternehmer den Umsatzverlust. Defekte Geräte sind keine Einzelfälle. Laut Toll Collect geht man davon aus, dass die Elektronik der OBUs durch andere elektronische Geräte, wie z.B. Betriebs-Funk, CB-Funk, Antennen etc., beschädigt wird, dann muss der Unternehmer auch die Gerätereparatur bezahlen.

Die von den OBUs erfassten Gebühren werden an einen Zentralrechner der Fa. Toll Collect übermittelt. Diese versenden monatlich Auflistungen an die Unternehmen. Die Auflistungen enthalten unter anderem folgende Daten über die mautpflichtigen Fahrten:

- Kfz-Kennzeichen, Achszahl
- Datum und Uhrzeit der mautpflichtigen Fahrt
- Entfernung und benutzte BAB
- Mautkosten
- Kostenstelle

Der Transportunternehmer muss diese Listen den Aufzeichnungen der Lkw-Fahrer gegenüberstellen und prüfen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Überprüfung pro Fahrzeug eine Stunde pro Woche in Anspruch nimmt. Bisher ergaben Überprüfungen aber nur geringe Differenzen. Diese Beträge können beanstandet werden. Die Stornogebühr beträgt aber 18 €

Hierzu ein Beispiel: Ein Transportunternehmer besitzt 10 Lkws. Für die Überprüfung der Mautgebühr benötigt eine Büroangestellte 40 h/Monat. Bei einem Stundensatz von 23 €/h fallen Kosten für die Überprüfung von 920 €/Monat an.

Da momentan aber noch keine ausreichenden Erfahrungen mit der Abrechnungsgenauigkeit der Mautgebührenlisten besteht, muss dieser Verwaltungsaufwand betrieben werden. Ziel muss es allerdings sein, diese Kosten langfristig zu senken. Denn bei Transportkostenkalkulationen müssen diese Verwaltungskosten berücksichtigt werden. Zurzeit ist es Praxis, dass dem Kunden die reine Mautgebühr auf einer Rechnung separat ausgewiesen wird. Die meisten Kunden sind aber nicht bereit, die Verwaltungskosten zu bezahlen.

Ein Umfahren der Autobahn führt aber in den meisten Fällen zu einer Transportkosten-Erhöhung. Hierzu folgendes Beispiel: Transport von Kassel-Niederzwehren nach Borken

	Transport mit Nutzung der Autobahn	Transport ohne Nutzung der Autobahn
Gesamtentfernung (Hin- und Rückfahrt)	76 km	78 km
Mautpflichtige Strecke	62 km	0 km
Fahrtzeit	90 Minuten	210 Minuten
Fahrzeugkosten	60 €/h	60 €/h
Transportkosten	60 €/h x 1,5 h = 90 €	60 €/h x 2,5 h = 150 €
Mautkosten	62 km x 0,124 €/km = 7,69 €	0 €
Gesamtkosten	97,69 €	150 €

Die Gesamtkosten für den Transport mit Nutzung der Autobahn liegen 52,31 € (ca. 35 %) niedriger, als wenn der Transport ohne Nutzung der Autobahn stattfindet. Eine Vermeidung von Autobahnfahrten ist in der Regel unter wirtschaftlichen Aspekten nicht sinnvoll. Die Nutzung von Ausweichstrecken, beispielsweise über Bundesstraßen, ist nur wirtschaftlich, wenn diese Strecken kürzere Zeit in Anspruch nehmen. Diese Strecken wurden in der Regel vor Einführung der Autobahn-Maut auch schon regelmäßig von Lkws genutzt (Beispiele: B3 Borken-Marburg, B7 Kassel-Eisenach). Diese Strecken leiden aber schon seit Jahren unter sehr hohem Verkehrsaufkommen und deshalb werden oder sollen neue Autobahnen (A 49 und A 44) diese Strecken entlasten.

Momentan findet eine regelrechte Treibjagd auf Lkws statt. Unterstellt wird, dass alle nur die Maut einsparen wollen. Bisher liegen aber keine Untersuchungen vor für Fahrzeuge, die zum regionalen Zulieferverkehr gehören. Ca. 50% der mautpflichtigen Lastkraftwagen sind mit OBUs ausgestattet. Die Buchungen der mautpflichtigen Strecken an den Terminals liegen unter 5 % und per Internet unter 3%. Demnach nutzen 42 % der Lkw keine Autobahnen, befahren Ausweichstrecken oder fahren auf der Autobahn, ohne die Mautgebühren bezahlt zu haben.

4 Berechnungsbeispiele: Vergleich der Kosten für Eurovignette und BAB-Maut

In dem folgenden Beispiel soll gezeigt werden, welche Kosten zum einen bei der Eurovignette anfielen und welche Kosten bei der Autobahnmaut zu entrichten sind. Die Verwaltungskosten wurden in diesem Beispiel nicht berücksichtigt.

- Gesamtstrecke: 250 km
- Autobahn: 200 km
- Fahrzeug: Sattelzug (5-Achser)
- Schadstoffklasse: EURO 0

- Kosten Jahreseurovignette: $1.550 \text{ €/a} / 12 \text{ Monate} / 20 \text{ AT} = 6,46 \text{ €}$
- Kosten Tages-Eurovignette: 8 €
- Kosten Autobahnmaut: $200 \text{ km} \times 0,14 \text{ €/km} = 28,00 \text{ €}$
- Differenz: 20 € Mautkostenerhöhung 250%

5 Ausblick

In Zukunft wird es dazu kommen, dass in die Kalkulation der Transportkosten die Autobahnmautkosten mit eingerechnet und in den Rechnungen nicht mehr separat ausgewiesen werden. Die Kalkulation und Distribution der Transporte werden auch in Zukunft unter ökonomischen Aspekten durchgeführt werden müssen. Eine Einführung der Mautpflicht auf Bundesstraßen wird in einigen Fällen eine Verkehrsentslastung bringen, in anderen Fällen werden keine Veränderungen eintreten, weil keine anderen Alternativstrecken über Autobahnen vorhanden sind.

Untersucht werden muss noch, welche Strecken 42 % der Lkws benutzen, die weder ein OBU im Fahrzeug haben noch per Terminal oder Internet Mautgebühren entrichten.

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Auswirkungen des Lkw-Maut-Systems
auf Vermarktung und Distribution von Abfällen**

Prof. Dr. Karlheinz Scheffold
FH Bingen

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

Zusammenfassung

Die Einführung einer kilometerabhängigen Autobahnbenutzungsgebühr ist nach 17-monatiger Verspätung Realität. In der Vorphase wurden Prognosen zur Auswirkung der Maut erstellt. Insgesamt erwartet der Bund Einnahmen von ca. 2,6 Mrd. Euro/a. Ein Berechnungsmodell erlaubt die Abschätzung des Logistikaufwandes in Deutschland. Die kommunale Entsorgungswirtschaft sollte anfänglich durch die Maut für die Logistikstruktur 2001 mit ca. 9,7 Mio. Euro jährlich belastet werden. Stärker betroffen sind gewerbliche Verwertungs- und Entsorgungsströme mit ca. 13,7 Mio. Euro. Die Maut schlägt beim Transport je nach Entfernung mit 0 bis 5 EUR/t Abfall bzw. 0,28 EUR/E/a zu Buche. Die erarbeiteten Daten dienen als Vergleichsvariante für die „historische Phase vor 2005“.

1 Das Lkw-Maut-System

1.1 Grundidee

Der Autobahnnutzer hat dem System die zu fahrende Strecke (a) vor Fahrantritt mitzuteilen oder (b) mit OBU angelt sich das System automatisch von Abfahrt zu Abfahrt. Mittels GPS ermittelt die OBU, ob sich das Fahrzeug auf einer Autobahn und zwischen welchen beiden Knoten es sich bewegt. Mittels GPRS werden die Daten an TOLL COLLECT für die Abrechnung übertragen. Damit die Nutzer auch bezahlen, bedarf es eines umfassenden Abschreckungs- und Kontrollsystems. Dazu wurden ca. 300 Mautbrücken erstellt und die BGA beschäftigt etwa 535 Mautkontrolleure in 300 Kontrollfahrzeugen. An den Kontrollbrücken erfolgt die Kommunikation mittels Mikrowellen. Die Systemkosten sind mit ca. 600 Mio. Euro/a bezogen auf das erwartete Mautaufkommen von 2,6 Mrd. Euro mit 23 % hoch. Auf alle Deutschen umgelegt, entsteht eine Belastung von weniger als 32 Euro pro Kopf und Jahr. Zum Vergleich: beinahe soviel wie die kommunale Entsorgungslogistik kostet (3 Mrd. EUR/a).

1.2 Auswirkung auf die Logistikdienstleister

Die Fuhrparkbetreiber haben Vorlaufkosten um sich auf das neue System einzustellen, laufende Kosten zur Kontrolle der Mautabrechnung und für die Weitergabe diese Kosten an die Auftraggeber, aber auch die Fahrzeugkosten werden beeinflusst. Die Logistiker sind sich einig, dass diese Mehrkosten von den Kunden zu tragen sind und versuchen diese in Rechnung zu stellen. Die meisten deutschen Entsorger haben für alle Fahrzeuge die auf Autobahnen verkehren in der Regel OBUs einbauen lassen, so dass Anfahrt- und Wartezeiten für Mautterminals oder die Anmeldung über Internet entfallen. Ein Aufschlag von 5,9 % und maximal 14,5 % auf die direkten Mautkosten ist durchaus zu rechtfertigen. Inwieweit ein solcher Aufschlag am Markt durchzu-

setzen ist, bleibt abzuwarten. Der Deutsche Speditions- und Logistikverband e.V. erwartet beim Gütertransport mautverursachte Direktkosten von 10 – 15 % und für indirekte Kosten ca. 3 %. [1]

1.3 Auswirkung auf die Auftraggeber

Die Auftraggeber von Logistikdienstleistungen erhalten inzwischen die ersten Auflistungen zur Erstattung der „Mautkosten“. In manchen Fällen sind diese dann verglichen mit einer Nachkalkulation unerwartet hoch. So werden beispielsweise bei einer Entfernung von 27 km vom Lieferanten über die Autobahn 27,50 Euro gefordert. ($0,12 \text{ EUR/km} \times 27 \text{ km} = 3,24 \text{ Euro}$)! Offensichtlich ist, dass die Einführung der Maut zur Überwälzung von Kosten genutzt wird und von den Kunden eine kritische Rechnungskontrolle erfordert.

Im Rahmen von kommunalen Logistikverträgen kann je nach deren Gestaltung eine Erstattung der Mautkosten angemessen sein. Mittels Map & Guide und ähnlichen GIS-Systemen können diese sehr einfach ermittelt werden. Solche Programme gehören zum Standardwerkzeug der Logistiker, weniger zu dem der Kunden. Wer mehr als 10.000 tkm/a Frachtaufkommen hat, sollte ein solches Program anschaffen und nutzen.

2 Die Transportleistung in der Entsorgung

2.1 Übersicht

Der Entsorgungsmarkt ist in den kommunalen Bereich mit seinem Anschluss- und Benutzungszwang und in den gewerblichen Bereich mit seinen vielfältigen Dienstleistungssegmenten zu unterscheiden. Eine Einschätzung der Segmente erlaubt die Tabelle 1 auf Basis der entsorgten und verwerteten Mengen. Verglichen mit dem Güteraufkommen und der damit verbundenen Beförderungsleistung von ca. 379 Mrd. tkm/a ist diejenige im Entsorgungsbereich noch gering und hat einen Anteil von unter 2 Prozent.

2.2 Modell zur Berechnung der TL kommunale Entsorgung

Die Zielgrößen des Berechnungsmodells sind: Sammelstrecke, Transportstrecke, mautpflichtige Strecken, Fahrzeugeinsatztage, Dieserverbrauch, Kohlendioxidemissionen, Logistikkosten und Mautkosten. Diese abhängigen Größen werden von unabhängigen Variablen wie: Gebietsstruktur, Einwohnerzahl, Abfallaufkommen, Abfallwirtschafts-/Gebührenkonzeption, Anlagenstandorte u.ä. beeinflusst.

Tabelle 1: Abfallmengen im Jahr 2001 gemäß Stat. Bundesamt

Abfall-Aufkommen Deutschland 2001					
beseitigt	verwertet	gesamt	82Mio. E		
133.246	+ 261.975	= 395.221	kt/a		

	Hausabfälle	Andere Siedlungsabfälle	Produktion & Gewerbe	Bau- u. Abbruch	Bergematerial
	36.259	13.112	53.003	243.660	49.187
zur Beseitigung	17.131	7.130	19.115	28.389	49.187
zur Verwertung	19.128	5.982	18.058	215.271	
Besond. Überwbd. Abf.			15.830		

	Siedlungsabfall
	49.372
beseitigt	24.262
verwertet	25.110

	Beseitigung Deponie	Verbrennung	Behandlung	Thermische Verwertung	Stoffl. Verwertung
Hausabf.	8.063	9.068	0	39	19.089
sonst. Siedlungsabf.	5.105	2.013	13	3	5.979
Produktion & Gewerbe	17.664	1.345	106	4.154	13.903
Bau-/Abbruch	28.073	316	0	225	215.045
Bes. überw. Abf.	4.678	1.510	6.105	299	3.237
Bergematerial	49.187				
	112.770	14.252	6.224	4.720	257.253

Das System lässt sich in Form eines Netzwerkes mit Knoten und Kanten vorstellen. Jede der 13.415 Gemeinden in Deutschland ist ein Knoten (Quelle), ebenso wie die ca. 2.000 Anlagen zur Behandlung/Entsorgung der Abfälle (Senke). Auf der Grundlage der Abfallbilanzen sind die Abfallmengenströme bekannt, zentral jedoch nicht zugänglich. 431 öffentlich-rechtliche Entsorgungsgebiete (Landkreise + kreisfreie Städte) lassen sich aggregieren und bestimmten Anlagen zuordnen. Die real zu fahrenden Transportstrecken können auf der Grundlage von Map & Guide errechnet werden, ebenso der Anteil der mautpflichtigen Strecken. Für die Frage wie oft und mit welcher Kapazität diese Strecken gefahren werden, bedarf es subjektiver Entscheidungen, welche das Ergebnis beeinflussen.

Die Leistungskenndaten gemäß VKS-Betriebsdatenauswertung erlaubt die Situationsbeschreibung von ca. 1/3 der Bevölkerung, speziell in den größeren Städten. Im ländlichen Bereich fahren primär private Entsorger und die Einsatzzeiten, Lohnkosten und Leistungsdaten unterscheiden sich. In Abhängigkeit von der Gemeindegröße, der Bevölkerungsdichte und von der Transportstrecke zur Entladestelle können Algorithmen zur Berechnung der Touren je FET (Fahrzeugeinsatztag), der täglichen

Sammelstrecke (km/FET) und der täglichen Abfuhrleistung (t/FET) erstellt werden. Die täglichen Abfuhrkilometer ergeben sich aus der Sammelstrecke und der Transportstrecke. Die Fahrzeugeinsatztage errechnen sich aus der abzufahrenden Menge dividiert durch die tägliche Abfuhrleistung im Gebiet. Die Gleichungen, Definitionen und Daten können der EdDE-Dok. Nr. 7 entnommen werden.

Vereinfacht ausgedrückt, mittels einer Tabellenkalkulation die aus 13.415 Zeilen (je Gemeinde eine Zeile) und 26 Spalten besteht, können alle interessierenden Größen für eine Abfallart berechnet werden (348.790 Felder). Kommunal entsorgt werden mindestens 8 relevante Abfallarten in unterschiedlichen Logistiksegmenten (RHM, SPM, Bio, Grün, AP/PPK, LVP, Glas, PROSA/E-Geräte). Die Daten können beliebig auf Kreisebene, Bezirks-, Landes- und Bundesebene aggregiert werden.

Die veränderte Rechtslage führt ab Mitte 2005 dazu, dass die Logistikströme sich deutlich verändern werden. Auch die Neuvergabe der DSD-Leistungen hat zu einer Veränderung des Logistiknetzwerkes geführt. Bis die erforderlichen Daten verfügbar sind, werden noch 2 Jahre vergehen. Inzwischen wird auch über die Zukunft der Getrenntsammlung diskutiert, so dass weitere Veränderungen im Netzwerk zu erwarten sind. EU und Kartellamt werden auch weiterhin darauf hin drängen, dass im Bereich der Behandlung ein Markt entsteht, der dann eine sehr viel flexiblere Logistik zur Folge hat. Wie wichtig funktionierender Wettbewerb in alten Märkten ist, verdeutlichen Ausschreibungsergebnisse. Marktteilnehmer werden zu radikalen Handlungen gezwungen, die niemand freiwillig vornehmen würde. Nur Angreifer bringen Verteidiger in Zugzwang.

2.3 Modell zur Berechnung der TL gewerbliche Entsorgung

Die gewerbliche Entsorgung ist weniger durch den Anschluss- und Benutzungszwang charakterisiert, als vielmehr durch das Prinzip "Abfälle gehen den Weg der geringsten Kosten und maximalen Wertschöpfung beim Entsorger". Die Folge sind Transporte quer durch die Republik. Eine Abbildung dieser Ströme ist dem Verfasser z.Z. nicht möglich. Die Mengen sind mit ca. 150 kg/E/a beachtlich. Bei den Massena-bfällen aus dem Baubereich wird eine geringere Transportrelevanz unterstellt.

Auch häusliche Abfälle werden bundesweit verschoben, wenn es aufgrund einer zu hohen Gebühr bei Wohnungsbaugesellschaften und kleineren Gewerbebetrieben zu einer Abmeldung von Restabfallbehältern und zu einer Verlagerung in Wertstoffbehältern kommt.

Die Nachlauftransporte der gewonnenen Wertstoffe zu den Verwertungsanlagen führen aufgrund der Spezialisierung und wegen der Kostendegression zu den wesentlichen Transportleistungen in der Entsorgungswirtschaft. Dieses Transportnetzwerk

wird für 61 MVAs, 36 MBAs, 210 LVP-Sortieranlagen und 350 Papiersortieranlagen abgeschätzt. Bei Schrott, LVP, Sekundärbrennstoffen, Trockenstabilat und Papier werden Rückfrachten unterstellt. Erhebliche Transportleistungen sind aber auch beim Papier aus der gewerblichen Erfassung (73,5 kg/E/a), bei Metallschrott, Altkunststoffen, Holz/Biomasse und Sonderabfällen zu erwarten.

Hier wird kein Netzwerk erstellt, sondern den Mengen durchschnittliche Entfernungen zugeordnet. Diese Schätzungen sind mit Fehlern behaftet. Es wäre schön, wenn mit den betroffenen Verbänden eine detailliertere Bestandsaufnahme durchgeführt werden könnte. Eine mögliche Vorgehensweise wurde beim System Hohlglas erarbeitet.

Grundlage für die Abschätzung ist u.a. der "Sechseck-Modell-Ansatz" nach DOE-DENS/MIETHE (vgl. Abb. 1). Die Fläche der Bundesrepublik wird durch die Zahl der Anlagen diffidiert. Aus der Fläche errechnet sich die Entfernung zum Anfallschwerpunkt. Mittels Zuschlägen wird die Abweichung zur realen Situation berücksichtigt.

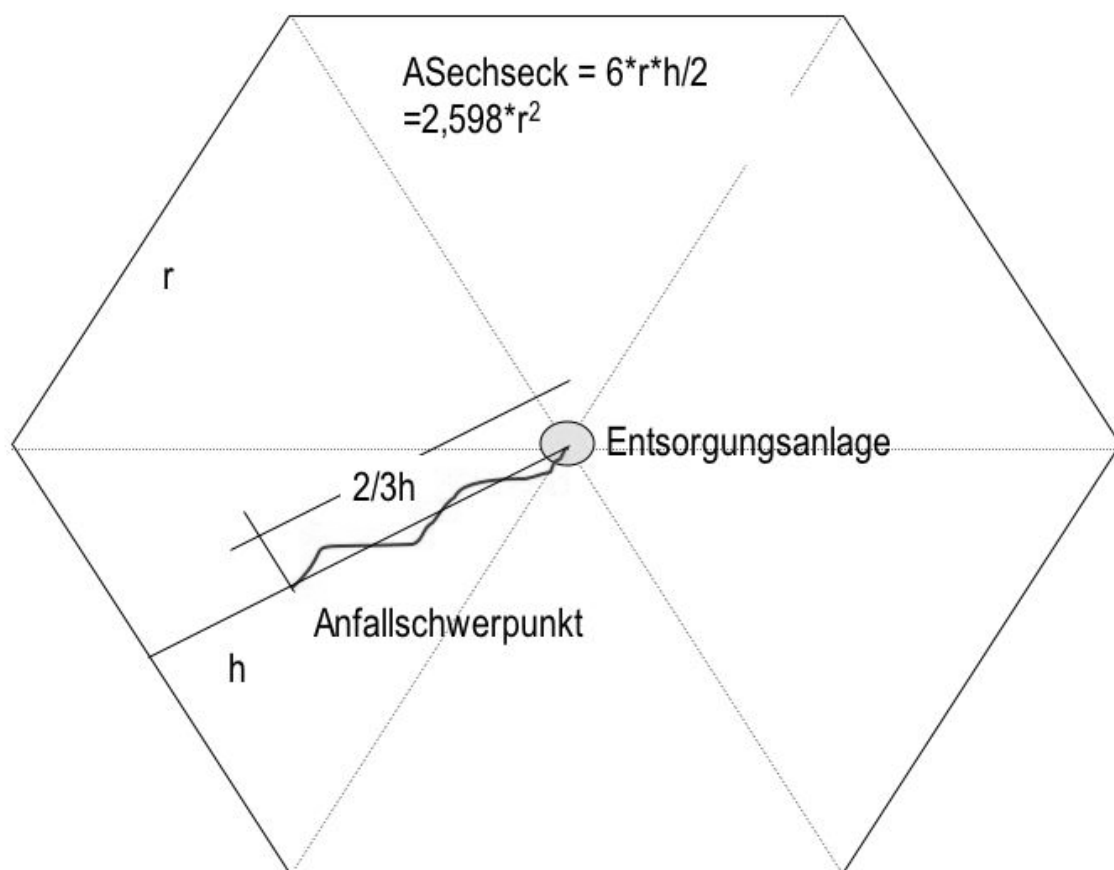


Abbildung 1: Modell zur Abschätzung mittlerer Transportentfernung nach DOE-DENS/MIETHE

Tabelle 2: Beispiel einer Überschlagrechnung Transportkosten mit Kennzahlen

Transport Abrollcontainerfahrzeug und Hänger

Menge	21,5t	Dieselsk.	65,78EUR	16,7%
Strecke	160km	1,09EUR/km	174,40EUR	44,4%
Maut	120km	0,12EUR/km	14,40EUR	3,7%
Geschw.	65km/h			
Fahrzeit	2,46h	40EUR/h	98,40EUR	25,0%
Be- u. Entladen	1h	40EUR/h	40,00EUR	10,2%
Transportzeit	3,46h		138,40EUR	35,2%
TL/Tkosten	3.440tkm	0,11EUR/tkm	392,98EUR	
bei Rückfracht	113,58EUR/h	18,28EUR/t		

Die Kosten sind strukturell und betriebsbedingt sehr verschieden. Obiges Beispiel lässt sich bei einer NL von 23 t für einen Schubbodenzug z.B. mit 0,09 EUR/tkm kalkulieren. Ohne Rückfracht betragen dann die direkten Mautkosten in S3 ca. 7,1 %. [2]

Tabelle 3 Beispiel für eine Vertragssituation

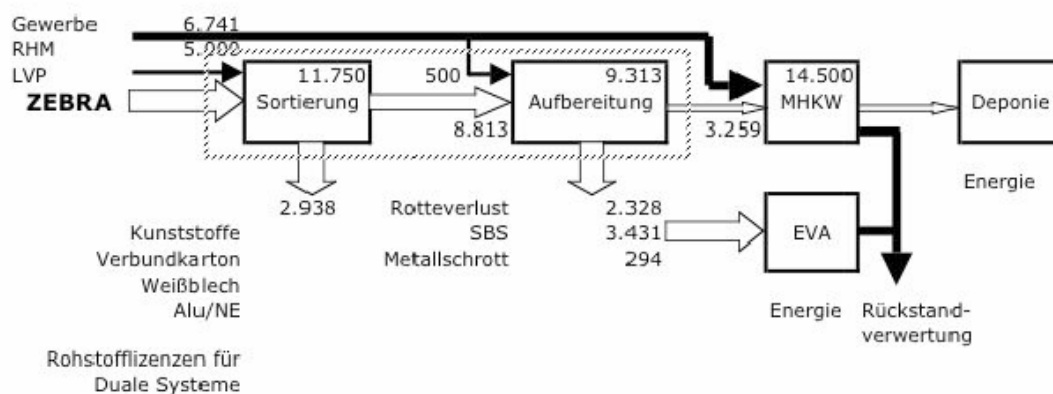
Einwohner	154.000E	
Strecke km	160km	
davon Autobahn km	120km	
Pro Kopf RHM SPM	195kg/E/a	
Transportkapazität	23t/Fahrt	
Transportmenge	30.030t/a	
Anzahl Fahrten	1.335	
Fahrstrecke	427.200km/a	
mautpflichtige Strecke	320.400km/a	
Mautsatz S3	12,00Cent/km	
Maut	38.448EUR/a	8,9%
Bearbeitungsaufschlag	10,0%	
Auswirkung Maut	42.293EUR/a	9,8%
Maut pro Einwohner	0,27EUR/E/a	
Transportpreis o. Maut	14,33EUR/t	
Kosten o. Maut	430.330EUR/a	100,0%
Kosten mit Maut	472.623EUR/a	109,8%

2.4 Modell zur Neuordnung LVP (ZEBRA)

Die spez. Behandlungskosten entwickeln sich degressiv mit zunehmenden Durchsatz. Umgekehrt verhält es sich mit den Transportkosten. Zunehmende Anlagengrö-

ßen erfordern größere Entsorgungsgebiete. Historische Gründe und Egoismen verhindern optimale Entsorgungsgebiete. Bestehende Anlagenkapazitäten und Organisationen haben ein Überlebensinteresse. In der Folge wird nicht zu Vollkosten kalkuliert, sondern die Teilnehmenden begnügen sich mit Kostendeckungsbeiträgen. Dieses Beharrungsvermögen verursacht ein Timelag von ca. 10 Jahren in der Entsorgungswirtschaft. Also frühestens 2010 und spätestens 2020 wird die Entsorgung anders strukturiert sein. In der Übergangsphase kommt es evolutionär zu regionalen Änderungen. Das IML, Dortmund hat aufgezeigt, wie für Glas die optimalen Transportströme aussehen und eine Umsetzungsstrategie Millionen einsparen lässt. Leider scheitert die Umsetzung in ihrer reinen theoretischen Form, weil die Partikularinteressen schnelllebig sind. Ähnlich wird es bei der Diskussion "über die Zukunft der Getrenntsammlung" geschehen. Nicht der Schwanz sollte mit dem Hund wedeln. Sprich: die Gütermärkte bestimmen die Richtung. Folglich sollte der Gesetzgeber sich stärker auf die Rahmenbedingungen der Gütermärkte konzentrieren und die Entsorgungswirtschaft marktwirtschaftlich einbinden. Warum werden Verpackungen anders behandelt als E-Schrott? Gemäß ElektroG liegt die Zuständigkeit der Sammlung bei den öRE, Transport und Behandlung ist Angelegenheit der Hersteller (Gemeinsame Stelle).

Logistikmarkt Behandlungsmarkt Verwertungsmarkt



Zertifikate-Handel Rohstoffmärkte Vorsorge

Abbildung2: Bilanzschema für die Modellrechnung ZEBRA

Wenn das Duale System Kosten für die Verpackungs-Verwertung von 1,7 Mrd. Euro erzeugt und dafür 1,32 Mio. t CO₂ einspart, ist die Ökoeffizienz (1.288 EUR/t CO₂) unbefriedigend.[3] Dies gilt aber genauso für eine Thermische Abfallbehandlung, wenn die Energienutzungskosten (220 EUR : 284 kWhel = 0,77 EUR/kWh) oder die CO₂-Vermeidung zu teuer sind (180 EUR/t : 0,612 t CO₂äq = 294 EUR/tCO₂äq).[4] Inwieweit der Weg über eine Trockenstabilatanlage mit räumlich getrennter Energie-

verwertung geschieht, oder über eine MVA ist völlig irrelevant, wenn Kosten und Umwelteinwirkung vergleichbar sind. Das ursprünglich formulierte Ziel, solche Abfälle in dicht besiedelten Ländern und an geologisch nicht geeigneten Standorten nicht mehr zu deponieren, erscheint in Deutschland nach 30 Jahren erreicht.

In diesem Modell gibt es dann nur noch wenige zentrale Standorte mit deutlich höheren Behandlungskapazitäten. Solange die Getrenntsammlung von Papier, Bioabfall und Glas getrennt wirtschaftlicher zu bewerkstelligen ist, wird sie nicht in Frage gestellt werden. Die größte Herausforderung haben alle Thermischen Abfallbehandlungsanlagen, welche einen Energienutzungsgrad von deutlich unter 70 Prozent haben. Diese sollten mittelfristig mit ihrer Stilllegung kalkulieren müssen.

Das neue Modell geht davon aus, dass Duale Systeme Werkstoff-, Kohlendioxid- und Energieäquivalente in Behandlungsanlagen kaufen. Dafür gilt es einen elektronischen Markt zu schaffen. So werden auch zukünftig finanzielle Anreize zur Abfallminderung bestehen. Das Bringsystem Glas, Wertstoffhof, SPM und das Holsystem Altpapier werden vermutlich auch zukünftig über Grundtarife und Lizenzentgelte finanziert werden. Die ZEBRA-Tonne könnte mengen- oder volumenproportional mit Tarifen belastet werden.

Wer viele Verpackungen kauft, bezahlt hohe Lizenzentgelte. Wer wenig sortiert und viel Verpackungen hat, bezahlt beim Behältertarif mehr als beim Mengentarif. Letzterer ist also beim ZEBRA-System der verursachungsnähere Tarif. Sammlung und Transport ist Sache der Städte und Gemeinden (Verbände). Die Behandlungsleistungen können von diesen am E-Markt gekauft/ersteigert werden, wenn es erst solche Märkte gäbe. Aus Mangel an Aufgaben können dann nachhaltige Organisationsumgestaltungen erfolgen. [5]

In hochverdichteten Baustrukturen werden wir zukünftig keine Biotonnen, sondern Wertstofftonnen zur energetischen Verwertung (ZEBRA) ergänzt um Papiertonnen erwarten. Wogegen in dünner besiedelten Strukturen die ZEBRA-Behälter (Mengentarif) mit freiwilliger Biotonne (Behältertarif) und Papiertonne (Grund- oder Behältertarif) vorzufinden sein könnten.

Die Maut hat hier aufgrund der teilweisen großen Entfernungen zwischen Verwertungsbetrieben (z.B. Lage TSA und EVA, Schrottverbraucher, MHKW etc.) für die betroffenen öRE-Gebiete merkliche gebührenrelevante Auswirkungen.

2.5 Modell zur Neuordnung SPM/Elektro

Die Umsetzung des ElektroG wird in diesem Segment zu einer Veränderung der Logistik führen. Fünf Gerätegruppen sind durch die öRE an einer Übergabestelle bereit

zustellen. Kommunal ist das Segment SPM, Grünabfall, Schrott, Wertstoffhof, Schadstoffe, Elektroschrott weiter optimierungsfähig. Hierzu werden aktuell Untersuchungen durchgeführt und Optimierungsvorschläge bzw. Vorgehensweisen erarbeitet. Erste kommunale Ausschreibungen wurden schon durchgeführt.[6]

Haben früher primär größere Städte Wertstoffhöfe eingerichtet, gehen mehr und mehr Entsorger dazu über, den ländlichen Gebieten als Ersatz für die wegfallenden Deponien „Kreislaufwirtschaftshöfe“ anzubieten. Die Haushalte kaufen Geräte auf der grünen Wiese und bringen die Altgeräte zum Kreislaufwirtschaftshof. Dort besteht die Möglichkeit alle Abfallarten entweder gegen privatrechtliches Entgelt oder im Rahmen der Gebührensatzung anzuliefern. Die Bedeutung der Sperrmüll-Holsammlung kann (a) gegen Entgelt auf ein Minimum zurück gefahren werden oder (b) im Rahmen eines Grundtarif auf Abruf abgeholt werden. In vielen Gebieten gibt es aber auch noch die konventionelle SPM-Holsammlung nach Straßenzügen.

Gebührenrechtlich ist die Entsorgung gewerblicher Betriebe höchst problematisch insbesondere beim Elektroschrott nach Umsetzung des ElektroG. Die Auswirkungen der Maut betreffen hier nicht die öRE und haben keine Gebührenrelevanz.

3 Einige ausgewählte Ergebnisse

3.1 Erwartungsfragen

Die wohl spannendste Frage ist, ob der Trend zur Zentralisierung anhalten wird? Werden vagabundierende Abfallströme aufgrund der Maut ihre Heimatbeseitigungsanlage anfahren? Steigen durch die Maut die Verwertungskosten so an, dass die Ökoeffizienz für die Beseitigung spricht? Führt die Maut zur regionalen Verknappung von Rohstoffen bzw. zu einer Steigerung der Erlöse?

3.2 Erwartungen der Entsorger

Im Vorfeld der Untersuchungen haben die kommunalen Entsorger Mehrkosten von ca. 1,5 Euro pro Einwohner und Jahr (ca. 120 Mio. Euro/a) erwartet. Die GGA schätzt, dass die Transportkosten für Hohlglas im Nachlauf um ca. 10 % ansteigen werden.

3.3 EdDE-Ergebnis

Erstmals wurde für das Abfallaufkommen der Haushalte von ca. 37,8 Mio. t/a die Fahrleistung und Transportleistung errechnet. Rund 10.790 Fahrzeuge mit 2,5 Mio. Fahrzeugeinsatztagen werden benötigt, diese Abfälle an ihren Bestimmungsort zu

befördern. Die Transportleistung ist mit 1,5 Mrd. Tonnenkilometer pro Jahr verglichen mit dem deutschen Güterverkehr sehr gering (0,4 %). Insgesamt 322 Mio. Kilometer werden jährlich zurück gelegt, davon sind lediglich 80 Mio. km mautpflichtig. Aufgrund des Alters der Fahrzeuge und Achszahl werden etwa 9,7 Mio. Euro Mautgebühren kalkuliert. Der erforderliche Dieserverbrauch wird mit 0,174 Mio. t/a bzw. 0,6 % am nationalen Verbrauch errechnet. Daraus lassen sich 0,459 Mio. t Kohlendioxid ableiten (2,64 kg CO₂/l Diesel). Der Anteil an der nationalen Kohlendioxidemission liegt bei 0,05 Prozent. Die kommunalen Logistikkosten im Vorlauf werden mit 3 Mrd. Euro pro Jahr abgeleitet (37 EUR/E/a). Die LVP-Logistikkosten sind hier mit 311 Mio. Euro aufgeführt.

0,118 Euro pro Einwohner und Jahr zusätzliche Kosten für die Maut sind verglichen mit Gebühren von 50 Euro/Einw/Jahr eine eher zu vernachlässigende Größe. Die Wirkung ist wohl eher vom Gütermarkt zu erwarten, denn rund 1,5 Mrd. Euro Kaufkraft werden umverteilt. Der Anstieg der Lebenshaltungskosten wird vom BMVBW mit 0,15 % prognostiziert. Da die Zahl an Entsorgungsanlagen für Restabfall von 394 in Jahre 2000 auf 140 bis 150 zurückgeht, wird eine deutliche Erhöhung der Transportleistung von 60 Prozent und eine Verdoppelung der Mautlast im Restabfallbereich erwartet. Da die örtlichen Situationen sehr verschieden sind, bedarf es einzel-fallbezogener Betrachtungen.

3.4 Abschätzung Gewerbe-Entsorgungslogistik

Im Transportgewerbe, also insbesondere bei der Distribution von Rohstoffen aus der Aufbereitung kann die Maut zu erheblichen Zusatzkosten von etwa 4 bis 9 Prozent bezogen auf die Fahrzeugeinsatzkosten kommen (80 % BAB). Im wesentlichen ist dies jedoch von den zu fahrenden Strecken abhängig. Bei den Abfallsammelfahrzeugen werden kürzere Transportstrecken gefahren, so dass dort der Mautanteil zwischen 0 und 4 Prozent beträgt.

Tabelle 4: Transportleistung der dt. Entsorgungswirtschaft in Mio. tkm/a (2001)

TL Mio. tkm/a	zur Besei- tigung	zur Ver- wertung	Gesamt
Hausabf.	364	1.046	1.410
Sonst. Siedlungsabf.	141	474	615
Produktion & Gewerbe	610	607	1.217
Bau-/Abbruch	142	1.076	1.218
Bes. überw. Abf.	615	177	792
Nachlauftransporte	2.005	19	2.024
Gesamt	3.876	3.399	7.276

Tabelle 5: Fahrleistung der dt. Entsorgungswirtschaft in Mio. km/a (2001)

FL Mio. km/a	zur Besei- tigung	zur Ver- wertung	Gesamt
Hausabf.	113	187	299
sonst. Siedlungsabf.	26	2	28
Produktion& Gewerbe	23	56	79
Bau-/Abbruch	7	51	58
Bes. überw. Abf.	61	18	79
Nachlauftransporte	26	6	32
Gesamt	256	320	575

Tabelle 6: Abschätzung der Mautzahlung dt. Entsorgungswirtschaft
(Basis Mengen und Struktur 2001)

	EUR/a	
Hh	9.366.213	0,114EUR/E/a
Verw.	4.249.076	0,052EUR/E/a
Bes.	9.448.831	0,115EUR/E/a
Gesamt	23.064.121	0,280EUR/E/a

4 Ergänzende Informationen

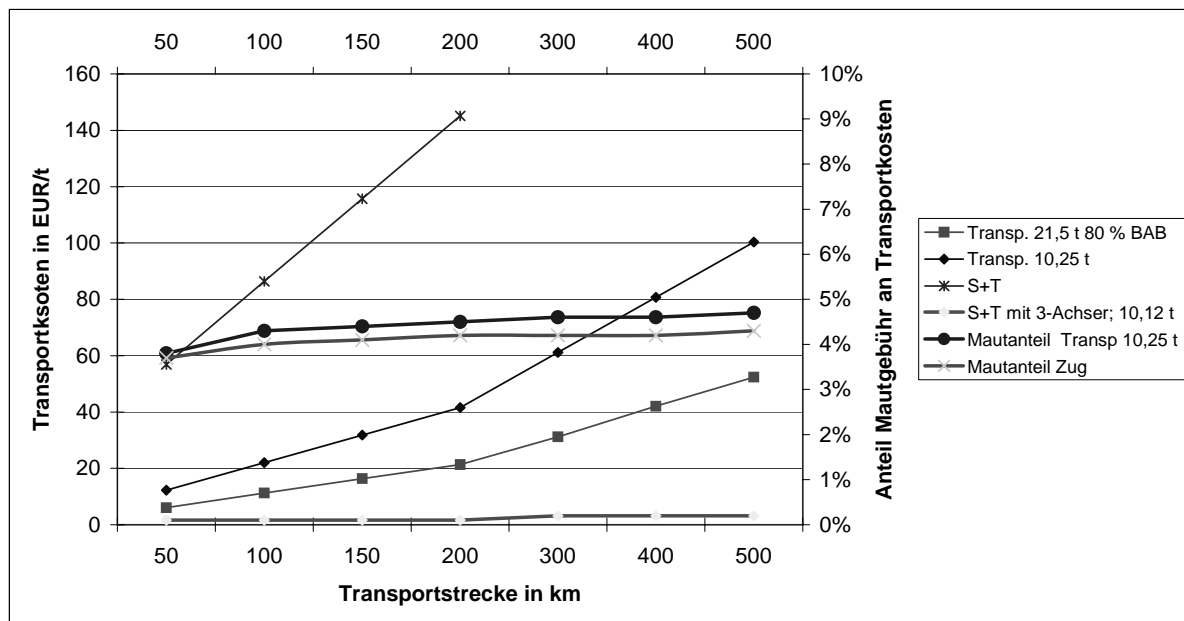


Abbildung 3 Abhängigkeit der Transportkosten von der Distanz und Anteil Maut an diesen für 3 Fahrzeugkonstellationen

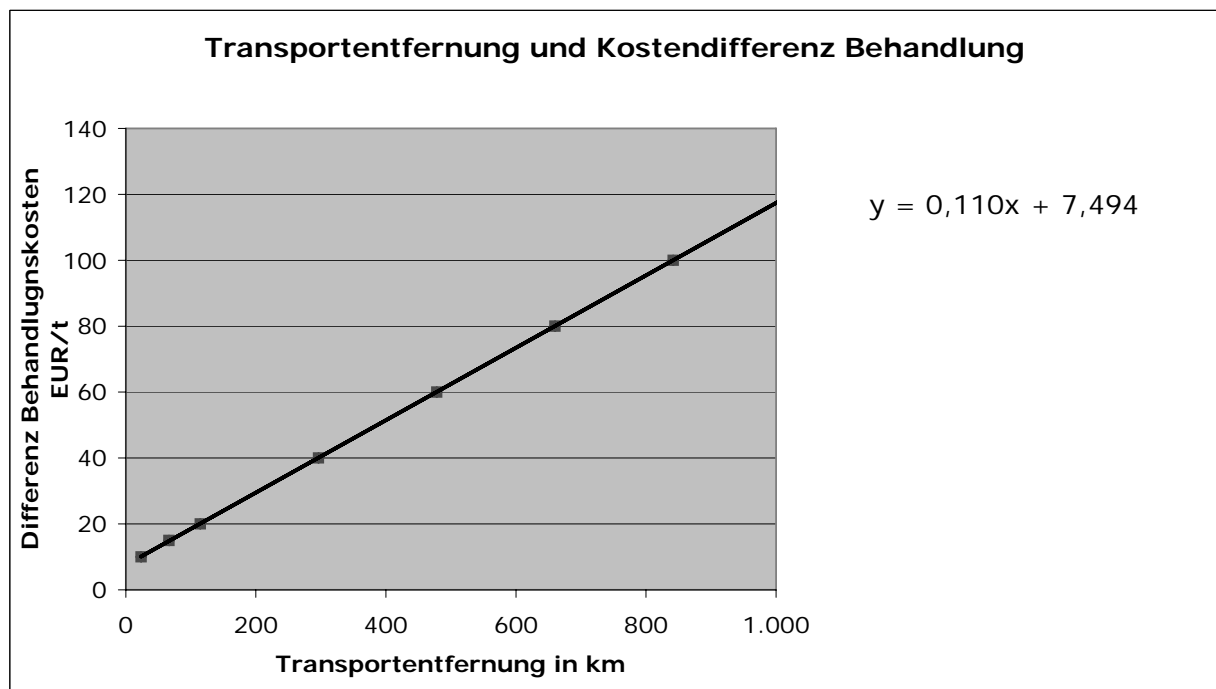


Abbildung 4: Zunehmende Distanz bedingt höhere Differenz der Behandlungskosten zweier Alternativen

Tabelle 7: Einige ausgewählte Kenngrößen der Entsorgungslogistik für Haushalte

Dieserverbrauch

2,1	l/E/a
5,2	l/t

Kohlendioxid-Emission

5,5	kg/E/a
13,9	kg CO₂/t

Sammel- und Transportstrecke

3,9	km/E/a
9,7	km/t

Tabelle 8: Berechnung Dieserverbrauch und Kohlendioxidemission der Entsorgungslogistik für Haushalte (2001)

		I/100 km	Dieserverbrauch m ³ /a	Kohlendioxid t/a
Dienstleistung	km/Jahr			
Direkttransporte				
RHM	87.198.333	64,3	56.059	147.996
SPM	24.976.910	65	16.235	42.860
Bioabfall	42.898.656	65	27.884	73.614
Grüngut	8.466.757	55	4.657	12.293
Altpapier	37.040.556	60	22.224	58.672
LVP	24.294.058	55	13.362	35.274
Gesamt	224.875.270	62,4	140.421	370.709
Ferntransporte				
RHM + SPM	18.961.153	38	7.205	19.021
Bioabfall	2.142.450	38	814	2.149
Grüngut	1.071.000	38	407	1.074
Altpapier	1.583.275	35	554	1.462
LVP	1.049.094	33	346	913
Gesamt	24.806.972	37,5	9.327	24.622
Nachlauftransporte				
Nachlauftransporte MVA	10.569.508	35	3.699	9.766
Nachlauftransporte MBA	9.101.830	35	3.186	8.410
Nachlauftransporte Komposte	5.901.310	35	2.065	5.452
Nachlauftransporte Papier	35.285.210	33	11.644	30.740
Nachlauftransporte LVP	11.768.245	32	3.766	9.941
Gesamt	72.626.103	33,5	24.360	64.311
Gesamt-Haushalte	322.308.345	54	174.108	459.645
Pro Kopf in l/E/a bzw. kg/E/a	3,91		2,11	5,58

Die im Vortrag gezeigten Folien können beim Verfasser angefordert werden:

Scheffold@fh-bingen.de

5 Quellennachweis

EdDE-Dokumentation Nr. 7. Transportleistung und Autobahnmaut für Abfälle aus Haushaltungen (Verfasser Teil TL Prof. Dr. K. Scheffold, FH Bingen Dez. 2003), erhältlich bei www.entsorgungsgemeinschaft.de; E-Mail: kontakt@entsorgungsgemeinschaft.de

Scheffold, K.: Transportleistung und Autobahnmaut für Abfälle aus Haushaltungen in Müll und Abfall, Heft 4/2004 Seite 187-190, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Dodens/Miethe: Transportleistung nach Sechseck-Modell-Ansatz in Städtetag 6/1974, S. 337 ff.

n.n. BDE Entsorgung '04 Taschenbuch der Entsorgungswirtschaft. Friedhelm Merz Verlag, Bonn

- [1] www.vks-service.de "Argumente zur Weiterberechnung der LKW-Maut".
- [2] vgl. EUWID Re Nr. 4 v. 25.01.2005, S. 12 und INTECUS-NEWSLETTER I/05 S.5
- [3] DSD Geschäftsbericht (2003) und Daten für 2002 aus BDE Entsorgung '04, S. 324
- [4] Deponien emittieren ca. 51 kg CH₄/t Abf. Umgerechnet in CO₂-äq ca. 1.092 tCO₂-äq/tAbf. Die HMVA emittieren nach Gutschrift für den regenerierbaren Anteil ca. 480 kg CO₂-äq/tAbf. Vermieden werden folglich durch die TASi und MVA 1.092 – 480 = 612 kg CO₂-äq/tAbf. Die Verbrennungskosten werden mit 180 EUR/t nach Energiegutschriften und mit 220 EUR/t ohne Energiegutschrift unterstellt. Quelle VL-Script „Beitrag HM zur CO₂-Bilanz“ (Bingen 2004).
- [5] Keine Aufgaben mehr für Abfallverband Nordsachsen, siehe Re Nr. 4 v. 25.01.2005 S. 8
- [6] Mail: AundU4@aol.com

6 Danksagung

Der Autor möchte sich insbesondere beim Arbeitskreis Logistiksysteme der EdDE e.V., Köln und allen an der Erhebung beteiligten Entsorgern sowie beim VKS und BDE für die Unterstützung bedanken. Ein besonderer Dank geht an Herrn Dr. Weyers, an das INFA, Ahlen und an die Studierenden in U4 im SS 2003 im Studiengang Umweltschutz der FH Bingen.

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Abfalltausch - Eine Möglichkeit
zur Reduzierung von Abfalltransporten**

Dipl.-Ing. Martin Idelmann
Dipl.-Ing. Markus Weber
Prof. Dr.-Ing. Arnd I. Urban
Universität Kassel

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Ausgangssituation

Das Jahr 2005 bedeutet einen gravierenden Schnitt für die Abfallwirtschaft. Durch die am 1. März 2001 in Kraft getretene Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) soll das Vollzugsdefizit, das sich durch die unzureichende Umsetzung der TA Siedlungsabfall (TASi) aufgebaut hat, insbesondere verursacht durch die Anwendung ihrer Ausnahmebestimmungen, beseitigt werden. Spätestens nach dem 31. Mai 2005 dürfen keine unvorbehandelten Siedlungsabfälle mehr abgelagert werden. Der Hausmüll muss dann in Abfallverbrennungsanlagen (MVA) oder in mechanisch-biologischen Aufbereitungsanlagen (MBA) konditioniert werden. Im Gegensatz zur Deponierung, die überwiegend auf eigenbetrieblenen Deponien in relativer Nähe zum Ort der Abfallentstehung erfolgte, wird die Abfallbehandlung ab 1. Juni 2005 einen deutlich zentraleren Charakter besitzen, da die durchschnittliche Durchsatzleistung der neu errichteten Behandlungsanlagen deutlich höher sein wird als die der eigenbetrieblenen Deponien. Hierdurch wird sich der Aufwand für den Transport von Abfällen deutlich erhöhen.

Auch die Form der Transporte wird sich auf Grund von neuen Transportaufgaben verändern müssen. Während die Deponien wegen ihrer räumlichen Nähe zu den Sammelgebieten i.d.R. mit Sammelfahrzeugen angesteuert werden, wird ein Großteil des Restmülls zukünftig wegen der räumlichen Distanz zu den zentraleren Abfallbehandlungsanlagen zu größeren Transporteinheiten gebündelt werden müssen.

Ein großer Nachteil, der mit der Umstellung der Abfallbehandlung verbunden ist, besteht darin, dass - sei es aufgrund des kurzen Zeitraumes in der diese Umstellung erfolgen musste oder der abwartenden Haltung vieler Kommunen während der Übergangszeit - die zukünftige Entsorgungsstruktur aus logistischer Perspektive zumindest in Teilen einen nicht optimalen Zustand darstellen wird. Die neue Entsorgungsstruktur wird dadurch gekennzeichnet sein, dass häufig nicht die nächstgelegene Abfallbehandlungsanlage bedient wird, wie auch am Beispiel des nordhessischen Untersuchungsgebietes zu erkennen ist (Abbildung 1). Hierdurch entsteht neben der Verkehrszunahme, die sich auf Grund der zentraleren Entsorgungsstruktur nicht vermeiden lassen wird, ein vermeidbarer Mehraufwand, der durch die Steuerung der Abfalltransporte auf die jeweils nächstgelegene Behandlungsanlage vermieden werden könnte. Bei der Verteilung der Abfallströme auf die innerhalb eines Planungsgebietes zur Verfügung stehenden Anlagen stellen die Behandlungskapazitäten zu beachtende Restriktion dar. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass es in allen Fällen möglich sein wird, die räumlich nächstgelegene Anlage anzu-steuern, sollte die Zuordnung der Abfallströme bei einer Konkurrenz nach dem Prinzip der maximalen Einsparungsmöglichkeit vorgenommen werden.

Für das nordhessische Untersuchungsgebiet würde sich in einer ersten Optimierungsphase die in Abbildung 2 skizzierte Alternative anbieten, in der

- der gesamte Restmüll des Landkreises Kassel statt in der MBS Mecklar-Meckbach im MHKW der Stadt Kassel behandelt wird,
- die nördlichen Gemeinden des Schwalm-Eder-Kreises auf Grund ihrer Nähe zu Kassel wie ursprünglich geplant ins MHKW entsorgen, und
- der Landkreis Marburg-Biedenkopf und die östlichen Gemeinden des Schwalm-Eder-Kreises soviel Abfall in die MBS Mecklar-Meckbach entsorgen, wie vom Landkreis Kassel zu liefern beabsichtigt war.

2 Methodische Ansätze der Simulationsrechnungen und ihre Kennwerte

Auf der Grundlage von Simulationsrechnungen wurde für das nordhessische Untersuchungsgebiet ermittelt, welches Einsparungspotenzial durch eine optimale Lenkung von Abfallströmen erreicht werden kann. Da vorangegangene Analysen gezeigt haben, dass bei mittleren Entfernungen von 25 bis 75 km auch die richtige Wahl des Transportsystems einen entscheidenden Einfluss auf das Verkehrsaufkommen besitzt, wurde die Frage der situationsgerechten Transportmittelwahl mit in die Betrachtung einbezogen. Hierzu wurde für jede Gemeinde des Planungsgebietes der Transportaufwand in Abhängigkeit von der zu beliefernden Anlage und den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten ermittelt:

- Direktanlieferung mit Systemfahrzeugen,
- Umschlag in herkömmliche Containerzügen und
- Sammlung und Transport mit Wechselcontainern.

2.1 Berechnungen der Transportentfernungen

Als Grundlage für die komplexen Simulationsrechnungen wurden die Entfernungen aller Gemeinden des Untersuchungsgebietes zu allen Umladestationen und Entsorgungsanlagen des Untersuchungsgebietes mit dem Softwareprogramm WDV 32 von der Firma Praxis [WDV 32] ermittelt, sowie die Entfernungen zwischen den Umladestationen und den Entsorgungsanlagen. Als Bezugspunkt für die Berechnung der Entfernungen wurde der Ortsmittelpunkt gewählt. Beim Umschlag von Abfällen wurden die Anteile, die zum Primärtransport der Abfälle zur Umladestation, und die Anteile, die zum Sekundärtransport zur Behandlungsanlage transportiert wurden, aufaddiert. Beim Einsatz von Wechselcontainersystemen wurde ein durchschnittlicher Aufwand von 2 km für den Primärtransport veranschlagt, der als realistisch angesehen wurde, um die gefüllten Wechselcontainer zu einem geeigneten Standort für den dezentralen Containerwechsel zu transportieren.

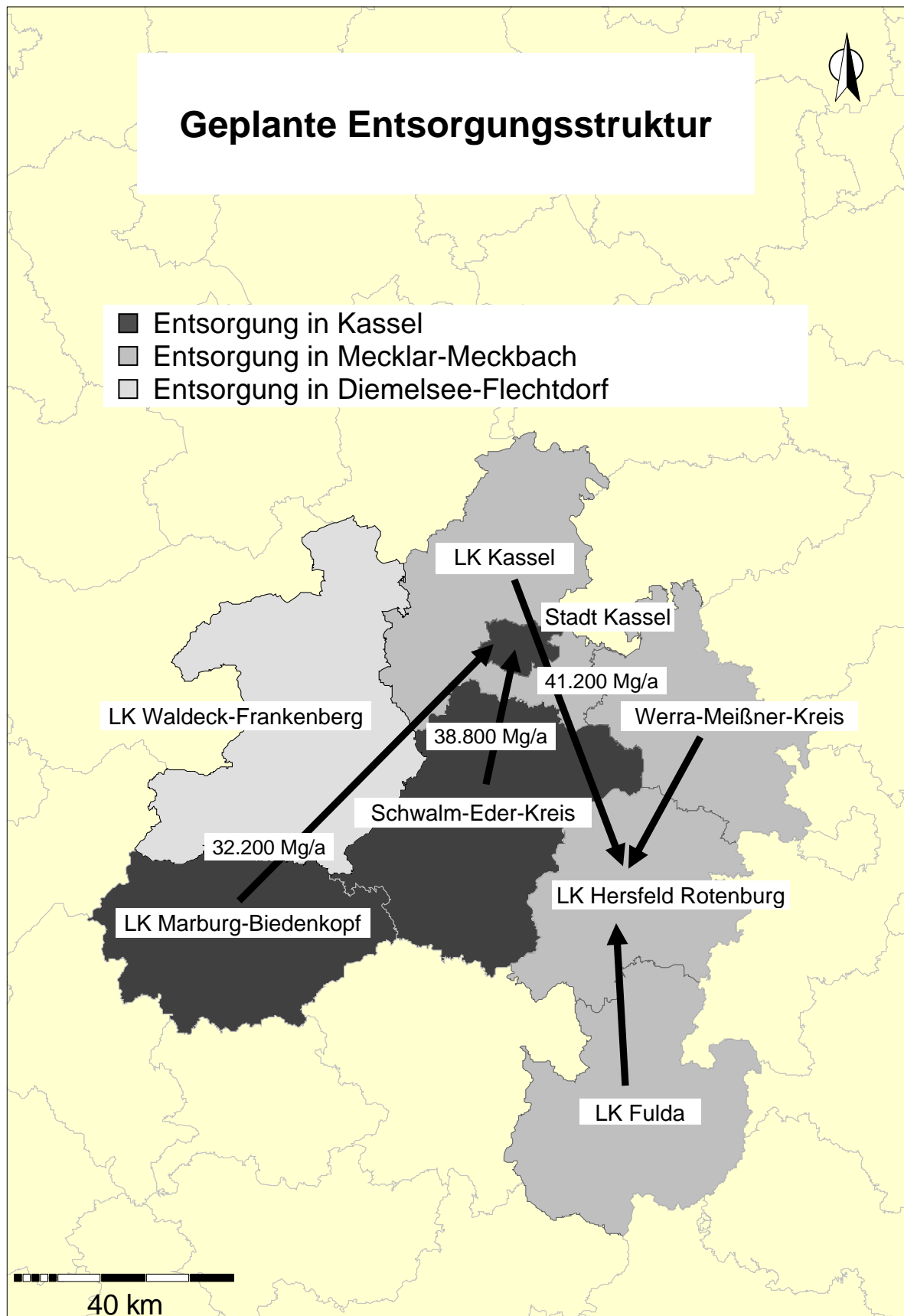


Abbildung 1: Ab 2005 in Nordhessen geplante Entsorgungsstruktur für Restmüll

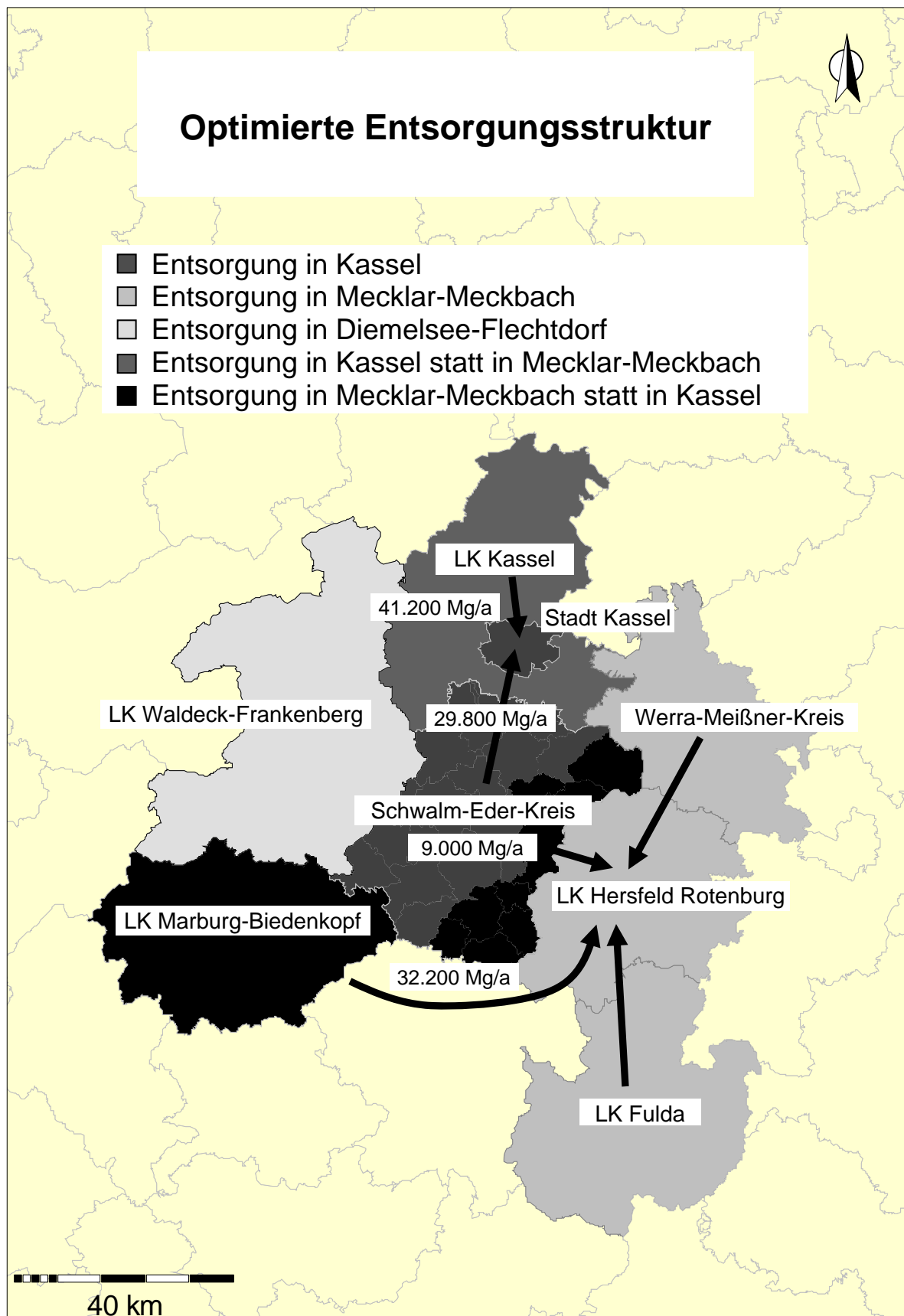


Abbildung 2: Optimierte Entsorgungsstruktur für die Restmüllentsorgung in Nordhessen

Als zweite Kenngröße, die das jährliche Transportaufkommen auf Gemeindebasis bestimmt, floss das Restmüllaufkommen der betrachteten Gebietskörperschaften in die Berechnung ein (Tabelle 1). Als Datenbasis diente die Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2002 [HLUG 2003]. Bei den im Folgenden vorgestellten Simulationsrechnungen wurden die Sperrmüllmengen nicht berücksichtigt, da sich für diese Abfälle oder für Teile dieser Abfälle evtl. alternative Behandlungsoptionen ergeben könnten.

Tabelle 1: Restmüllmengen ausgewählter nordhessischer Landkreise im Jahr 2002

Landkreis	Restmüllmenge [Mg/a]
LK Kassel	41.200
LK Marburg-Biedenkopf	32.200
Schwalm-Eder-Kreis	38.800

Als dritte, die Effektivität der Transporte bestimmende Größe wurden die Frachtleistungen der verfügbaren Transportmittel entsprechend den in Tabelle 2 genannten Kenndaten in die Kalkulation einbezogen.

Tabelle 2: Im Rahmen der Simulationsrechnungen angenommene Frachtleistungen der betrachteten Transportmittel

	Frachtleistung [Mg/Tour]
Systemfahrzeug	10,0
Herkömmlicher Containerzug	19,3
Wechselcontainerzug	18,0

2.2 Verrechnungen der Datensätze

Unter Einbeziehung der genannten Größen wurden für alle Gemeinden des Untersuchungsgebietes die Kilometeraufwendungen für alle rechnerisch möglichen Entsorgungsoptionen, die sich durch Kombination von Behandlungsstandorten und Transportsystemen ergeben, gemäß der unten aufgeführten Formel berechnet.

$$\text{Transportaufwand [km/a]} = \frac{\text{Entfernung [km]} * \text{Abfallaufkommen [Mg/a]}}{\text{Frachtleistung [Mg/Tour]}}$$

Zur mehrfaktoriellen Verrechnung der Daten und zum Herausfiltern der optimalen Zuordnung der Abfallströme auf die verfügbaren Behandlungsstandorte wurde ein Tabellenkalkulationsprogramm geschrieben. Da die verkehrsgünstigste Lösung stark

von der realisierbaren Frachtleistung abhängig ist, wurde das Programm mit einer Steuerungsdatei verknüpft, in der die angenommenen Frachtleistungen variiert werden können. Ebenfalls variabel gehandhabt werden kann der Aufwand für den Primärtransport beim Einsatz von Wechselcontainern, der in der Grundeinstellung des Programms 2 km beträgt.

Durch Verrechnung der einzelnen Datensätze wurde nach dem Prinzip der Realisierung eines möglichst großen Einsparungspotenzials und unter Beachtung der zur Verfügung stehenden Anlagenkapazitäten das maximal mögliche Einsparungspotenzial für das Untersuchungsgebiet errechnet. Als Ergebnis für die einzelnen Gemeinden des Untersuchungsgebietes wurde die zum Erreichen der maximalen Einsparung erforderliche beste Lösung herausgefiltert und dargestellt.

Kalkulation der Transportkosten

Der Kostenbetrachtung wurde ein Ansatz von 0,15 € je Mg und Frachtkilometer inklusive der mit dem Transport verbundenen Leerkilometer zu Grunde gelegt. In dem hier dargestellten ersten Optimierungsansatz wurde nicht zwischen Primär- und Sekundärtransporten differenziert. Die Kosten enthalten ebenfalls noch keinen Ansatz für Mautgebühren.

Kalkulation der CO₂-Emissionen

Auch die CO₂-Betrachtung folgt im ersten Ansatz einer vereinfachten Betrachtung. Als Berechnungsgrundlage wurde eine durchschnittliche Emission von 1.138,5 g CO₂ je Kilometer angenommen (HBEFA 1999).

3 Modellbildung und deren Rahmenparameter

Von der Situation der Restmüllentsorgung auf kreiseigenen Deponien oder Behandlungsanlagen ausgehend wurde der ab 1. Juni 2005 zu erwartende Mehraufwand für Abfalltransporte innerhalb des Untersuchungsgebietes berechnet. Hierzu wurden Alternativen entwickelt, die durch unterschiedliche Optimierungsansätze zu einer deutlichen Reduktion des zu erwartenden Transportaufwandes führen sollten. Im Einzelnen wurde

- nach näher gelegenen Behandlungsstandorten gesucht (Standortoptimierung), die durch Restmülltausch zwischen den Gebietskörperschaften unter Einhaltung ihrer Lieferverträge erreicht werden könnten, und
- der Einsatz von Wechselcontainern simuliert, um einen möglichst direkten Sekundärtransport zwischen dem Ort der Abfallerfassung und -verwertung zu realisieren, wenn beim Transport mit herkömmlichen Containerzügen der Weg über Umladestationen mit größeren Umwegen verbunden wäre.

Durch Kombination von Optimierungsansätzen wurden alternative Modelle entwickelt und deren Auswirkung auf die Verkehrsbelastung berechnet. Die Charakteristika dieser Modelle werden im Folgenden skizziert.

Ausgangssituation 2004

Landkreis Kassel

41.200 Mg Restmüll werden direkt mit Systemfahrzeugen zur kreiseigenen Deponie in Hofgeismar transportiert.

Landkreis Marburg-Biedenkopf

32.200 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen zur Umladestation in Marburg transportiert und von dort mit herkömmlichen Containerzügen zur Deponie in Wabern (Schwalm-Eder-Kreis) transportiert. Die Betrachtung berücksichtigt nicht, dass ein Teil der Abfälle schon 2002 ins MHKW der Stadt Kassel verbracht wurde.

Schwalm-Eder-Kreis

38.800 Mg Restmüll werden direkt mit Systemfahrzeugen zur kreiseigenen Deponie in Wabern transportiert.

Geplante Situation 2005

Landkreis Kassel

41.200 Mg Restmüll werden direkt mit Systemfahrzeugen zur kreiseigenen Deponie in Hofgeismar transportiert und dort umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen weiter zur MBS in Mecklar-Meckbach gebracht.
--

Landkreis Marburg-Biedenkopf

32.200 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen zur Umladestation in Marburg transportiert und dort umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen zum MHKW der Stadt Kassel gebracht.
--

Schwalm-Eder-Kreis

38.800 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen entweder direkt zum MHKW der Stadt Kassel oder zur Umladestation in Wabern transportiert. Die nach Wabern gebrachten Abfälle werden umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen ins MHKW Kassel transportiert.

Optimierung durch Abfalltausch

Landkreis Kassel

41.200 Mg Restmüll werden direkt mit Systemfahrzeugen zum MHKW der Stadt Kassel transportiert.

Landkreis Marburg-Biedenkopf

32.200 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen entweder direkt zur MBS in Mecklar-Meckbach oder zur Umladestation in Marburg transportiert. Die nach Marburg gebrachten Abfälle werden umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen zur MBS in Mecklar-Meckbach transportiert.

Schwalm-Eder-Kreis

29.800 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen entweder direkt zum MHKW der Stadt Kassel oder zur Umladestation in Wabern transportiert. Die nach Wabern gebrachten Abfälle werden umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen ins MHKW Kassel transportiert.

9.000 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen zur Umladestation in Wabern transportiert, dort umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerfahrzeugen zur MBS in Mecklar-Meckbach gebracht.

Optimierung durch Abfalltausch und Wechselcontainereinsatz

Landkreis Kassel

41.200 Mg Restmüll werden direkt oder mit Wechselcontainern zum MHKW der Stadt Kassel transportiert.

Landkreis Marburg-Biedenkopf

32.200 Mg Restmüll werden entweder direkt mit Wechselcontainerzügen zur MBS in Mecklar-Meckbach oder mit Systemfahrzeugen zur Umladestation in Marburg transportiert. Die nach Marburg gebrachten Abfälle werden umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen zur MBS in Mecklar-Meckbach transportiert.

Schwalm-Eder-Kreis

29.800 Mg Restmüll werden mit Systemfahrzeugen oder Wechselcontainerzügen ins MHKW der Stadt Kassel transportiert.

9.000 Mg Restmüll werden entweder direkt mit Wechselcontainerzügen zur MBS in Mecklar-Meckbach oder mit Systemfahrzeugen zur Umladestation in Wabern transportiert. Die nach Wabern gebrachten Abfälle werden umgeschlagen und mit herkömmlichen Containerzügen zur MBS in Mecklar-Meckbach transportiert.

4 Ergebnisse der Simulationsrechnungen

Durch das ab 1. Juni 2005 in Kraft tretende Ablagerungsverbot für unvorbehandelte Abfälle werden innerhalb des Untersuchungsgebietes statt der derzeit 7 Restmüllablagerungs- und -behandlungsstandorte zukünftig nur noch 3 Behandlungsstandorte zur Verfügung stehen. Dies bedeutet, dass für die zunächst 3 betrachteten Landkreise (Kassel, Marburg-Biedenkopf und Schwalm-Eder) das Verkehrsaufkommen für den Restmülltransport um etwa 580.000 km/a zunehmen wird (Abbildung 3). Die stärksten Zunahmen sind mit zusätzlich 360.000 km/a für den Transport der Abfälle des Landkreises Kassel zur MBS in Mecklar-Meckbach zu erwarten. In den beiden anderen Landkreisen wird das Verkehrsaufkommen um etwa 100.000 km/a wachsen.

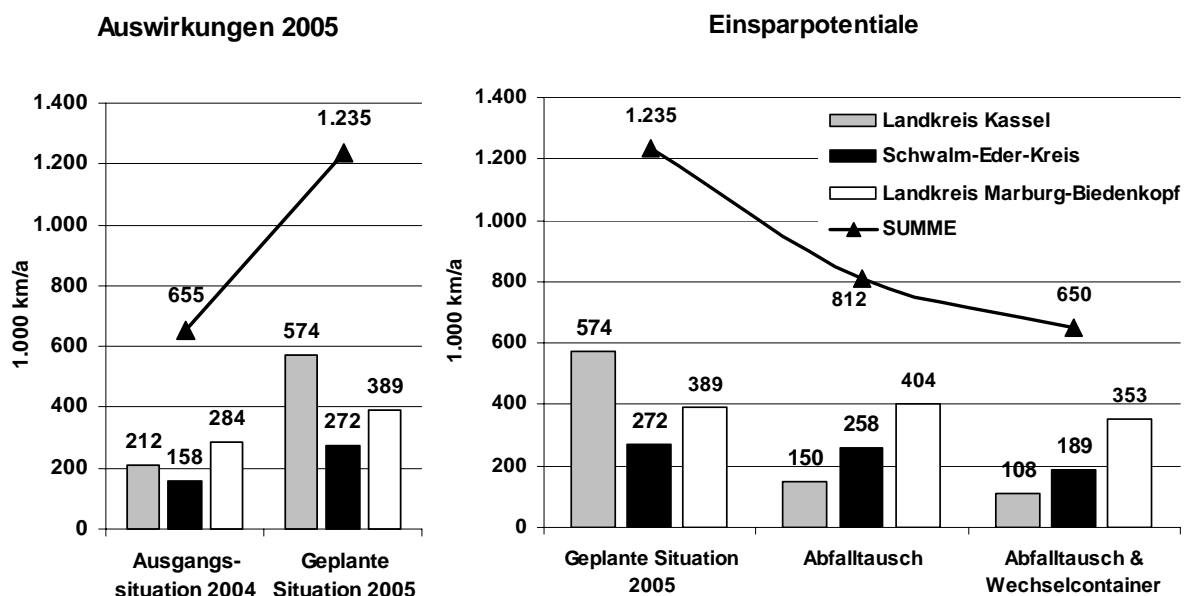


Abbildung 3: Verkehrs-aufkommen der Landkreise Kassel, Marburg-Biedenkopf und Schwalm-Eder durch Restmülltransporte [km/a]

Wie die in Abbildung 3 dargestellten Transportalternativen veranschaulichen, kann der zu erwartende Mehraufwand unter Ausschöpfung aller oben skizzierten Möglichkeiten vollständig kompensiert werden. Alleine durch einen Abfalltausch und die damit verbundene Möglichkeit, die aus verkehrslogistischer Perspektive nächstgelegene Verwertungsmöglichkeit zu nutzen, könnten für den Transport von Restmüll fast 425.000 km/a (34,3 %) eingespart werden, was insbesondere den Landkreis Kassel zu Gute kommt. Das Plus und Minus der beiden anderen Landkreise hält sich in etwa die Waage.

Durch den Einsatz von Wechselcontainer können bei einer durchschnittlichen Beladung mit 18 Mg, was einer Auslastung der Nutzlast von 95 % entspricht, weitere

160.000 km eingespart werden. Hieraus ergibt sich ein gesamtes Einsparpotenzial von 47,4 % der derzeit ab Mitte 2005 absehbaren Transporte.

Mit den je nach Systemlösung möglichen Kilometereinsparungen sind sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile verbunden (Abbildung 4). Die Bilanzierung der Transportkosten, die weder synergetische Einsparungen, wie

- geringere Kosten für Bau und Betrieb von Umladestationen, und
- Reduktion der anfallenden Mautgebühren

beinhaltet, noch den erhöhten Invest für die Anschaffung von Wechselcontainersystemen einbezieht, weist ein jährliches Einsparpotenzial von 613 bis 847 € auf.

Die ebenfalls mit den eingesparten Transportkilometern korrelierende CO₂-Einsparung kann auf jährlich 482 bis 666 Mg beziffert werden.

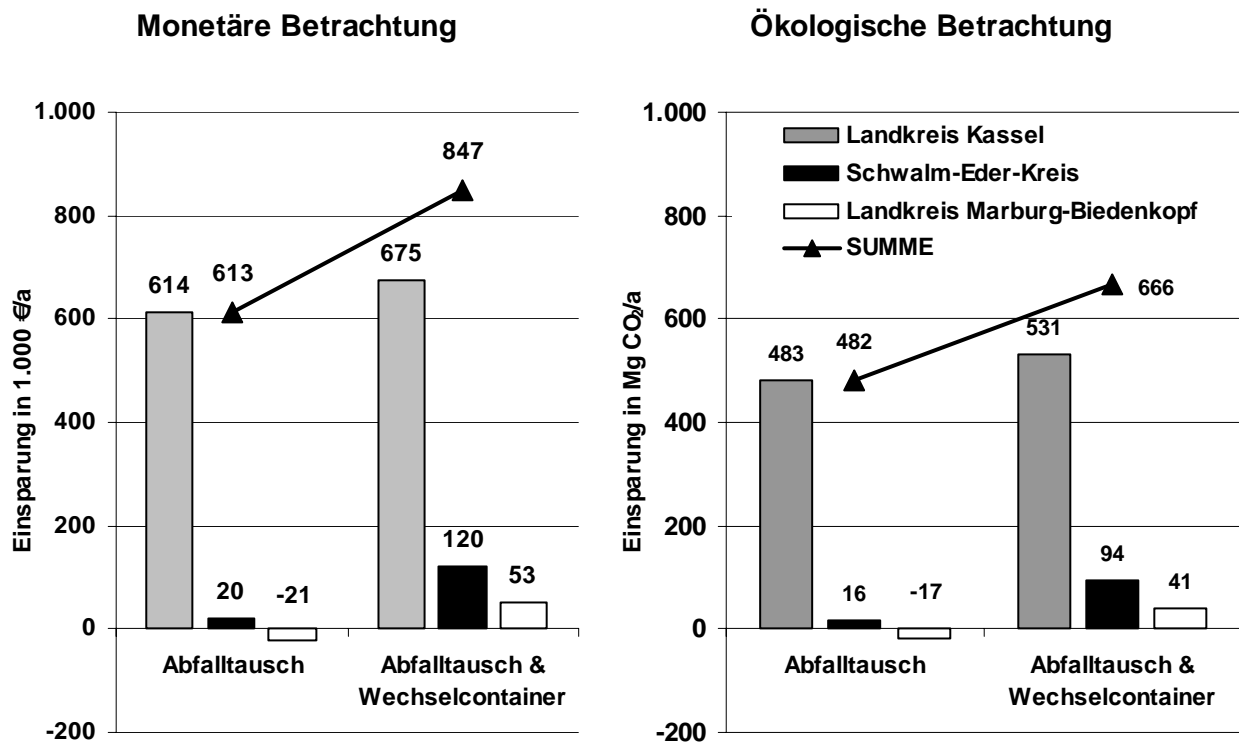


Abbildung 4: Monetäre und ökologische Einsparpotentiale der Systemlösung im Vergleich zur geplanten Situation 2005

5 Ausblicke auf weitere Optimierungsmöglichkeiten

Mit den vorgestellten Ergebnissen wurden in einem ersten Optimierungsansatz zunächst die größten Einsparpotenziale des nordhessischen Untersuchungsgebiets aufgezeigt. Für die nicht betrachteten Gebietskörperschaften, bei denen ein Trans-

port des Restmülls über die Kreisgrenzen erfolgen soll, lassen die gewonnenen Daten vermuten, dass insbesondere durch den Einsatz von Wechselcontainersystemen weitere Einsparungen möglich sind, die noch genauer zu quantifizieren sind. Bei Kommunen mit eigenen Abfallbehandlungsanlagen und geringen Transportentfernungen (Stadt Kassel oder Wetterau Kreis) sind auch ab 2005 keine nennenswerten Veränderungen und dementsprechend auch kaum Einsparungen zu erwarten.

Ebenfalls noch nicht mit in die Berechnung einbezogen sind die Sperrmülltransporte, für die sich ab Mitte 2005 eventuell eine differenzierte Erfassung und Behandlung der thermisch verwertbaren und nicht thermisch verwertbaren Bestandteile anbietet. In welcher Form auch immer die zukünftige Behandlung erfolgen wird, werden die Transporte ab Mitte 2005, wie beim Restmüll gesehen, wahrscheinlich ebenfalls ein großes Optimierungspotenzial besitzen.

Auch bislang noch nicht berücksichtigt wurde die Möglichkeit, durch gekoppelte Transporte Einsparungen zu erzielen. Das oben dargestellte Ergebnis des ersten Optimierungsansatzes beinhaltet einen Leertransportanteil von 50 %, welcher durch Bildung von Transportketten reduziert werden kann. Hierzu bieten sich in erster Linie Abfall- und Wertstoffströme an, die durch die Abfallbehandlung in der MBS Mecklar-Meckbach entstehen. Beispielsweise könnten Rückfahrten der Abfalltransporte des Werra-Meißner-Kreises genutzt werden, um das in der MBS produzierte Trockenstabilat zur Verwertung nach Witzenhausen (Werra-Meißner Kreis) zu transportieren. Auch die in der MBS abgetrennte Schwerstofffraktion könnte auf dem Rückweg der Abfalltransporte des Schwalm-Eder-Kreises und des LK Marburg-Biedenkopf zur Deponie in Wabern (Schwalm-Eder-Kreis) gebracht werden. Da in der derzeitigen Planung ein Transport der Schwerstoffe nach Hofgeismar (Landkreis Kassel) geplant ist, könnte durch die Kopplung der Fahrten und durch die Realisierung eines näher gelegenen Entsorgungsstandortes sogar ein doppelter Nutzen gezogen werden. In diesem Fall müssten Ausgleichszahlungen für die Deponien erfolgen, bei denen die Schwerstoffe ursprünglich abgelagert werden sollten.

6 Übertragbarkeit der gewonnenen Daten der Restmülltransporte

Da es zu Mitte 2005 eine einschneidende Umstellung der Abfallwirtschaft geben wird, die mit einer deutlichen Zentralisierung der Restmüllbehandlung verbunden sein wird, kann angenommen werden, dass die innerhalb des Untersuchungsgebietes gewonnenen Daten auf ähnlich strukturierte Gebiete Deutschlands einwohnerproportional übertragbar sind.

$\text{Einsparpotenzial}_{\text{BRD}} = \frac{\text{Einsparpotenzial}_{\text{Untersuchungsgebiet}} * \text{Anzahl Einwohner}_{\text{Übertragungsgebiet}}}{\text{Anzahl Einwohner}_{\text{Untersuchungsgebiet}}}$
--

Zur Auswahl der Gebiete, für die eine Übertragbarkeit der Ergebnisse möglich erscheint, wurden zwei Ansätze gewählt (Tabelle 3). Im Ansatz A wurden die Stadtstaaten (Berlin, Bremen und Hamburg) von der Hochrechnung ausgeschlossen, da sie über eigene Behandlungskapazitäten verfügen bzw. genügend Potenzial besitzen, um eigene Lösungen zu realisieren. Darüber hinaus wurde das Land Nordrhein Westfalen ebenfalls nicht berücksichtigt, da dort die thermische Abfallbehandlung schon vor 2005 eine große Rolle gespielt hat und deshalb durch die sich verändernde Anforderungen an die Abfallablagerung bei weitem nicht so große Auswirkungen zu erwarten sind wie in den anderen Bundesländer, in denen derzeit der überwiegende Anteil der Abfälle noch in Deponien eingebracht wird. Durch die Auswahl ergibt sich ein Multiplikator zur Verrechnung der innerhalb des Untersuchungsgebietes gewonnenen Daten von 38,33.

Im Ansatz B wurden alle Großstädte mit einer Einwohnerdichte von mehr als 2.000 E/km² von der Übertragung ausgeschlossen, weil auch hier vermutet werden kann, dass das Abfallpotenzial dieser Städte ausreicht, um eigene, dezentrale Lösungen zu verwirklichen. Weniger dicht besiedelte Städte mit Einwohnerdichten von < 2.000 E/km², die zum Teil auch geeignet wären, um eigene Lösungen zu verwirklichen, wurden nicht ausgeschlossen, da das Untersuchungsgebiet mit der Stadt Kassel über eine solche Struktur mit Eigenlösung verfügt. Aus diesem Ansatz ergibt sich ein Multiplikator von 44,57.

Tabelle 3: Datengerüst zur Hochrechnung der Ergebnisse der Restmülltransporte

	Einwohner [E]	Bevölkerungs- dichte [E/km ²]	Multiplikator für Hochrech- nung
Untersuchungsgebiet	1.523.938	159,6	
Ansatz A	58.409.208	182,0	38,33
Ansatz B	67.917.191	193,0	44,57
BRD	82.163.475	230,1	

Die bundesweiten Einsparpotenziale, die sich auf Grundlage der innerhalb des nordhessischen Untersuchungsgebietes gewonnenen Daten und durch Hochrechnung dieser Daten gemäß den oben genannten Annahmen errechnen, werden in den folgenden Tabellen dargestellt. Dabei nennt Tabelle 4 die Einsparpotenziale, die durch Umschlag der Abfälle in herkömmliche Containerzüge zu erreichen sind. In Tabelle 5 wird zusätzlich auch der Einsatz von Wechselcontainersystemen betrachtet.

Tabelle 4: Bundesweites Einsparpotenzial im Bereich der Restmülltransporte durch Abfalltauschgeschäfte

	km	kg CO ₂	€
Untersuchungsgebiet	423.326	481.962	612.765
Ansatz A	16.225.164	18.472.552	23.485.925
Ansatz B	18.866.333	21.479.556	27.309.017
Mittel	17.545.748	19.976.054	25.397.471

Tabelle 5: Bundesweites Einsparpotenzial im Bereich der Restmülltransporte durch Abfalltauschgeschäfte und Einsatz von Wechselcontainern

	km	kg CO ₂	€
Untersuchungsgebiet	585.301	666.372	847.223
Ansatz A	22.433.291	25.540.582	32.472.188
Ansatz B	26.085.032	29.698.135	37.758.084
Mittel	24.259.161	27.619.358	35.115.136

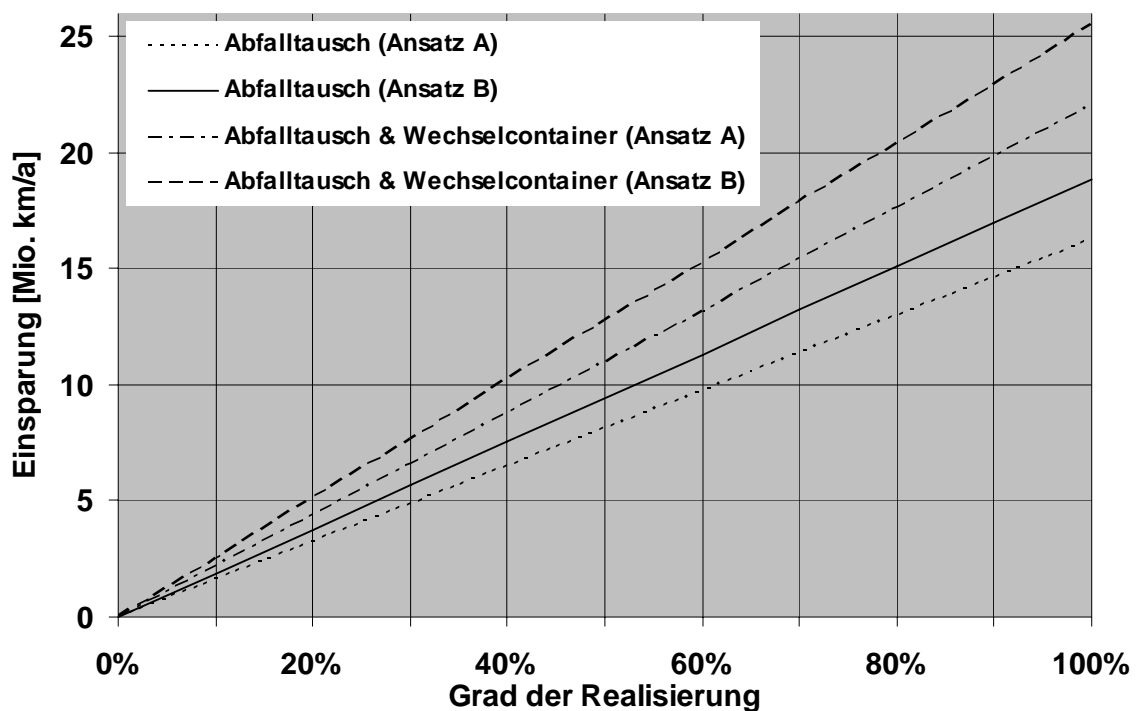


Abbildung 6: Abschätzungen des bundesweiten Einsparpotenzials an Transportkilometern im Bereich der Restmülltransporte

Je nach Ansatz für die Hochrechnung und Systemlösung (mit/ohne Wechselcontainer) kann bei einer vollständigen Umsetzung (100 %) der hier dargestellten Ergebnisse einer ersten Optimierung bereits eine bundesweite Transporteinsparung von 16,2 bis 26,1 Mio. km pro Jahr erwartet werden (Abbildung 6). Hierdurch können CO₂-Emissionen in Höhe von 18.473 bis 29.698 Mg pro Jahr eingespart werden. Oh-

ne Berücksichtigung von Maut- und Investitions- und Personalkosten liegt das bundesweite Einsparungspotenzial an reinen Transportkosten zwischen 23,5 und 37,8 Mio. €, wenn pro km und Mg Abfall 0,15 € veranschlagt werden.

Zur Abschätzung der Kilometereinsparung, die bei nicht vollständiger Umsetzung des Optimierungspotenzials zu erwarten ist, wird in Abbildung 6 ein Korridor gezeigt, in dessen Größenordnung Einsparungen erwartet werden. Dabei spiegelt die untere Begrenzung die Umsetzung der Ergebnisse von Ansatz A ohne Verwendung von Wechselcontainersystemen wider. Entsprechend kennzeichnet die obere Grenze das maximale Einsparungspotenzial des Ansatzes B.

7 Zusammenfassung

Ab 2005 ist durch das Ablagerungsverbot für unvorbehandelte Abfälle eine deutliche Zunahme der Verkehrsbelastung in Folge von Restmülltransporten zu erwarten. Innerhalb des Untersuchungsgebietes konnte bereits in einer ersten Optimierungsphase ein Vermeidungspotenzial von jährlich 585.300 km ermittelt werden, das durch einen kommunalen Abfalltausch erreicht werden kann. Das Ziel der Tauschgeschäfte besteht darin, die anfallenden Abfälle einer möglichst standortnahen Verwertung zuzuführen. Eine Auswertung der ab Mitte 2005 geplanten Entsorgungsstruktur hat ergeben, dass in vielen Fällen Transportbelastungen entstehen werden, weil gerade nicht die nächstgelegenen Verwertungsanlagen angesteuert werden. Eine Hochrechnung hat ergeben, dass durch Ordnung der Restmülltransporte und Realisierung kürzerer Entsorgungswege in Deutschland jährlich zwischen 16,2 Mio. bis 26,1 Mio. km/a vermieden werden können. Ohne Berücksichtigung zusätzliche Einsparpotenziale im Bereich der Sperrmülltransporte und durch Kopplung von Abfallströmen.

8 Literaturverzeichnis

- (HBEFA) Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 1.2/Jan 1999
- (HLUG) Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2002, HLUG Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2003
- (Fischer) EDV-Programm Material-Angebots-Rechner ver.1.39-09-uni, Containerdienst Fischer und Transporte Manfred Fischer, Kassel, 2002
- (Praxis) EDV-Programm WDV 32 Version 05-30, PRAXIS EDV-Betriebswirtschaft- und Software-Entwicklung AG, Gotha/Pferdingsleben, 2004

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

Einsatz von Wechselcontainern für den Transport von Bioabfall und Sperrmüll

Dipl.-Ing. Gerhard Halm
Dipl.-Ing. Stefan Stremme
Die Stadtreiniger Kassel

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Vorstellung des Eigenbetriebes Die Stadtreiniger Kassel

Der Eigenbetrieb Die Stadtreiniger Kassel ist am 1. Januar 1993 aus dem früheren Reinigungsamt der Stadt Kassel entstanden. Der Eigenbetrieb erwirtschaftet einen Jahresumsatz von etwa 40 Mio. €. Von den rund 350 Beschäftigten sind 50 Mitarbeiter in der Verwaltung tätig.

Das Leistungsspektrum der Stadtreiniger Kassel umfasst die Sammlung verschiedenster Abfälle, darunter beispielsweise Restabfall, Bioabfall, Sperrmüll, Bauabfall, Papier, Glas, Verpackungen, Holz, Textilien etc. in 100 000 Privathaushalten mit mehr als 190.000 Einwohnern sowie bei etwa 6.500 Industrie- und Gewerbebetrieben. Ein weiteres Arbeitsspektrum der Stadtreiniger Kassel ist die Straßenreinigung auf rund 670 Straßenkilometern sowie die Durchführung des Winterdienstes auf Fahrbahnen und Gehwegen. Das Dienstleistungsangebot der Stadtreiniger Kassel beschränkt sich nicht nur auf die Stadt Kassel selbst, sondern auch auf das Umland, z.B. im Arbeitsbereich der Standplatzbetreuung für Abfallbehälter bei Großwohnanlagen oder der Einsammlung von Verwertungsabfällen.

Die Stadtreiniger Kassel sind zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb und erfüllen die Anforderungen nach DIN EN ISO 9001:2000 im Bereich Qualitätsmanagement. Sie vereinen Beratungskompetenz, Marktkennntnisse, moderne Verwertungs-, Behandlungs- und Entsorgungstechnik, sicheren Winterdienst und umfassende Straßenreinigung sowie optimale Transporte und Transportleistungen.

2 Einführung der getrennten Bioabfallsammlung in der Stadt Kassel

Nach ersten Testphasen zu Beginn der 90-er Jahre wurde 1995 mit Inbetriebnahme des Kompostwerkes Langes Feld (KWLF) im Gebiet der Stadt Kassel ein großer Abfallstrom aus dem Restabfall separat erfasst und in einer ortsnahe Entsorgungsanlage in ein sinnvoll verwertbares Produkt umgewandelt. Eine landwirtschaftliche Verwertung des entstandenen Kompostes konnte nach vorab erfolgter Marktanalyse innerhalb und außerhalb der Stadt Kassel realisiert werden.

Das zugrunde liegende abfallwirtschaftliche Konzept der Getrennterfassung und Verwertung eines bislang bedeutenden Anteils an der Restabfallfraktion konnte damit unter Beachtung minimaler Transportwege umgesetzt werden. Durch separate Erfassung des Bioabfalls außerhalb der Beseitigungsfraktion reduzierte sich der Restabfall aus der Stadt Kassel im Jahr 1999 von 47.400 Mg auf rund 42.600 Mg im Jahr 2004. Im Gegenzug stieg die Abfallmenge von Bio- und Grünabfall aus dem Jahr 1999 in Höhe von rund 14.800 t auf etwa 20.000 Mg im Jahr 2004 an.

Die Menge an Sperrmüll aus Göttingen, welche im MHKW Kassel thermisch verwertet wurde, betrug in letzten fünf Monaten im Jahr 1999 etwa 1.800 Mg und stieg im Jahr 2004 auf etwa 3.200 Mg an.

3 Entwicklung der Bioabfallsammlung in der Stadt Kassel

Nach ersten Erfahrungen im KWLF wurde die Anlage im Volllastbetrieb gefahren, bis es anfangs zu vereinzelt, im Laufe der Zeit zu vermehrten und immer heftigeren Protesten aufgrund von Geruchsproblemen kam. In der Planungsphase unbekannte und nicht nachweisbare Luftströmungen, die eine Genehmigung verhindert hätten, führten trotz Abtrennung durch einen Autobahnwall zu Geruchsproblemen. Wegen dieser nachgewiesenen Geruchsimmissionen wurde das Kompostwerk Langes Feld im September 1997 durch die Stadt Kassel geschlossen.

Als Ausweichanlage musste seinerzeit kurzfristig eine Alternative gefunden werden. Durch den Zeitdruck konnte keine Ausschreibung, die das Kriterium Ortsnähe beinhaltete durchgeführt werden. Beginnend im September 1997 bis August 1999 wurde diese Alternative in Quedlinburg, Sachsen-Anhalt, in einer von der Stadt Kassel weit abgelegenen Bioabfallkompostierungsanlage gefunden und genutzt. Dort konnte der Bioabfall aus der Stadt Kassel entsprechend den technischen Regeln ohne Beeinträchtigung der Umwelt kompostiert und anschließend verwertet werden. Der erhöhte Transportaufwand zur weit entfernt gelegenen Kompostierungsanlage musste, ebenso wie der Transport der Sammelfahrzeuge zur Umladestation, außerhalb der Stadt Kassel akzeptiert werden. In der Stadt Kassel konnte keine Umladestation gefunden werden. All diese Faktoren trieben die Kosten deutlich in die Höhe. Die neuen Dimensionen, bezogen auf die Transportkilometer, sind in Abbildung 1 dargestellt.

Da in der Stadt Kassel kein Potenzial zum Neubau einer Kompostierungsanlage bestand, wurde als nächster Schritt – zunächst ausschließlich vor dem Kostenaspekt – eine andere Entsorgungsanlage gesucht. In der Gesamtbetrachtung waren die Transportkosten ein zugehöriger Parameter. Ergebnis war, dass ab August 1999 die Kompostierungsanlage in Göttingen genutzt werden konnte. Im Gegenzug konnten der Stadt Göttingen freie Kapazitäten zur Sperrmüllentsorgung im Müllheizkraftwerk Kassel angeboten werden.

Der zugehörige Tauschvertrag wurde so umgesetzt, dass die „Ferntransporte“ zwischen Kassel und Göttingen nicht mit Leerfahrten verbunden waren. Das entstandene Transportszenario ist in Abbildung 2 dargestellt.

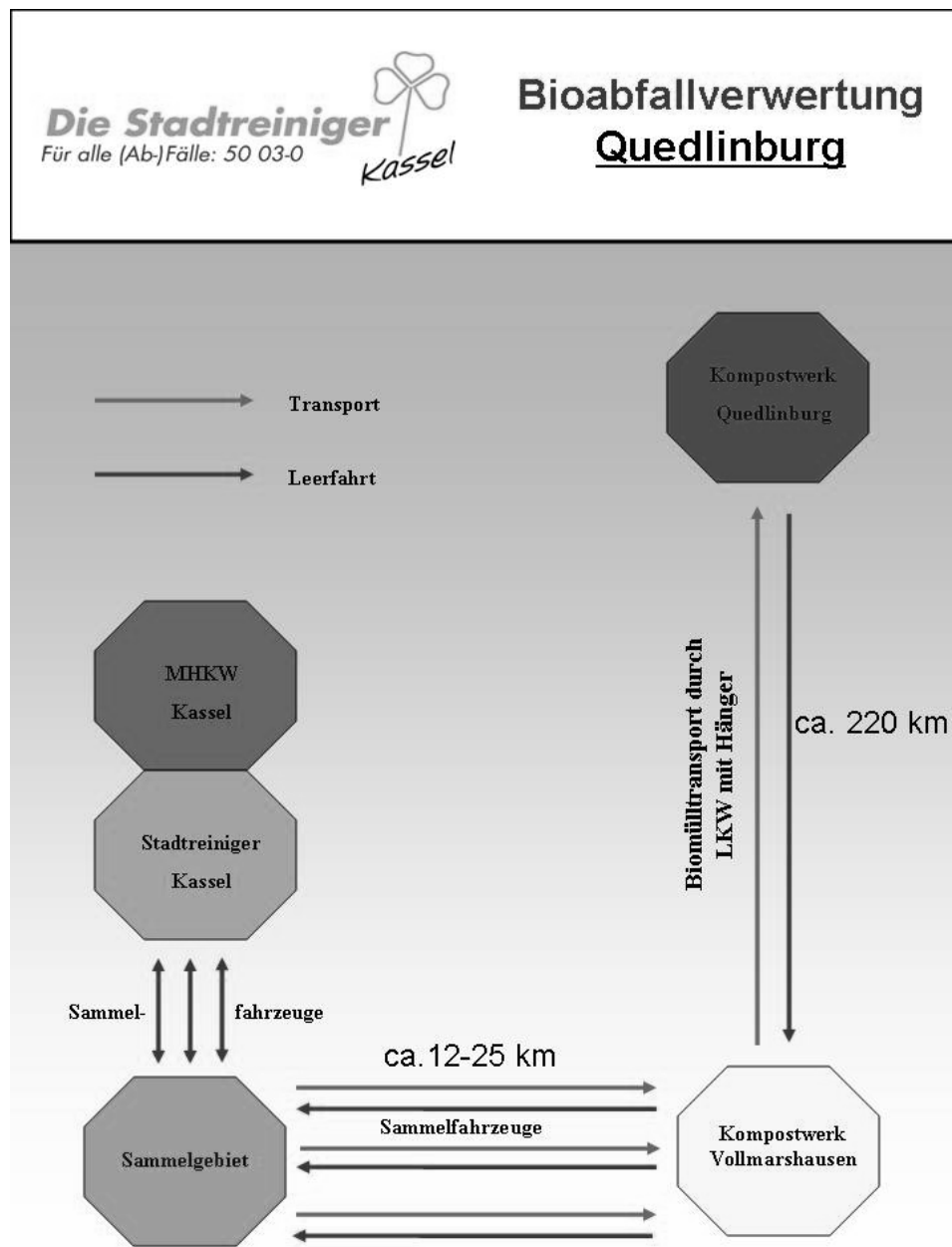


Abbildung 1: Transportwege nach Schließung KWLF

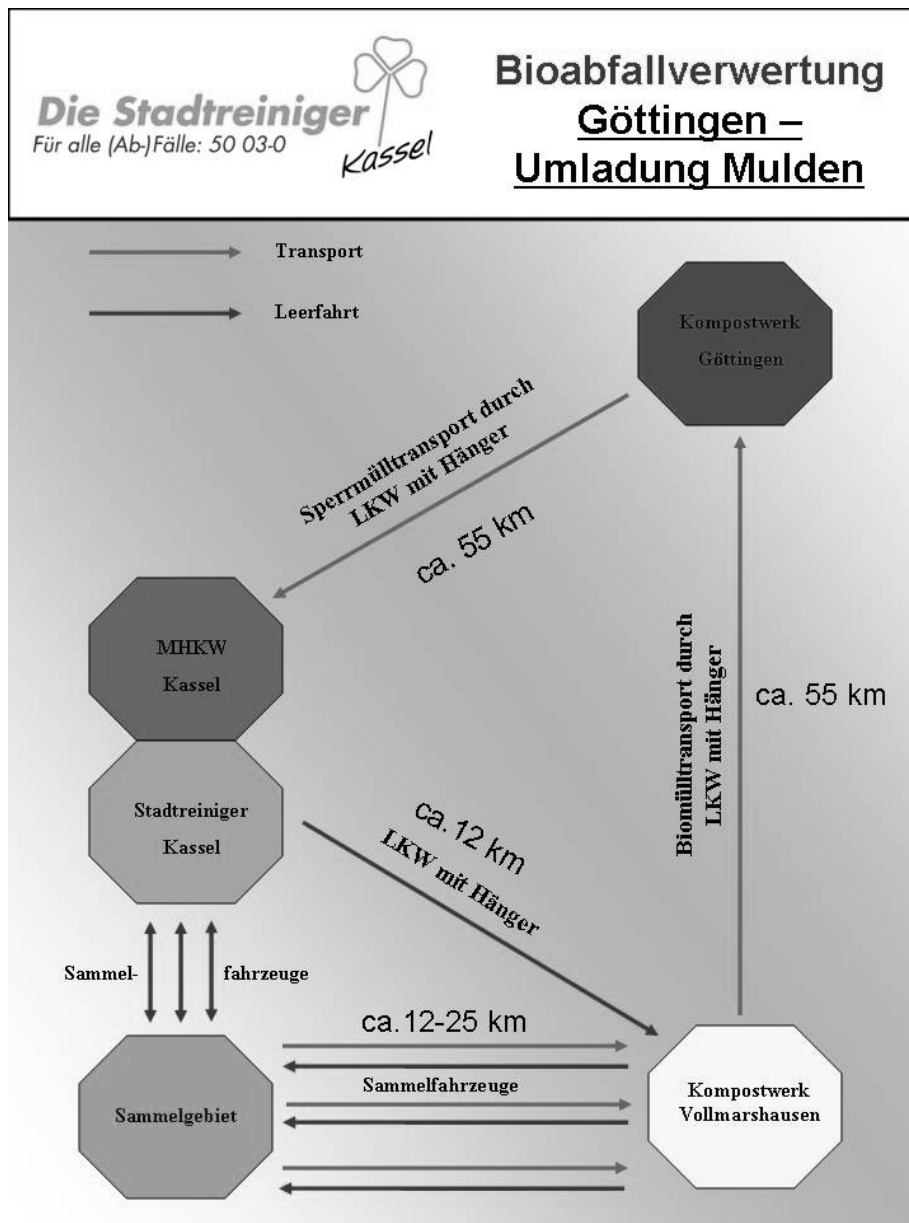


Abbildung 2: Transportszenario Tausch Kassel <-> Göttingen

3.1 Bioabfallsammlung in der Stadt Kassel heute

Mit dem LoTuS-System (Logistisches Transport- und Sammel-System), dem heutigen LoToS-System der HALLER Umweltsysteme GmbH & Co. wurde Ende der 90-er Jahre eine Neuentwicklung im Bereich der Abfallsammellogistik auf den Markt gebracht, die eine direkte Verknüpfung der Arbeitsschritte Sammlung und Ferntransport von Abfällen realisierte.

Das neu entwickelte Transport- und Sammelsystem (LoToS) sollte am Beispiel der Bioabfallsammlung in der Stadt Kassel und des daran gekoppelten, nachfolgenden

Ferntransportes zur (weit) entfernten Kompostierungsanlage in Göttingen getestet werden.

Im August 2001 wurde das LoToS-System in Kassel getestet und in den Regelbetrieb überführt. Die Erprobung und Integration der Neuentwicklung in den Tagesablauf eines Entsorgungsbetriebes erfolgte unter wissenschaftlicher Begleitung durch die Universität Kassel, Fachgebiet Abfalltechnik, Fachbereich Bauingenieurwesen, unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Arnd I. Urban. Während der originäre Grund zur Einführung des LoToS-Systems bei den Stadtreinigern Kassel darin bestand, einer Kostenhöhung aufgrund zukünftig zu erwartender deutlich steigender Kraftstoffkosten vorzubeugen, lag das wissenschaftliche Interesse der Universität Kassel darin, das Reduktionspotential der Bildung von Treibhausgasen aufzuzeigen, welches aufgrund der Minimierung von Abfalltransporten entsteht.

Basierend auf dem Forschungsschwerpunkt „Optimale Transporte in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft“, der seitens des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde, entwickelte die Universität Kassel in Kooperation mit Partnern aus der örtlichen Entsorgungsbranche, von denen einer der Eigenbetrieb Die Stadtreiniger Kassel war, das Projekt mit dem Titel VEMSA „Neue Konzepte zur Vermeidung von Straßenverkehrsbelastungen infolge von Abfalltransporten (z. B. Standortoptimierung von Verwertungsanlagen)“. Die Projektentwicklung und der Bearbeitungszeitraum umfasste für alle Beteiligten den Zeitraum 01.01.2002 bis 30.06.2004.

Zur Beantragung von Fördermitteln wurden zunächst die technischen und abfallwirtschaftlichen Rahmendaten ermittelt, darunter auch die der Stadtreiniger Kassel für deren Teilbereich. Nach Bewilligung der Fördermittel erfolgte die Detailplanung. Die im regulären Einsatz bei den Stadtreinigern Kassel ermittelten Daten wurden in definierten Versuchsphasen zu unterschiedlichen Jahreszeiten ermittelt, um dem saisonalen Einfluss durch Abfallmengen und Abfallqualitäten Rechnung zu tragen. Mit diesen Informationen wurde der Teilbereich der Stadtreiniger Kassel durch die Universität Kassel abschließend bearbeitet.

Offizieller Projektabschluss mit Präsentation der Versuchsergebnisse war der 25. Februar 2005 im Hause der Stadtreiniger Kassel. Das im Versuch getestete, wissenschaftlich bewertete Sammel-, Umlade- und Transportmodell, welches durch die Stadtreiniger Kassel in Zusammenarbeit mit der Stadtreinigung Göttingen in die Praxis überführt wurde, konnte anschaulich dargestellt werden.

Die wichtigsten Daten bezogen auf die Reduktion von Transportkilometern durch Einführung des LoToS-Systems, sind in Abbildung 3 dargestellt.

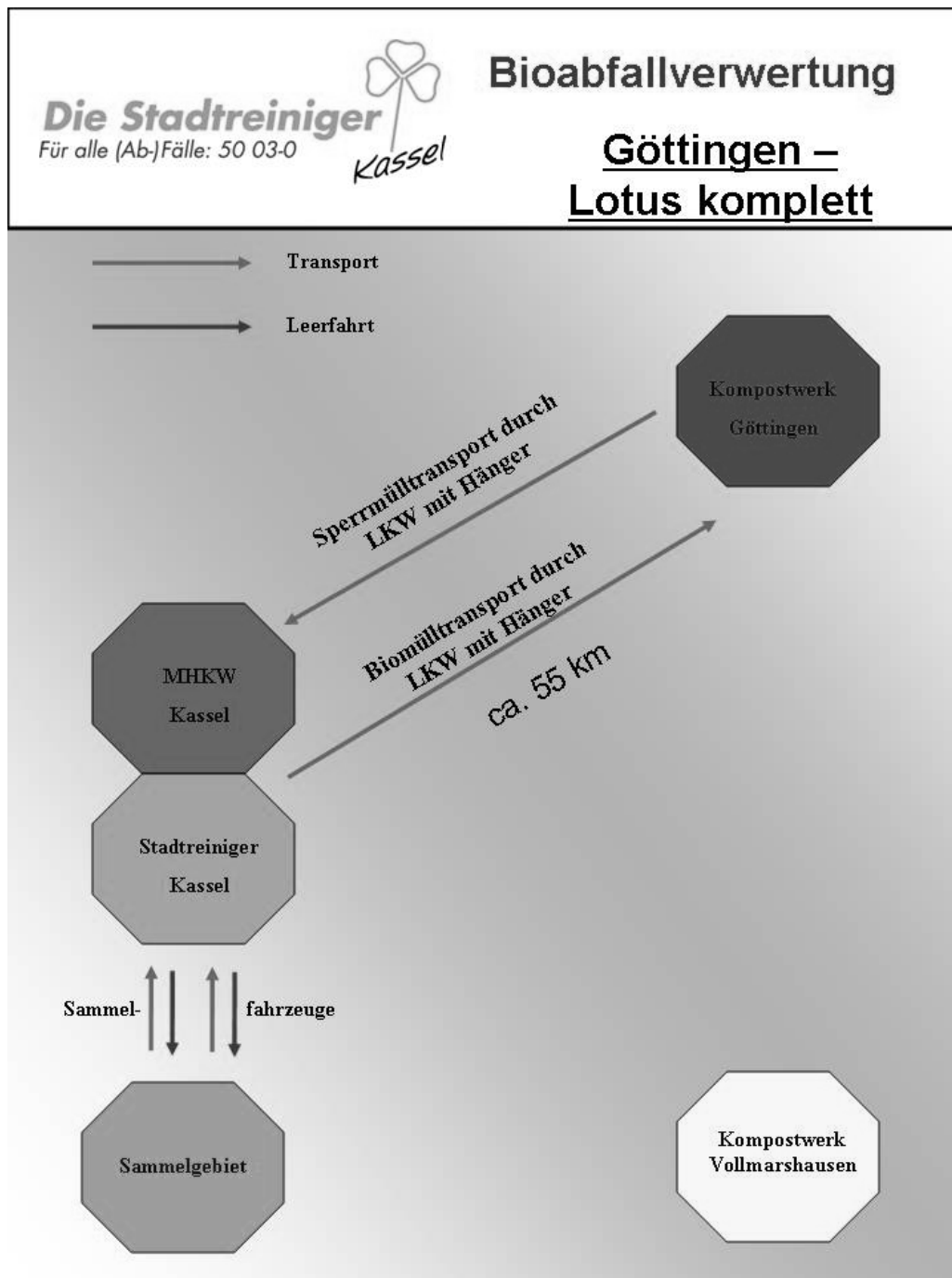


Abbildung 3: Transportszenario Kassel <-> Göttingen mit LoToS-System

3.2 Technische Darstellung des LoToS-systems (früher: Lotus-System)

Bei den Stadtreinigern Kassel werden auch nach Einführung des LoToS-Systems für die Bioabfallsammlung ausschließlich Fahrzeuge mit Hecklader eingesetzt. Die Abfallverdichtung bzw. Einführung in den Stauraum für den Abfall erfolgt bei dem Heckladesystem mittels Transportschnecken. In den Abbildungen 4 ff wird die Funktionsweise des nachfolgend beschriebenen LoToS-Systems anschaulich dargestellt.

In Abbildung 4 ist ein Abfallsammelfahrzeug mit LoToS-Schütte in der Heckansicht zu sehen. In der Seitenansicht (siehe Abbildung 5) wird der erste Schritt des Entladevorgangs, d.h. das Abklappen der Schütte dargestellt. Mit dem Ablassen der Schütte schließt die Ladeklappe der Mulde, die für den späteren Transport manuell gesichert wird. Nachdem die Schütte vollständig bis zum Boden abgelassen ist, werden die Ladeschnecken (Abbildung 6), die dem Abfalltransport in den eigentlichen Umleerbehälter dienen, eingefahren (Abbildung 7). Erst dann kann die auf dem Fahrzeug befindliche Mulde zum Ablassen hydraulisch angehoben (siehe Abbildung 8) werden. Der eigentliche Abladevorgang erfolgt mittels Drahtseilen (siehe Abbildung 9). In Abbildung 10 ist die LoToS-Mulde kurz vor dem Aufsetzen zu sehen. Die Beladung eines Anhängers für den Ferntransport von Kassel nach Göttingen zeigt Abbildung 11.

LoToS-Mulden werden an den Entsorgungsanlagen durch Abklappen der gesamten Containerrückwand entleert. Die Beladung der LoToS-Mulden kann nicht nur nach dem oben ausführlich dargestellten Weg sondern auch von oben mittels Ladekran erfolgen. Letztere Möglichkeit wird bei der Beladung mit Sperrmüll in Göttingen genutzt. Eine geöffnete LoToS-Mulde zur Beladung per Ladekran ist in Abbildung 12 dargestellt.

4 Einsparpotenziale im Rahmen der Umstellung auf das LoToS-System

Die Personalstärke für die eigentliche Sammlung des Bioabfalls änderte sich durch die Umsetzung des Sammelsystems auf LoToS nicht.

Aufgrund der kürzeren Entfernungen zur eigentlichen Umladestelle und der damit verbundenen Zeiteinsparung wurde jedoch die Flexibilität des Personals insgesamt im Bereich der Sammlung deutlich erhöht.

5 Einfluss anderer Entsorgungswege bzw. Aufbau neuer Stoffströme

Aufgrund der TASI, des ElektroG und vieler anderer vorhandenen oder zu erwartenden Rechtsvorschriften ist künftig mit vermehrten Änderungen im Entsorgungsbereich zu rechnen, was mit Sicherheit Einfluss auf Transportwege in Deutschland und in Europa insgesamt haben wird. Die Änderungen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Transportstreckenausweitung nach sich ziehen, wodurch sich ein riesiges Potenzial zur Transportoptimierung erst entwickeln wird.



Abbildung 4: LoToS-Sammelfahrzeug, Hecklader, Rückansicht



Abbildung 5: Abklappvorgang Schütte im LoToS-System



Abbildung 6: abgelassene Schütte



Abbildung 7: Einklappen der zur Befüllung dienlichen Schnecken



Abbildung 8: hydraulisches Anheben der Mulde zum Ablassen



Abbildung 9: Ablassen mittels Drahtseilen



Abbildung 10: Zustand kurz Abschluss des Entladevorgangs



Abbildung 11: Verladung LoToS-Mulde auf Hänger für Ferntransport



Abbildung 12: LoToS-Mulde aufgeklappt zur Beladung von Oben

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Entwicklung und Umsetzung eines Logistikkonzeptes
in der Region Südniedersachsen**

**Zusammenarbeit der Landkreise Göttingen, Northeim,
Osterode am Harz und der Stadt Göttingen**

Uwe Kausch
Franz Rottkord
Stadtreinigung Göttingen

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

A Planung und Entwicklung der Kooperation

1 Einleitung

Stadt und Landkreis Göttingen betreiben seit 1988 eine gemeinsame Deponie im südlichen Gebiet des Landkreises Göttingen, in Deiderode. In Hinblick auf den 31.5.2005 bereiten beide Gebietskörperschaften die Schließung der Deponie sowie die Entwicklung von alternativen Entsorgungsverfahren ab dem 1.6.2005 vor. Auf Grund der vorhandenen, teilweise bereits über 2005 hinaus ausgebauten Deponiekapazität, planen beide Gebietskörperschaften eine gemeinsame biologisch-mechanische Abfallvorbehandlungsanlage. Wichtiges Entscheidungskriterium für diese Art der Vorbehandlung, bei der rund 50% der Abfälle des Inputstromes deponiert werden können, war darüber hinaus die Unmöglichkeit, die noch nicht abgeschriebenen Investitionskosten der Deponie nach dem 1.6.2005 in die Gebühren einzurechnen. Es hätte eine Sonderabschreibung zu Lasten des allgemeinen Haushaltes gebildet werden müssen. Dieser Nachteil wurde allerdings auf Betreiben von unter Anderen der Stadt und des Landkreises Göttingen im Dezember 2002 durch das Niedersächsische Landesparlament geändert. Damit war das zweite, wesentliche Entscheidungskriterium hinfällig. Die thermische Abfallverwertung war damit als wirtschaftlich gleichwertige, also unvorbelastet durch Restbuchwerte, in den Bereich der möglichen Alternativen gerückt. Alle alternativen Verfahren waren nun gleichmäßig durch über lange Zeiträume gebildete Abschreibungen aus der vorzeitigen Schließung der Deponie, dem sogenannten „Deponierucksack“ belastet.

Auf Initiative des Göttinger Oberbürgermeisters wurde in dieser Situation, trotz der bereits beschlossenen Zusammenarbeit von Stadt und Landkreis Göttingen, von den Landkreisen Osterode am Harz, Northeim, Göttingen und der Stadt Göttingen gemeinsam eine Studie, mit dem Ziel einer Zusammenarbeit der vier Gebietskörperschaften, in Auftrag gegeben. Es galt nun zwischen dem Bau einer Anlage für ca. 70.000 Mg/a Input oder einer solchen für ca. 133.000 Mg/a zu entscheiden. Allerdings musste, das war von Anbeginn klar, die Transportlogistik mit in die Waagschale gelegt werden. Die Fragestellungen der Untersuchung lauteten:

- Welche ökonomischen Vorteile hätte eine von den vier Gebietskörperschaften gemeinsam gebaute und betriebene Abfallvorbehandlungsanlage?
- Wie sind die drei vorhandenen TASI-II-Deponien in den Verbund einzubringen?
- Welche alternativen Rechtsformen einer Zusammenarbeit können entscheidungsreif aufgezeigt werden, vorausgesetzt bei einer gemeinsamen Aufgabenbewältigung bestehen Vorteile ?

Dies brachte die schon fortgeschrittenen Planungsarbeiten von Stadt und Landkreis Göttingen zunächst ins Stocken und schließlich im Ergebnis zum Erliegen. Auf der Grundlage des Ergebnisses der Untersuchungen beschlossen die vier südniedersächsischen Gebietskörperschaften Stadt Göttingen, Landkreis Göttingen, Landkreis Northeim und Landkreis Osterode am Harz im Sommer 2002 den Bau und Betrieb einer Restabfallvorbehandlungsanlage (MBA) einschließlich energetischer Verwertung, Umschlag und Transport der Abfälle auf der Basis einer kommunalen Organi-

sation (öffentlich-rechtlicher Vertrag, Zweckverband, GmbH o.ä.). Die Errichtung der MBA sollte am Standort der Zentraldeponie Deiderode des Landkreises Göttingen erfolgen. Die Ablagerung der vorbehandelten Restabfälle sollte auf der Deponie Blankenhagen des Landkreises Northeim erfolgen. Die Deponie Hattorf am Harz des Landkreises Osterode am Harz sollte mittelfristig Zentraldeponie für TASI-I-Abfälle werden.

2 Form, Art und Inhalte der Zusammenarbeit und deren politische Einschränkungen

Der freiwillige Entschluss einer abfallwirtschaftlichen Zusammenarbeit von vier Gebietskörperschaften wurde von den Politikern und in den Medien als „Abfall-Wunder“ in Südniedersachsen begrüßt. Die Strategen der vier Verwaltungen waren stolz.

Eine rational wissenschaftliche Planung der beschlossenen Zusammenarbeit auf einem quasi weißen, unbeschriebenen Blatt Papier wurde bereits mit dem Beschluss über die Zusammenarbeit negativ beschieden, scheiterte an den unterschiedlichen Interessen der Beteiligten.

Für eine solche wissenschaftliche Vorgehensweise hätte ein Zielkatalog auf der Grundlage der wesentlichen Ausgangsparameter: ca. 500.000 Einwohner, ca. 3.000 km², 133.000 Mg/a Siedlungsabfälle, 3 vorhandene TASI-II-Deponien und anderer Parameter erstellt werden müssen. Betrachten wir nur den uns hier wesentlich interessierenden Teilaspekt „Logistik“ oder konkret die Optimierung der Transportkilometer. Die geplante Anlage hätte entweder im Flächenschwerpunkt oder im Bevölkerungsschwerpunkt wahrscheinlich im Schwerpunkt der Abfallmengenverteilung liegen müssen. Die Endablagerung des deponiefähigen Outputs hätte selbstverständlich direkt an der Anlage stattfinden müssen. Auf dem Hintergrund, dass eine Investitionsentscheidung für mindestens eine Generation gefällt wird, wäre eine solche Gesamtuntersuchung, ausgehend von einer tabula rasa, höchst sinnvoll gewesen. Ein entsprechendes Angebot, erstellt vom Fachgebiet Abfalltechnik der Universität Kassel, lag vor. Es wurde, wahrscheinlich in völlig richtiger Einschätzung der Lage, von den vier Verwaltungen fast sofort abgelehnt. Letztlich haben auch die Vertreter der Verwaltung der Stadt Göttingen eine ablehnende Haltung eingenommen, obwohl sie es waren, die das Angebot angefordert hatten. Es bestand die Befürchtung, dass das junge Pflänzchen der kommunalen Zusammenarbeit politisch sofort wieder zertreten werden könnte. Ein wissenschaftlich ermittelter optimaler Anlagenstandort irgendwo in einem der Landkreise oder gar in der Stadt Göttingen, darüber hinaus noch als Krönung eine weitere Deponie, hätte spontan den politischen Widerstand hervorgerufen und den auch vorhandenen Kritikern Argumente gegen die Entscheidung geliefert.

Zurück zur Realität. Die technischen Verwaltungen brachten das aus den Untersuchungen auf der Grundlage der Vorgaben – es kommen für die Anlage und die Deponierung nur die drei vorhandenen Deponiestandorte (siehe Abbildung 1) in Betracht - hervorgegangene Ergebnis ein:

- Gründung eines Zweckverbandes durch die vier Gebietskörperschaften mit jeweils 25 % Anteil
- MBA und Ablagerung am Standort Deiderode (zwar am südlichen Rand des Gesamtgebietes aber immerhin in der Nähe des Abfallmengenschwerpunktes).
- Schließung der TASI-II-Deponien Blankenhagen und Hattorf am Harz
- Übernahme sämtlicher Kosten für die Deponiealtbereiche durch die jeweiligen Deponiebetreiber selbst.
- Abfallumladung in Blankenhagen und Hattorf am Harz. Es war eine Prüfung beabsichtigt, statt der Einrichtung von Umladeanlagen in Northeim und Osterode am Harz in den beiden Gebieten mit einem Wechselcontainersystem zu sammeln und so Transporteinheiten ohne Umladung zusammenzustellen (die Stadt Göttingen hatte bereits Erfahrungen aus dem Tauschvertrag mit Kassel auf diesem Gebiet der Logistik).
- Option der Durchführung der Transporte zur MBA durch den Eigenbetrieb der Stadt Göttingen im Auftrag des Zweckverbandes. Alternativ: Durchführung dieser Transporte durch die Landkreise Northeim und Osterode am Harz zu eigenen Lasten und Kosten, da diese zu vertreten haben, wie ihre Abfälle der MBA zuzuführen sind.

Die politische Verwaltung, die Landräte und der Oberbürgermeister produzierten ein auf Interessenausgleich basierendes abweichendes Ergebnis, das dann von den politischen Gremien der vier Beteiligten teilweise einstimmig, teilweise mehrheitlich, in aufeinander folgenden Zeitabschnitten beschlossen wurde. Die Beschlüsse erfolgten teilweise nur mehrheitlich, weil die aus Kostengründen verworfene Alternative der reinen thermischen Behandlung der Abfälle politisch teilweise nicht akzeptiert wurde.

Beschlossen und schließlich umgesetzt wurden folgende Vorgaben:

- Gründung eines Zweckverbandes durch die vier Gebietskörperschaften mit je 25 % Anteil
- MBA am Standort Deiderode
- Ablagerung des deponiefähigen Outputs in Blankenhagen, Landkreis Northeim
- Zukünftige TASI-I-Deponie in Hattorf am Harz, Landkreis Osterode am Harz
- Schließung der TASI-II-Deponie in Deiderode
- Übernahme sämtlicher Kosten für die Deponiealtbereiche durch die jeweiligen Deponiebetreiber selbst
- Abfallumladung in Blankenhagen und Hattorf am Harz zu Lasten Aller
- Und weil nun jeder der Beteiligten ein Stück der Zusammenarbeit gestalten sollte: Durchführung der Transporte des Inputs und des deponiefähigen Outputs in nun größerem Umfang durch den Eigenbetrieb der Stadt Göttingen. Die Transporte werden durch den Zweckverband finanziert. Der Nachteil der größeren Entfernung der Landkreise Northeim und Osterode am Harz zur MBA und die dadurch entstehenden zusätzlichen Kosten werden durch den

Zweckverband, also durch alle vier Gebietskörperschaften, gemeinsam getragen.

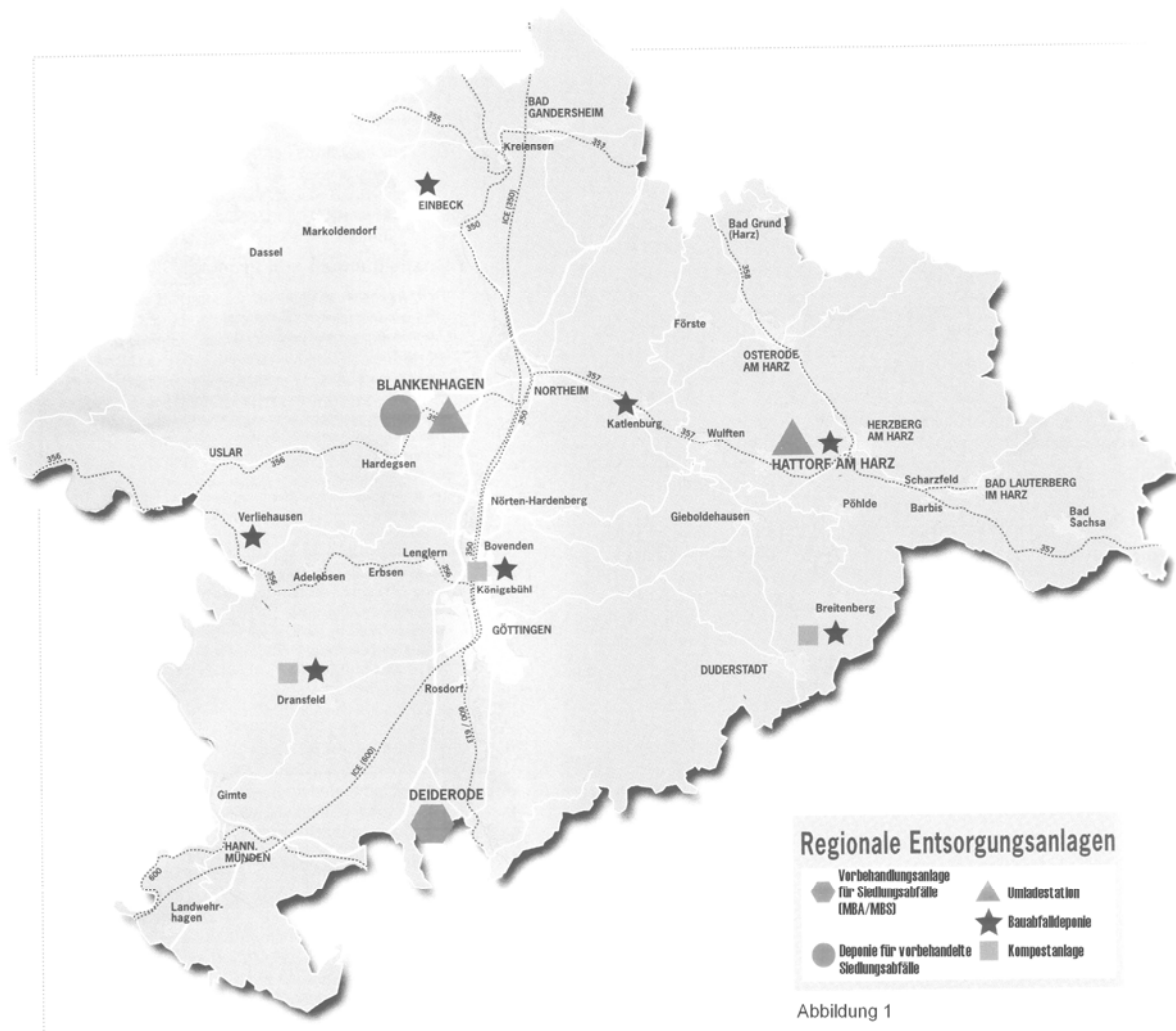


Abbildung 1: Übersichtskarte

Der letzte Punkt der Entscheidung, dass der Eigenbetrieb der Stadt Göttingen die Transporte durchführt, die anderen Punkte zu keiner Zeit, stand immer wieder und bis zum Schluss, auf dem Prüfstand der privatwirtschaftlichen Erledigung. Ab dem 1.6.2005 wird die Stadtreinigung Göttingen, Eigenbetrieb der Stadt Göttingen, den im Rahmen einer Zweckvereinbarung übertragenen Transportauftrag auf die Dauer von 8 Jahren erledigen. Ausgenommen davon ist der Transport der heizwertreichen Fraktion.

Der Vorschlag der Verwaltungen befand sich, die realen Vorgaben berücksichtigend, schon in einer gewissen Entfernung vom möglichen wissenschaftlich zu ermittelnden Ideal, dem ökonomischen, ökologischen Optimum. Die nachfolgende politische Entscheidung führte zu einer weiteren Entfernung zu diesem Ziel.

Die Argumente der Politik waren einfach, klar und unter Anwendung ökonomischer und ökologischer Kriterien nicht überprüft.

- Der Landkreis Göttingen erhält auf seinem Kreisgebiet, auf der Deponie Deiderode, die zu errichtende MBA.
- Die Schließung der TASI-II-Deponie in Deiderode kommt dem Wunsch der dortigen Bevölkerung entgegen.
- Der Landkreis Northeim bringt bereits ausgebaute Deponiekapazität ein. Die hätte er sonst, zum eigenen Nachteil, einer Sonderabschreibung unterziehen müssen.
- Der Landkreis Osterode am Harz hat keinen konkreten Anteil an der Zusammenarbeit. Also erhält er die Zusage, künftig die TASI-I-Deponie zu stellen.
- Die Stadt Göttingen hat nur einen mittelbaren Anteil über die schon vorhandene Zusammenarbeit mit dem Landkreis Göttingen. Sie erhält die Zusage, die Abfalltransporte, bis auf die Transporte der heizwertreichen Fraktion, durchzuführen.

An dieser Stelle sei daran erinnert, die Alternative, und das wurde eingehend im Vorfeld untersucht, jede Gebietskörperschaft baut eine eigene Vorbehandlungsanlage, wäre noch weiter vom ökonomischen, ökologischen Optimum entfernt.

Nach der Entscheidung der Politik hätten allerdings folgende weitere Untersuchungen zur Optimierung der Zusammenarbeit erfolgen müssen:

- Bau von Umladestationen versus Einsatz von Wechselcontainern in der Abfuhr in Osterode am Harz und Northeim
- Erstattung der Restbuchwerte des vorhandenen Deponieausbaus in Blankenhagen zuzüglich der Kosten der Deponieerweiterung in Deiderode versus Kosten der Transporte des deponiefähigen Outputs von Deiderode nach Blankenhagen über 25 Jahre
- Zentrales TASI-I-Deponiekonzept (Hattorf am Harz) versus dezentrales TASI-I-Deponiekonzept
- Kommunale Erledigung des Transportauftrages versus privatwirtschaftliche Erledigung (Wobei darauf hinzuweisen ist, dass ein fairer Vergleich unmöglich erscheint).

Ein umfangreiches Programm, das die Auftragslage mehrerer Ingenieurbüros deutlich verbessert hätte, das aber auf der Grundlage der im Beschluss zur Zusammenarbeit enthaltenen und unabdingbar vorgegebenen Parametern nicht mehr abgearbeitet werden musste. Eine detaillierte Bearbeitung hätte außerdem das bis zum 1.6.2005 noch zur Verfügung stehende Zeitbudget gesprengt.

Die abfallwirtschaftliche Zusammenarbeit eines Teils der südniedersächsischen Kommunen konnte nur durch einen fairen Interessenausgleich zustande kommen. Jeder der Partner konnte als Gewinner aus den erfolgreich abgeschlossenen Verhandlungen hervorgehen. Insgesamt ist die Entscheidung ökonomisch wie auch ökologisch sinnvoll, wenn sie auch aus den genannten Gründen möglicherweise nicht das Optimum darstellt.

Sämtliche relevante Verträge und Vereinbarungen zwischen den Partnern sind im Anhang (Punkt 11) tabellarisch zusammengestellt.

Die Entscheidung birgt außerdem in sich, das ist im politischen Grundsatzbeschluss und in der Satzung des Abfallzweckverbandes Südniedersachsen festgeschrieben, eine Erweiterung der gemeinsamen Aufgabenerfüllung der vier Partner im operativen Bereich.

In den nachfolgenden Unterpunkten wird die Vorgehensweise zur Optimierung der von der Stadtreinigung Göttingen übernommenen Abfalltransportaufgabe dargestellt.

B Logistikkonzept der Abfalltransporte

3 Grundlage

Die Umsetzung der beschlossenen, gemeinsamen Abfallwirtschaft in der Region Südniedersachsen hat zur Folge, dass die vorzubehandelnden Abfallarten und -mengen der Landkreise Northeim, Osterode am Harz und Göttingen sowie der Stadt Göttingen zur Restabfallvorbehandlungsanlage nach Deiderode, nach der Vorbehandlung als Output zur Deponie nach Blankenhagen zu transportieren sind. Die Abfälle aus der Stadt Göttingen werden auf direktem Wege in Abfallsammel- oder Containerfahrzeugen ohne Umladung nach Deiderode transportiert. Mit den Abfällen aus dem Landkreis Göttingen wird ebenso verfahren. Die Abfälle aus den Landkreisen Northeim und Osterode am Harz werden erst nach einer Umladung in entsprechenden Anlagen zur Vorbehandlungsanlage transportiert.

Nach § 4 Abs. 4 der Verbandssatzung des Abfallzweckverbandes Südniedersachsen hat die Stadt Göttingen ab dem 01.06.2005 die Transporte der Abfallmengen zwischen den Umladeanlagen in Hattorf am Harz und Blankenhagen und der MBA in Deiderode durchzuführen. Diese Aufgabe wird von dem Eigenbetrieb der Stadt Göttingen – der Stadtreinigung Göttingen – wahrgenommen.

Die Stadtreinigung Göttingen hat schon frühzeitig damit begonnen, für die o.g. Aufgabe ein Transport- und Logistikkonzept zu entwickeln. Es stehen mehrere Transportmöglichkeiten (Container, Sattelaufleger, Kombination aus Lkw- und Schienentransport) zur Auswahl, die in dem Logistikkonzept überprüft worden sind.

4 Abfallmengen

In der Verbandssatzung des Abfallzweckverbandes Südniedersachsen sind die maximalen Abfallmengen der einzelnen Gebietskörperschaften genannt. Diese wurden für die Transportleistungen zugrundegelegt:

Landkreis Osterode am Harz:	33.810 Mg/a
Landkries Northeim:	28.180 Mg/a
Landkreis Göttingen:	39.450 Mg/a
Stadt Göttingen:	31.560 Mg/a

Insgesamt können im Volllastbetrieb 133.000 Mg/a an Abfällen in der MBA vorbehandelt werden. Die Outputströme „heizwertreiche Fraktion“ und „verwertbare Stoffe“ wurden in diesem Logistikkonzept nicht weiter betrachtet. Nur die Inputmengen aus den Landkreisen Northeim und Osterode am Harz und die Outputmengen der MBA, die in Blankenhagen deponiert werden, sind in die Berechnungen mit einbezogen worden. Diese zu deponierenden Reste betragen voraussichtlich 49.500 Mg/a.

Da die Abfallmengen aus Stadt und Landkreis Göttingen direkt zur MBA gebracht werden, verbleiben (inkl. des Deponie-Outputs) ca. 111.500 Mg/a, die von der Stadtreinigung Göttingen transportiert werden müssen. Die Abfälle aus den Landkreisen Osterode am Harz und Northeim sind nach den Abfallarten Haushaltsabfall, Sperrabfall und Gewerbeabfall getrennt an der MBA anzuliefern.

5 Verladung

Für die Verladung der Abfallmengen sind zwei Umladeanlagen errichtet worden: Im Landkreis Northeim auf der Deponie Blankenhagen und im Landkreis Osterode am Harz auf der Deponie Hattorf am Harz. Die Infrastruktur der Deponien kann auch für die Umladeanlagen genutzt werden. Die Anlagen bestehen aus zwei Ebenen: Auf der unteren Ebene fährt der Container-Lkw-Zug zur Verladung der Abfallmengen, auf einer zweiten, höheren Ebene entleeren die Abfallsammelfahrzeuge in den Bunker der Umladeanlagen. Verladen werden die Abfallmengen mit einem Hubbagger mit einem Zweischalengreifer.

Die Verladung des MBA-Outputs zur Deponierung erfolgt in der Lagerhalle auf dem MBA-Gelände in Deiderode. Die Verladung erfolgt mittels Radlader.

Die eingesetzten Container haben ein Volumen von je 35 m³ Inhalt und sind mit einem zweigeteilten Deckel ausgerüstet, der mit einer hydraulischen Hubeinrichtung per Hand schnell geöffnet oder geschlossen werden kann.

6 Fahrtrouten

Die Fahrtroute verläuft in Form eines Dreiecks: An den Eckpunkten Hattorf am Harz, Blankenhagen und Deiderode erfolgt die Be- und/oder Entladung. Die Transportfahrzeuge fahren zum Teil über Blankenhagen weiter zur Umladeanlage nach Hattorf am Harz, nachdem sie in Deiderode den Restabfall abgeladen und den MBA-Output geladen haben. Es entstehen nicht vermeidbare Leerfahrten zwischen den Eckpunkten Blankenhagen und Hattorf am Harz. Zum Teil gibt es auch Leerfahrten von Deiderode nach Hattorf am Harz. Die für die Berechnung zugrundegelegten Mengenströme sind in Punkt 4 genannt.

Die Gesamtlänge der Transportstrecke des o.g. Dreiecks beträgt 132 km, von denen ca. 50 km Bundesautobahnen sind. Auf der restlichen Strecke erfolgen die Transporte auf Bundesstraßen. Es werden mehrere Dörfer und Städte durchfahren.

Die Ermittlung der Fahrzeit und der Fahrkilometer erfolgte durch mehrmalige Befahrung mit einem beladenen Container-Lkw-Zug. Die Fahrzeiten waren in allen Fällen nahezu identisch und wurden zur Sicherheit um einen Zuschlag von 10 % erhöht, um auch spätere Staus oder ungünstige Witterungsbedingungen zu berücksichtigen.

7 Transportkilometer und -zeit

In der Tabelle 1 sind die Transportkilometer und die Transportzeiten einschließlich der Be- und Entladezeiten zwischen den Anlagen dargestellt.

Tabelle 1: Gesamtdarstellung der Zeiten und der Transportmengen und -kilometer für den Container-Lkw-Zug

Lese-Reihenfolge von → nach	Blankenhagen (B)	Hattorf (H)	Deiderode (D)
Blankenhagen (B)		km: 39 Mengen: 0 t/a Fahrzeit: 54 Min Beladezeit (B): 0 Min Entladezeit (H): 0 Min Gesamtzeit: 54 Min	km: 35 Mengen: 28.180 Mg/a Fahrzeit: 38 Min Beladezeit (B): 0 Min Entladezeit (D): 30 Min Gesamtzeit: 68 Min
Hattorf (H)			km: 58 Mengen: 33.810 Mg/a Fahrzeit: 71 Min Beladezeit (H): 30 Min Entladezeit (D): 30 Min Gesamtzeit: 131 Min
Deiderode (D)	km: 35 Mengen: 49.500 Mg/a Fahrzeit: 38 Min Beladezeit (D): 30 Min Umsattelzeit(B): 30 Min Gesamtzeit: 98 Min	km: 58 Mengen: 0 Mg/a Fahrzeit: 71 Min Beladezeit (D): 0 Min Entladezeit (H): 0 Min Gesamtzeit: 71 Min	

8 Anzahl der Transporte

Die Anlieferung von Haushalts-, Gewerbe- und Sperrabfall an der Restabfallvorbehandlungsanlage in Deiderode muss separat erfolgen, und es darf keine Vermischung der Abfälle bei der Verladung vorgenommen werden. Bei der Ermittlung der Transporte wurde dies berücksichtigt. Die Anlieferung erfolgt mit einem Container-Lkw-Zug mit einem Aufbauvolumen von 70 m³ (2x35 m³), so dass beim Haushalts-

und Gewerbeabfall bei einer angenommenen Dichte von $0,25 \text{ Mg/m}^3$ eine Auslastung von ca. 18 Mg pro Zug zu erzielen ist.

Beim Sperrabfall wird keine Auslastung aufgrund der geringen Dichte von $0,13 \text{ Mg/m}^3$ erreicht. Bei dieser Abfallart werden nur 9 Mg pro Zug zugeladen werden können.

Für die einzelnen Touren (Fahrstrecken von ... nach) wurden folgende Daten zugrundegelegt bzw. berechnet:

- Tourlänge in km
- Dauer (Fahr-, Be- und Entladezeit) in Min./Tour
- Abfallmengen ohne Sperrabfall und Nettozuladung in Mg
- Sperrabfallmengen und Nettozuladung in Mg
- Daraus errechnet: - Anzahl der Touren/a bzw. Touren/d
- Gesamtdauer in h/d
- Gesamtlänge in km/d

Durch Addition der einzelnen Teilstrecken konnte die Gesamtdauer und die Gesamtlänge aller Transportvorgänge eines Tages ermittelt werden. Auch Leerfahrten mussten berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Berechnung sind in der Tabelle 2 dargestellt. In der Abbildung 2 wird grafisch dargestellt, wie die Transporte und in welcher Anzahl sie pro Tag ablaufen sollen. An dieser Stelle findet auch die Ermittlung der Leerfahrten statt. Leerfahrten treten von Deiderode nach Hattorf am Harz und von Blankenhagen nach Hattorf am Harz auf.

Bei der Ermittlung der Anzahl der Transporte wurde von einem durchschnittlichen und gleichmäßigen Anfall der Abfallmengen pro Tag ausgegangen. Es ist aber bekannt, dass die Abfallmengen saisonal schwanken können. Schwankungen müssen – wenn sie auftreten – in der Praxis über eine zweite Schicht oder durch Einsatz von Reservekapazitäten ausgeglichen werden.

9 Kostenbetrachtung

Die Fahrzeugkosten wurden als Fix- und variable Kosten pro Fahrzeug ermittelt. Bei den Personalkosten wurden die Tarife nach dem BMTG zugrundegelegt. Nach der Tabelle 2 sind für die o.g. Abfallmengen 9 Fahrer und 8 Lkw-Züge erforderlich. Die Reserve von 25 % beim Personal und 10 % bei den Fahrzeugen ist dabei berücksichtigt worden. Es wurden jährliche Transportkosten von ca. 1 Mio. EUR ermittelt.

Die Kosten für die eingesetzten Container sind in den genannten Kosten nicht enthalten. Es werden 65 Container beschafft. Diese Zahl wurde aus der maximal zu transportierenden Tagesmenge, der Pufferkapazität plus jeweils 2 Container für die Lkw-Züge ermittelt.

Tabelle 2: Ermittlung der Fahrzeuge und Fahrer bei maximalen Abfallmengen

Anzahl der Containerfahrzeuge mit Anhänger	8 (incl. Reserve)
Anzahl der Fahrer	9 (incl. Reserve)
Gesamt-Transportkilometer pro Jahr	ca. 377.000 km
Gesamt-Transportmenge pro Jahr	ca. 111.500 t

Landkreis Northeim:
Transportmenge – 28.180 Mg/a

Landkreis Osterode a. Harz:
Transportmenge – 33.810 Mg/a

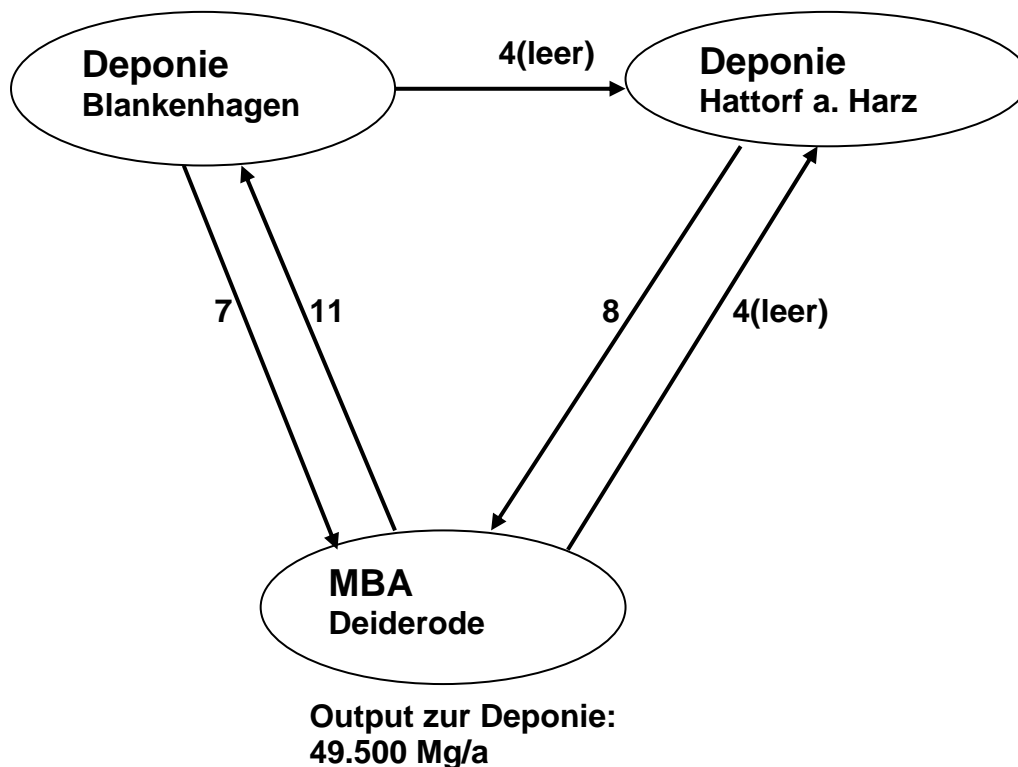


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Transporte zwischen den Anlagen mit Anzahl der Touren pro Tag

10 Ergebnisse

Neben der Möglichkeit, die Abfälle mit Container-Lkw-Züge zu transportieren, wurde auch der Einsatz von Sattelzügen betrachtet. Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Varianten nur monetär, so fällt die Entscheidung ganz klar für den Sattelzug aus. Der Transport mit dem Container-Lkw-Zug hat jedoch eindeutige Vorteile: Eine Pufferung der Mengenströme ist jederzeit möglich, z.B. bei kürzeren Revisionen oder bei unvorhergesehenen Mengenspitzen. Die Abfallmengen werden dann an den Anlagen in die Container verladen und dort in ein Depot gestellt. Dieses Depot wird zu einem späteren Zeitpunkt durch den Container-Lkw-Zug geleert, das System ist flexibel. Gleiches ist natürlich auch für das System „Sattelaufliieger“ denkbar, nur müssen entsprechend viele Auflieger beschafft werden. Im Vergleich zur Containerbeschaf-

fung sind die Investitionskosten für den Sattelaufleger – bezogen auf das Aufbauvolumen – um das Zehnfache höher als beim Container.

Wird von einem Depot von 1.000 m³ Speichermöglichkeit pro Anlage ausgegangen, so ist die Aufliegerinvestition um 3 Mio. € teurer als die Investitionen in das Containerdepot. Werden Abschreibungen und Zinsen mit einbezogen, so fällt die Entscheidung eindeutig für den Container-Lkw-Zug aus.

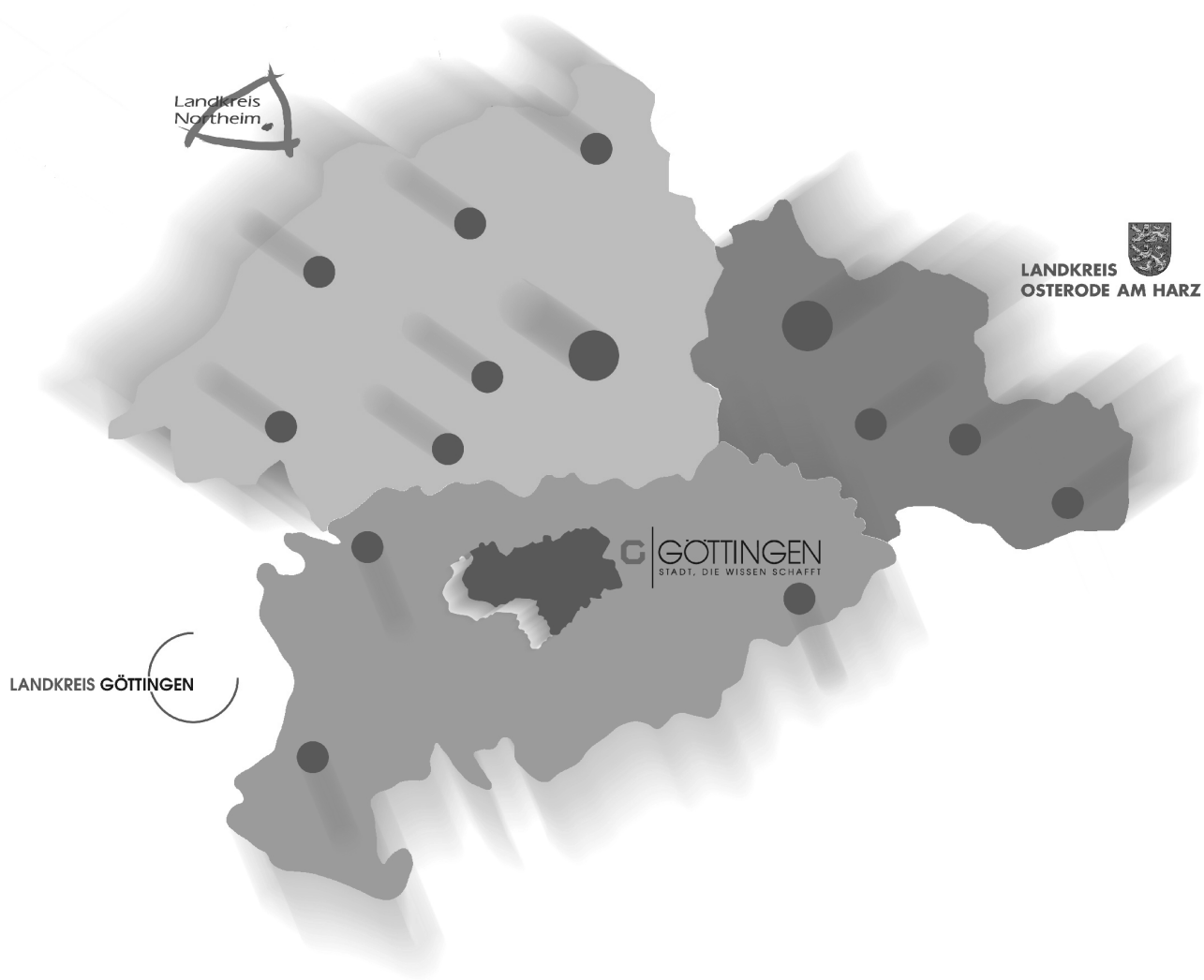
Ein Transport per Eisenbahn in Kombination mit Lkws ist geprüft worden. Die o.g. Abfallmengen sollten in Spezialcontainern an den Umladeanlagen geladen und per Lkw zu den nächstgelegenen Übergabepunkten bzw. Bahnhöfen der Deutschen Bahn AG transportiert werden. Die DB AG sollte dann Einheiten zusammen stellen und anschließend die Abfälle zu dem der Vorbehandlungsanlage in Deiderode nächstgelegenen Bahnhof (Friedland) transportieren. Von dort sollten die Container per Lkw nach Deiderode gefahren, dort entleert und mit dem Output der MBA gefüllt und wieder zum Bahnhof per Lkw zurückgefahren werden.

Seitens der DB AG erfolgte aber eine Absage mit der Begründung, die Übergabepunkte lägen zu ungünstig und das ganze System sei nicht wirtschaftlich zu betreiben. Aus diesem Grund ist das Transportsystem nicht weiter betrachtet worden.

11 Anhang

Zusammenstellung der für die Zusammenarbeit der südniedersächsischen Kommunen Osterode am Harz, Northeim, Landkreis und Stadt Göttingen relevanten Verträge und Vereinbarungen

Mitte 2002	Politischer Grundsatzbeschluss (wortgleich in allen vier Kommunen beschlossen)
Mitte 2003	Gründung des Zweckverbandes Südniedersachsen (AS) durch Beschluss der Verbandssatzung
Mitte 2004	Zweckvereinbarung über die Übertragung der Aufgabe für die Transporte von Abfällen zwischen der Stadt Göttingen und dem Abfallzweckverband
	Zweckvereinbarung über die Übertragung der Aufgabe der Deponierung der mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfälle zwischen dem Landkreis Northeim und dem Abfallzweckverband
	Zweckvereinbarung über die Übertragung der Aufgabe der Deponierung der Deponierung der inerten Abfälle zwischen dem Landkreis Osterode am Harz und dem Abfallzweckverband
Anfang 2005	Personalübernahmevereinbarung
Anfang 2005	Pachtvertrag zwischen AS und LK Göttingen (Teilfläche für die MBA)
	Pachtvertrag zwischen AS und LK Northeim (Teilfläche für Umladeanlage)
	Pachtvertrag zwischen AS und LK Osterode (Teilfläche für Umladeanlage)
	Eintragung von Grunddienstbarkeiten als Grundlage für die Pachtverträge (wegen der aufstehenden Gebäude, die im Eigentum des AS sind, erforderlich)
	Personalgestellungsverträge (Nutzung von Synergien im Personalbereich zwischen den Deponien und den Umladeanlagen)
	Vereinbarung über die Annahmenbedingungen von Abfällen und den Besitzübergang an den Abfällen
	Geschäftsordnung für den Verbandsgeschäftsführer
	Geschäftsordnung für die Verbandsversammlung



GEMEINSAM SIND WIR STÄRKER!

Abfallwirtschaft in der Region

GPS-basierendes Flottenmanagement und Telematiklösungen im Bereich der Mülllogistik werden mit WDV 32 realisiert

Die Softwarelösung WDV 32 ermöglicht die effiziente, zeit- und kostensparende Disposition von LKW, Aufträgen und Material. WDV 32 arbeitet im direkten Zusammenspiel mit der Disposition und den bestehenden Auslieferungs-Aufträgen.

Alle in der Disposition erfassten und gespeicherten Aufträge mit den entsprechenden Abrufmengen können zu jedem Zeitpunkt mit unterschiedlichen Routen bewertet werden. Dadurch ist es möglich den registrierten LKW mittels dem Navigationssystem mit dem entsprechenden Auftrag zu verknüpfen. Dadurch wird auf dem Bordcomputer des LKW's der auszuführende Auftrag übermittelt und direkt dem Fahrer mitgeteilt.



PRAXIS
EDV-Betriebswirtschaft- und
Software-Entwicklung AG



Lange Straße 35
99869 Pferdingsleben

fon 036258-5660
fax 036258-56640

info@praxis-edv.de
www.praxis-edv.de

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Optimierung von Sammlung und Transport
von Abfällen aus Haushalten und Gewerbe
durch Nutzung logistischer Kennzahlen**

Prof. Dr.-Ing. Bernd Bilitewski
Dipl.-Ing. Marko Günther
INTECUS GmbH (Dresden)

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Situation

Die Stoffströme im Bereich der kommunalen Abfallwirtschaft unterliegen durch die Umsetzung der rechtlichen Rahmenbedingungen (z.B. AbfAbfVO) einer ständigen Veränderung. Zudem kann neue Fahrzeug- und Behältertechnik die Effizienz der Sammlung erhöhen. Um Fahrtstrecke und –zeit der Sammeltouren und damit die Betriebskosten zu minimieren, ist die Entsorgungslogistik an die aktuellen Stoffströme und an technische Entwicklungen anzupassen.

Während in großen Unternehmen die Anwendung von Tourenplanungs-/ -optimierungssoftware bereits seit langem in die tägliche Arbeit integriert ist, stellen speziell für Kleine und Mittlere Entsorgungsunternehmen hohe Invest- und Pflegekosten unüberwindliche Hürden für eine kontinuierliche Tourenplanung und -optimierung dar. Hinzu kommt, dass alternative Rechenmodelle nicht oder nur eingeschränkt durch am Markt befindliche Software zur Tourenoptimierung anwendbar sind. Weiterhin erlaubt im KMU die dünne Personaldecke an erfahrenen Tourenplanern nur in Ausnahmefällen eine komplette Tourenneuplanung.

Auf der anderen Seite gelangten in den letzten Jahren Weiterentwicklungen mit signifikanten Auswirkungen auf die Entsorgungslogistik zur Marktreife, welche auch die Verkehrsbelastung reduzieren und den Sammelprozess optimieren können. Für eine realitätsnahe und effiziente Tourenplanung werden spezifische Kennzahlen von Entsorger und Entsorgungsgebiet benötigt. Die Modellierung von Szenarien hinsichtlich der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen neuer Entsorgungstechnologien ist bislang nur für ausgewählte Teilbereiche möglich.

2 Softwaresysteme

2.1 Allgemeine EDV-technische Voraussetzungen/Grundstruktur [1]

Der prinzipielle Aufbau der am Markt erhältlichen Tourenplanungs-/ -optimierungssoftware gliedert sich in zwei Gruppen. Zum einen das spezialisierte System, das als eigenständige Software eingesetzt werden kann. Durch seine einfache Struktur ist es unkompliziert installier- und wartbar. Der Datenaustausch mit anderer Software, z.B. zur Fakturierung, gestaltet sich je nach Anzahl der notwendigen Schnittstellen schwierig, so dass diese Form der Software insbesondere für kleine und mittelgroße Entsorgungsunternehmen geeignet ist.

In der integrierten Struktur wird die Tourenplanungs-/ -optimierungssoftware modular zu einem existierenden System herstellerabhängig angeboten. Ein Vorteil der integrierten Struktur ist die Möglichkeit der Abbildung komplexer Vorgänge im Gesamtsystem. Der Rückgriff auf eine zentrale Datenbank durch alle Module verhindert darüber

hinaus Schnittstellenprobleme. Von Nachteil sind hier die hohen Kosten für die Lizenzierung und Wartung des Gesamtsystems, da für die Tourenplanung weitere Module erforderlich sind. Die integrierte Datenstruktur ist insbesondere für größere Entsorgungsunternehmen von Interesse.

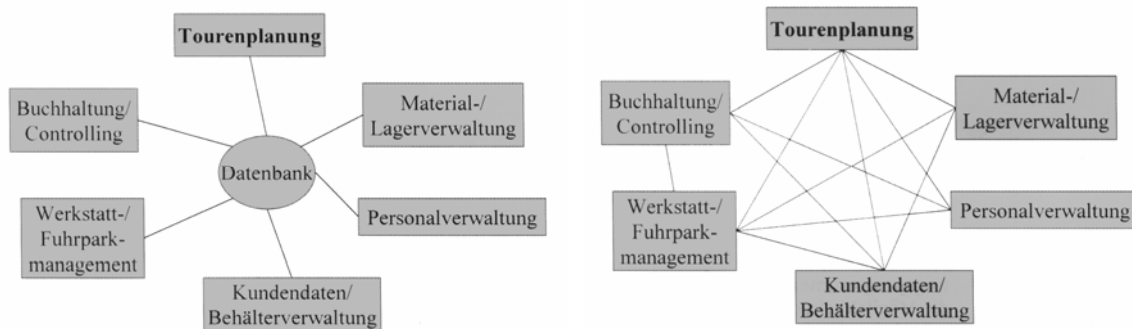


Abbildung 1: Tourenplanungs-/-optimierungssoftware als spezialisiertes und als integriertes System

Unabhängig von der Systemstruktur sind für die Tourenplanungs-/-optimierungssoftware folgende Grundbestandteile erforderlich:

- Datenbank
 1. zur Verwaltung und Pflege der Behälter-, Fahrzeug- und Aufkommens-Stammdaten
 2. für logistische Kennzahlen
 3. optional Geodaten
- Komponente zur Tourenplanung (rechnerische Ermittlung und Modifikation der Tourleistung in Abhängigkeit von den Schwellwerten Arbeitszeit, zurückgelegte Strecke sowie Art und Anzahl der gekippten Sammelbehälter),
- optional ein Modul zur grafischen Darstellung (digitale Karte).

Bei der haushaltnahen Sammlung eher von untergeordneter Bedeutung, jedoch technisch möglich, kann auch die Integration von GPS-Daten in Frage kommen. Eine interessante Möglichkeit ist die Kombination der Kennzahlenbank mit einem Auswertmodul für Behälteridentifikationsdaten [2, 3].

2.2 Anforderungen Kleiner und Mittlerer Entsorgungsunternehmen (KMU) und mögliche softwaretechnische Umsetzung [4]

Durch eine Tourenplanungs-/-optimierungssoftware soll bei der Sammlung und dem Transport von Abfällen in erster Linie Potenzial zur Optimierung von Sammlung und Transport erschlossen werden. Darüber hinaus können weitere Gründe für die Einführung einer Software zur Tourenplanung sprechen, z.B.:

- Verfügbarkeit einer Behälterverwaltung,
- Visualisierung von Sammeltouren,
- Benchmarking
- Flexibilisierung der Tourenplanung.

Für die bei der Einführung einer Software bei KMU ist besonderes Augenmerk auf die nachfolgenden Anforderungen zu legen.

Tabelle1: Anforderungen

Anforderungen	Mögliche softwaretechnische Umsetzung
geringe Anschaffungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzelplatzversion; damit <ul style="list-style-type: none"> - günstigerer Einkauf der Basissoftware und des digitalen Kartenmaterials - geringer Installationsaufwand ▪ wahlweise mit/ohne Kartenmodul
geringe laufende Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ freie Wahl von Updates, ▪ geringer Wartungsaufwand
Erhöhung der personellen Flexibilität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unkomplizierte Einarbeitung durch <ul style="list-style-type: none"> - ein Optimum an Funktionen - übersichtliche Gestaltung und Menüführung - ein ausführliches Menü für Standardeinstellungen - intelligentes Fehlermanagement
Hohe Datensicherheit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzerrechteverwaltung, ▪ Datensicherungsfunktion
Beurteilung der eigenen Leistungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglichkeit des Benchmarking mit anderen Anwendern der Software über eine Leistungskennzahlen-Datenbank
Entwicklung von Szenarien für den Einsatz alternativer Fahrzeugtechnik, Prüfung von neuen Modellen der Arbeitsorganisation u.a.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Szenarienberechnung mittels Modifikation von Leistungsdaten, ggf. unter Verwendung der Leistungskennzahlen-Datenbank

2.3 Datenmodell

In Ermangelung leistungsfähiger Software wurden früher in der Regel als Stellgrößen Anzahl und Größe der zu entleerenden Sammelbehälter betrachtet. Mit den ersten

Softwarelösungen war insbesondere die Auslastung des Fahrzeugcontainers eine leicht ermittelbare Größe.

Eine moderne Tourenplanungs-/ -optimierungssoftware sollte zeitbezogen arbeiten, d.h. eine Tour wird durch Addition für einen Arbeitsgang charakteristischer Zeiten, den logistischen Kennzahlen zusammengestellt. Eine logistische Kennzahl für einen solchen Arbeitsgang, z.B. die Ladezeit eines MGB 240 von einem Einzelstandplatz, ist im Vorfeld zu ermitteln und im Programm zu hinterlegen.

Sind Geodaten der Software hinterlegt, können Fahrtstrecken ermittelt und über charakteristische Geschwindigkeiten ebenfalls in Zeiten umgerechnet werden. Logistische Kennzahlen werden für die Charakterisierung folgender Parameter benötigt:

- Teilzeiten (Sammlung, Transport, Be- und Entladung, Pausen)
- Fahrzeugtechnik (Größe, Verdichtung, max. Zuladung)
- gebietsspezifische Daten (Bebauungsstruktur, Verkehrsaufkommen)
- satzungsbedingte Daten (Behälterarten, Füllgrad, Voll-/Teilservice)

Eine mögliche Vorgehensweise wird vertieft in Kap. 3 beschrieben.

Dabei ist zu beachten, dass mit steigender Anzahl zu berücksichtigender Parameter die Qualität der Tourenplanung zunimmt, der Aufwand bei der Datenermittlung aber steigt [1]. Für die Auswahl des Datenmodells bzw. der dahinter stehenden Software und die Erstermittlung der entsprechenden logistischen Kennzahlen bietet es sich an, externen Sachverstand hinzuzuziehen.

2.4 Weitere Funktionen

Neben der Tagesplanung sind Softwarelösungen zur Tourenplanung/-optimierung zur Szenarienberechnung geeignet. Anwendungsfelder können unter anderem sein:

- Umstellung von direktem auf gebrochenen Transport
- Einführung von Seitenladertechnik
- Änderung von Sammeltournissen
- Änderung von Sammelbehälterarten und -größen

Neben der Tourenplanung/-optimierung können spezielle Softwarelösungen auch weitere sinnvolle Funktionen beinhalten. Zum einen ist das die bereits erwähnte automatisierte Kennzahlenermittlung [2, 3]. Mit dieser Funktion werden wenige ausgewählte Kennzahlen einer Tour ermittelt, die leicht mit anderen Touren verglichen werden können.

Sofern die Software auch von anderen Anwendern mit vergleichbaren Rahmendaten genutzt wird, lässt sich mit den logistischen Kennzahlen auch ein betriebsübergrei-

fendes Benchmarking durchführen. Aktuell ist seitens eines Softwareherstellers kein solches Angebot bekannt.

Die Berechnung von Szenarien vor der Entscheidung z.B. zur Einführung von Seitenladertechnik oder die Umstellung von direktem auf gebrochenen Transport kann durch Übernahme von Erfahrungen anderer Entsorgungsunternehmen in Form von Kennzahlen in die eigene Planung durchgeführt werden.

3 Tourenplanung anhand eines Berechnungsbeispiels

Zum Verständnis des Kalkulationsmodells sind folgende Begriffe zu definieren.

Tabelle2: Definitionen

Begriff	Definition
Bereitstellungsgrad	Verhältnis von bereitgestellten zu vorgehaltenen Behältern
Entleerzeit	Zeit von der Ankunft am Entleerungsort bis zur Abfahrt
Entleerungsort	Ort der Entleerung des Fahrzeuginhaltes z.B. Deponie, Müllverbrennungs-, Kompostieranlage
Entsorgungsgebiet	Gebiet, in dem der Entsorger vom Öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger mit der Abfallentsorgung beauftragt wurde
Ladepunkt	Ort, an dem das Sammelfahrzeug zum Laden des Inhaltes der auf den Standplätzen bereitgestellten Sammelbehälter anhält; einem Ladepunkt können mehrere Standplätze zugeordnet sein
Ladezeit	Zeit, die das Sammelfahrzeug am Ladepunkt zum Zwecke des Ladens steht
Sammelgebiet	Gebiet in dem die Sammlung erfolgt, durch Umfahrten zeitlich und räumlich voneinander getrennt
Sammelzeit	Zeit, in der die eigentliche Sammlung erfolgt
Standplatz	Ort, an dem die Behälter vom Abfallverursacher am Entleerungstag bereitgestellt werden, i.d.R. am nächstgelegenen Fahrbahnrand; einem Standplatz können mehrere Behälteradressen zugeordnet sein
Tour	Tagesleitung eines Fahrzeuges bzw. einer Besatzung beim fahren und sammeln; zeitlich und räumlich durch Tourzeit und Tourstrecke begrenzt
Tourzeit	Zeit vom Start auf dem Betriebshof bis zum Tourende auf dem Betriebshof
Umfahrtzeit	Fahrtzeit zwischen Betriebshof, Sammelgebiet und Entleerungsort, sowie alle Fahrtzeiten zwischen Ladepunkten > 3 min
Zwischenfahrtzeit	Fahrtzeit zwischen den einzelnen Ladepunkten < 3 min

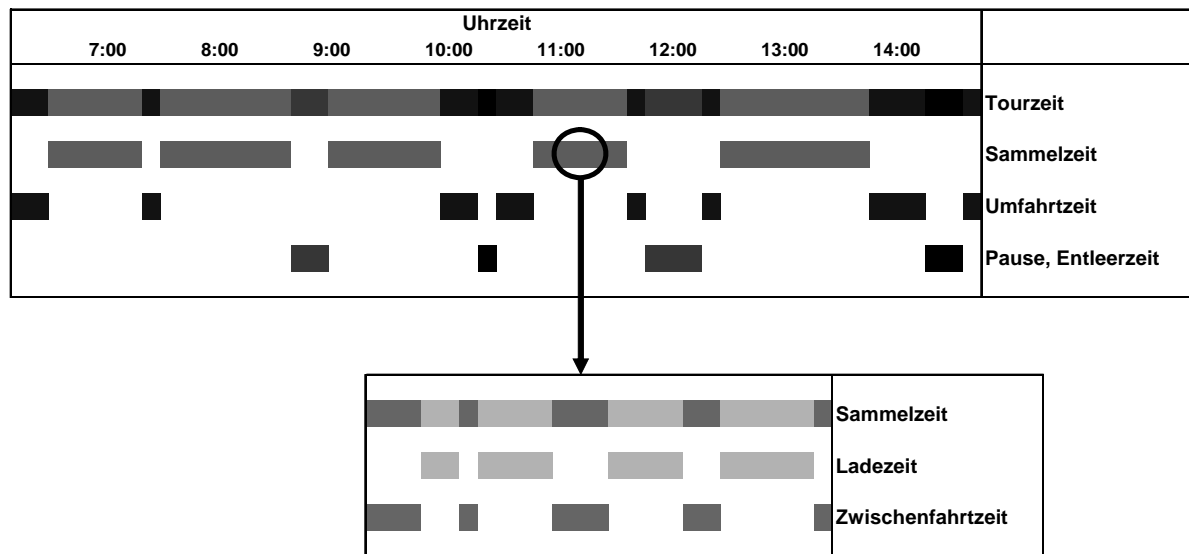


Abbildung 2: Aufteilung einer Sammeltour in Teilzeiten

Wie bereits erwähnt, ist die Aufteilung einer Sammeltour in charakteristische Teilzeiten für die Ermittlung von logistischen Kennzahlen zur Tourenplanung sinnvoll. Zum einen können Sammeltouren dann miteinander verglichen werden, zum anderen ist die Berechnung von Szenarien durch gezielte Modifikation einzelner Kennzahlen unkompliziert möglich.

Im Datenmodell angelehnt an GALLENKEMPER [5] ergibt sich die Tourzeit folgendermaßen:

$$\text{Tourzeit} = \sum \text{Ladezeiten} + \sum \text{Zwischenfahrtzeiten} + \sum \text{Entleerzeiten} + \sum \text{Umfahrzeiten} + \sum \text{Sonderzeiten}$$

3.1 Anzahl der Ladepunkte

Vor der Aufsummierung der Teilzeiten ist der Zusammenhang zwischen theoretisch, d.h. laut Behälterverwaltung und praktisch zu entleerenden Sammelbehältern darzustellen. Alle weiteren Kenndaten beruhen auf den tatsächlich geleerten Behältern. Der so genannte Bereitstellungsgrad wird in der Regel bebauungsstrukturspezifisch angegeben. Je nach Sammelsystem kann er zwischen 40 (entleerungsbezogene Gebühr) und 100 % (pauschale Entleerungsgebühr) schwanken.

3.2 Ladezeit

Die Ladezeit hängt von einer Reihe von Parametern ab. Insbesondere sind hier zu nennen: Art des Sammelbehälters(4/2-rädrig), die Anzahl der pro Ladepunkt bereitgestellten Behälter, der mittlere Transportweg, die Anzahl der Lader, die Kippzeit.

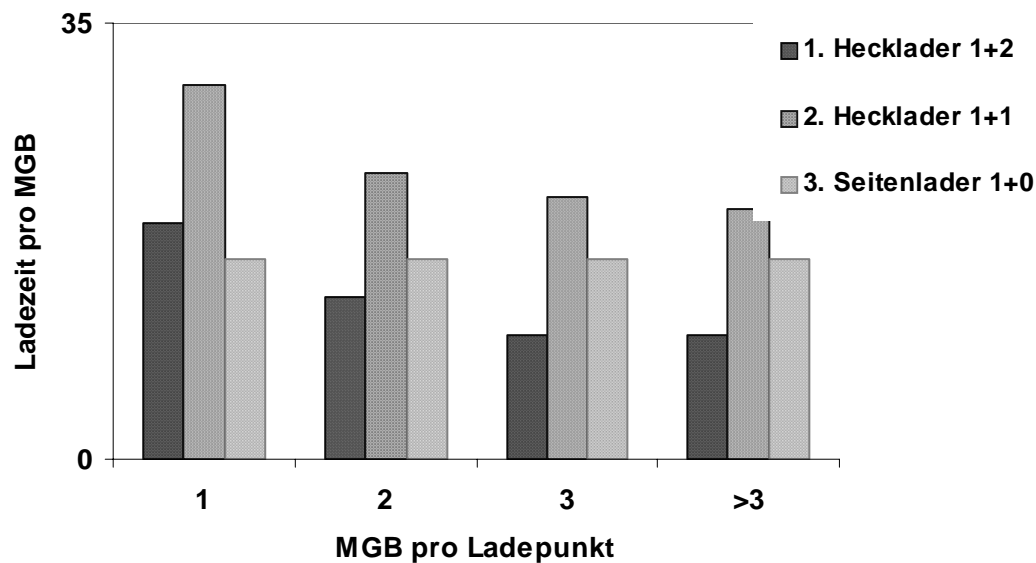


Abbildung 3: MGB pro Ladepunkt

Beispielhaft ist hier ein typischer Datensatz der Kennzahl Ladezeit für 2rädige Behälter in einer Bebauungsstruktur bei Bereitstellung am Straßenrand dargestellt.

Am Beispiel dieser Kennzahlen ist auf die besondere Eignung der Seitenladertechnik für die Ladung an Einzelbehälterplätzen hinzuweisen. Während die mittlere Ladezeit beim Hecklader mit steigender Behälteranzahl je Ladepunkt ebenfalls steigt, ist beim Seitenlader von einer behälteranzahlunabhängigen Ladezeit auszugehen. Liegen die Ladezeiten für das Entsorgungsgebiet vor, kann unter Zuhilfenahme ökonomischer Parameter relativ unkompliziert ein erster Vergleich zwischen der Sammlung mittels Seitenladern/Heckladern gezogen werden.

3.3 Zwischenfahrtzeit

Für die Festlegung der Kennzahl Zwischenfahrtzeit gibt es verschiedene Ansätze. Zum einen kann streckenunabhängig eine mittlere Zwischenfahrtzeit durch Mittelung gemessener Werte angenommen werden. In diesem Fall ermittelt man die für die Bebauungsstruktur charakteristische Zwischenfahrtzeit und multipliziert sie mit der Anzahl der Standplätze, um die Gesamtzwischenfahrtzeit zu erhalten.

Unter Vorliegen von GPS-Daten ist es möglich, die reale Entfernung zwischen den Standplätzen oder die Aufteilung der ermittelten Standplätze auf eine bekannte Wegstrecke, z.B. einen Straßenabschnitt anzunehmen. Die Gesamtzwischenfahrtzeit kann dann durch Summation der Einzelzeiten berechnet werden. Die jeweilige Ein-

zeit wird durch eine nichtlineare Funktion der Form $ZZ[s] = m \cdot ZS[m]^n$ (m, n sind zu ermittelnde Konstanten) [6] ermittelt.

3.4 Entleerzeit

Die Entleerzeit wird einerseits durch die Wartezeit an der Wägeeinrichtung der Sortieranlage bestimmt. Daneben ist die Ermittlung der Anzahl der Entleerungen von Bedeutung. Diese wird in der Regel durch Summation einer mittleren Füllmasse bzw. eines mittleren Füllvolumens der praktisch geleerten Sammelbehälter und Vergleich mit der möglichen Zuladung des jeweiligen Sammelfahrzeugs durchgeführt.

Einfache Datenmodelle gehen von einem konstanten jahreszeit- und wochentagunabhängigen mittleren Füllgrad der Behälter aus. Die Auswertung von Behälteridentifikationswäge-/volumenmeßsystemen würde sogar die Berechnung der behältergenau zu erwartenden Abfallmenge ermöglichen.

3.5 Umfahrtzeit

In vielen Datenmodellen wird von einer mittleren Umfahrtgeschwindigkeit in Abhängigkeit Kategorie der genutzten Straße ausgegangen. Erfahrungsgemäß kann für innerörtliche Strecken von einer mittleren Umfahrtgeschwindigkeit von 25-35 km/h ausgegangen werden. Sinnvoll ist auch die Aufnahme der mittleren Umfahrtzeit für charakteristische Umfahrstrecken, z.B. Beseitigungsanlage → Betriebshof und deren Zugrundelegung für die Kalkulation. Analog des Rechenalgorithmus einer Reiseplanungssoftware können genauere Datenmodelle z.B. tageszeitabhängig die für eine bestimmte Straße zu erwartende Umfahrgeschwindigkeit berücksichtigen. Durch Ermittlung der zu fahrenden Strecke ist die Berechnung der Umfahrtzeit möglich.

3.6 Sonstige Zeiten

Als sonstige Zeiten werden beispielsweise Rüstzeit, Betanken, Kundengespräch betrachtet. Aufgrund ihrer meist geringen Relevanz wird für diese Zeiten in der Regel eine Pauschale angenommen.

4 Zusammenfassung

Neben der Prüfung der Datenverfügbarkeit und der Eruierung der Möglichkeiten zur Einbindung in vorhandene Softwaresysteme ist vor allem das an die Wahl der Soft-

ware gebundene geeignete Datenmodell von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Nutzung einer Tourenplanungs-/optimierungssoftware.

Mit steigender Genauigkeit des Datenmodells kann zwar die Qualität des Planungsergebnisses teilweise erheblich verbessert werden, eine höher Genauigkeit des Modells erfordert jedoch zum ersten einen erhöhten Kostenaufwand durch Zukauf von Daten, z.B. Geodaten, andererseits erhöhte personelle Aufwendungen bei der Kennzahlenermittlung. Je nach Komplexität des zur Anwendung kommenden Datenmodells ist die Nutzung externen Sachverständs für die Erstermittlung logistischer Kennzahlen in der Regel sinnvoll.

5 Literatur

- [1] VKS-Information 51: Arbeitspapier „EDV-gestützte Tourenplanung/-optimierung“ Verband Kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung e.V. (Herausgeber) 2003
- [2] Software dustmanPro der Stadtreinigung Dresden
- [3] Envitour der Firma ENVICOMP
- [4] www.mittour.de
- [5] B. Gallenkemper: „Vergleichende Untersuchungen zur Müllabfuhr beim Einsatz verschiedener Behältersysteme unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten“, Arbeitskreis Wasser, Abwasser und Abfall e.V.(Herausg.) Hannover 1977
- [6] Mertens C., Krumm W.: Sammlung und Transport von Bioabfall - eine Simulationsstudie. In: Müll und Abfall . Berlin : Erich Schmidt Verlag, 11/1998, S. 700

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**GPS-Einsatz im Bereich
der Entsorgungswirtschaft**

Dipl.-Ing. Rainer Trabandt
AWISTA GmbH (Düsseldorf)

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Einleitung

Nachdem sich in den letzten Jahren verstärkt neue Technologien wie Ident-, Verwiegesysteme, grafische Tourenplanungsprogramme, Seitenlader, Bordcomputertechnologie in der Entsorgungswirtschaft etabliert haben, wird nun zunehmend auch die Satellitennavigationstechnik genutzt. Mit dem Begriff GPS sind die unterschiedlichsten Erwartungshaltungen verbunden. Stichworte wie Navigationshilfe für Kraftfahrer, effizienter Fahrzeugeinsatz, wirtschaftliche und transparente Auftragsabwicklung, Gewinnung logistischer Kennzahlen, Just-in-Time-Flottensteuerung, rechtssichere Leistungsnachweise waren schon immer von großem Interesse für die Entsorgungswirtschaft. In diesem Beitrag geht es um die Grundlagen von GPS, um sinnvolle und mögliche Einsatzbereiche, um Aspekte bei der Einführung von GPS und um einen Ausblick auf weitere Entwicklungen.

2 GPS Grundlagen

Das Globale Positionierungssystem (GPS) ist ein Navigationssystem, welches mittels moderner Satellitentechnik und Informationsverarbeitung die aktuelle Position beliebiger Objekte bis auf wenige Meter genau ermittelt. Die Bestimmung der Position erfolgt durch Messung der Laufzeiten der Signale zwischen Objekt, Satellit und beim Differential-GPS einem festen bekannten Bezugspunkt. Aus diesen Messdaten wird durch Berechnung der Entfernung Satellit, Bezugspunkt und Objekt die aktuelle Position bestimmt. Dieses Navigationssystem weist eine weltweit hohe Verfügbarkeit auf, unabhängig von geografischer Lage und Zeit. Es stellt ein präzises Verfahren zur Orts-, Richtungs- und Entfernungsbestimmung dar. Die so gewonnenen Daten Ort und Zeit können mit der entsprechenden Software vielfältig genutzt werden. Ortsbestimmungen mit einer Abweichung kleiner als 1m sind bereits möglich. Eine Genauigkeit, die für die unterschiedlichen Einsatzbereiche in der Entsorgungswirtschaft ausreicht.

3 GPS Systemkomponenten

Ein GPS-System besteht im wesentlichen aus einem Sende-/Empfangsgerät und einer Antenne zur Bestimmung der Fahrzeugposition, dem Bordcomputer zur Speicherung der Positionskoordinaten in Abhängigkeit von der Zeit und zur weiteren Verarbeitung. Ein Bedienterminal mit Monitor vervollständigen das System.

GPS-Geräte werden sowohl mobil als auch im Festeinbau angeboten. Für die Übertragung der aufgezeichneten Daten bieten sich unterschiedliche Wege an. Eine einfache ist die Auslesestation für Speicherchips. Hier werden die auf einem Chip gespeicherten Daten nach Auftragsbeendigung an einem PC ausgelesen.

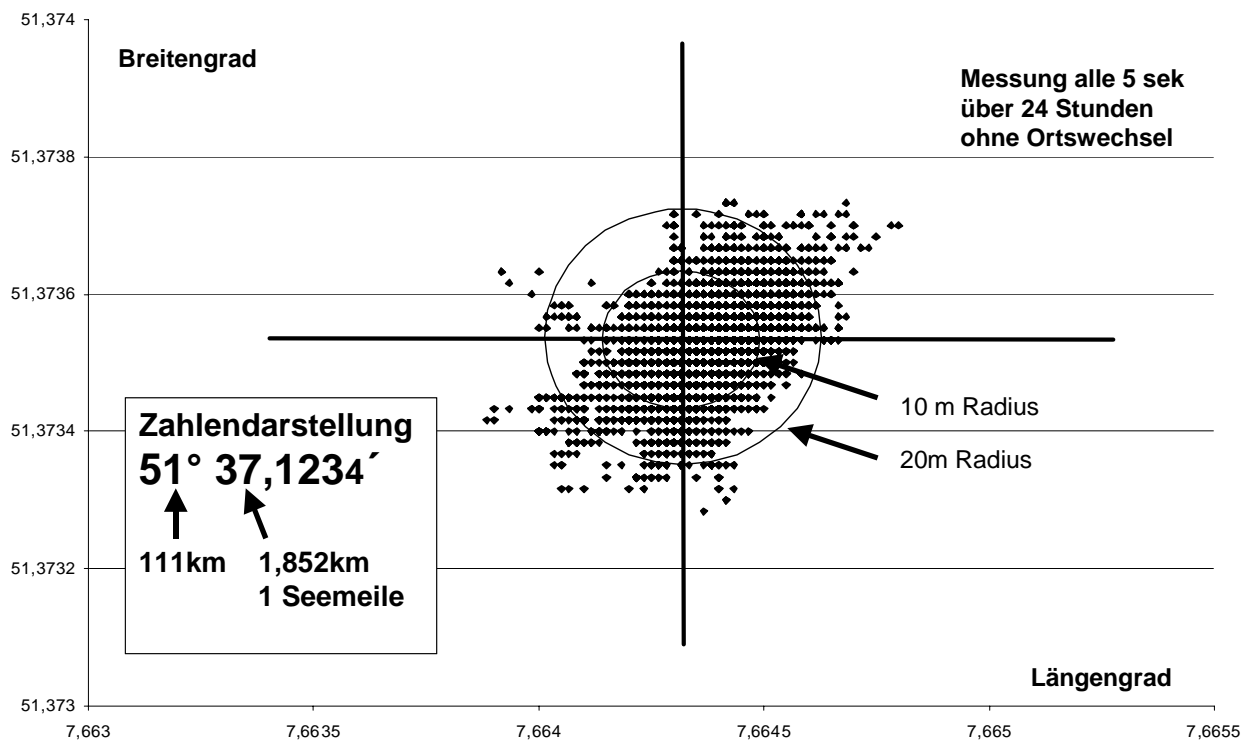


Abbildung 1: Genauigkeit von GPS-Signalen ohne Fehlerkorrektur bei ortsfestem GPS-Empfänger

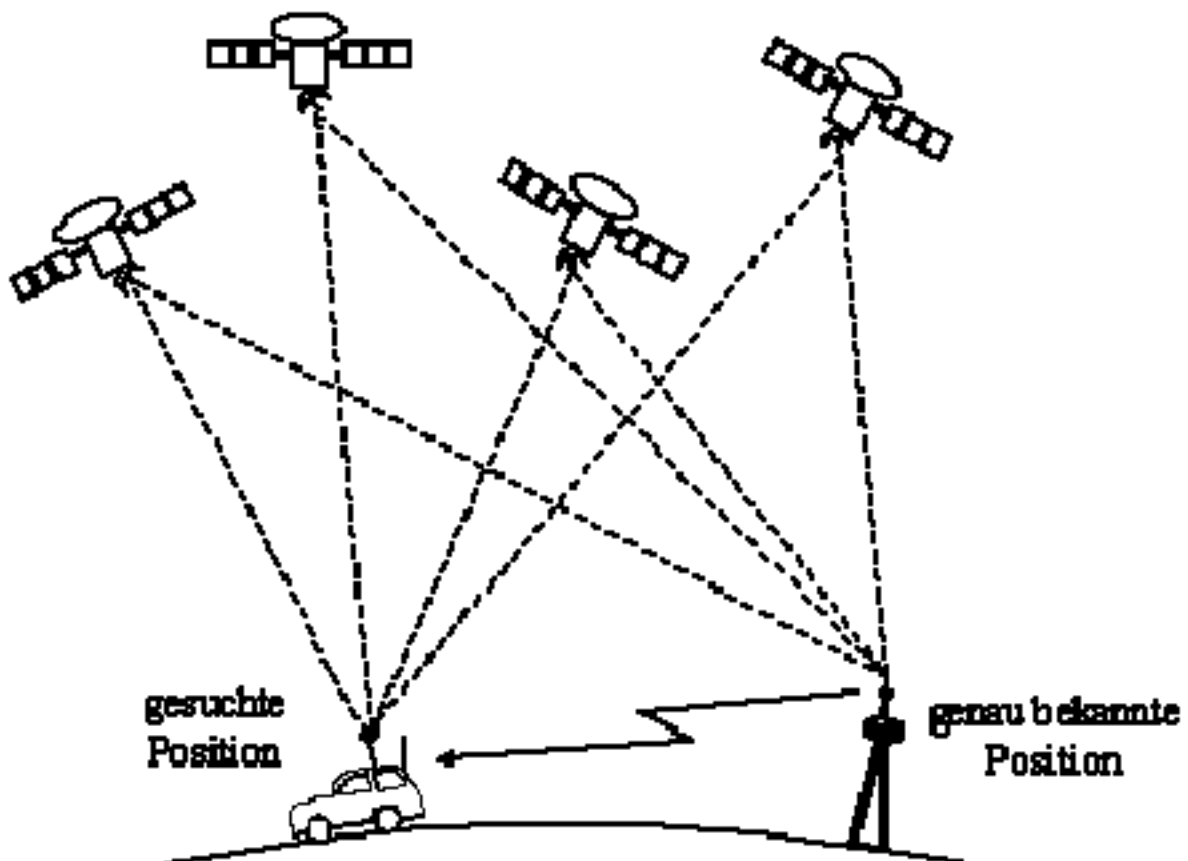


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Differential-GPS-System

Eine automatische berührungslose Datenübertragung ist mit dem DECT (Digitally Enhanced Communication Technology) gegeben. Über eine Distanz von bis zu 300 m können die Daten zwischen einem Sende- und Empfangsmodul ausgetauscht werden. Die Datenübertragung erfolgt automatisch, wenn das Fahrzeug in der vorgegebenen Entfernung an der Basisstation vorbeifährt. Eine Online Datenübertragung ist zum einen mittels traditionellem Funk zum anderen über Mobilfunk GSM (Global Standard for Mobile communication) möglich. In diesen Fällen können die Daten zu jeder Zeit weitgehend unabhängig vom Ort zwischen Fahrzeug und Basisstation übertragen werden.

Wesentlich für weitere Anwendungen ist die eingesetzte Software, mit der die gemessenen Daten, es handelt sich lediglich um Ortskoordinaten mit der dazugehörigen Zeit, weiter verarbeitet werden.



Beispiel:

Navigon Business Mobil Navigator

- mobil einsetzbar / Sprachausgabe
- Karte (D) komplett dabei
- Ziele aus Adressen auswählbar
- Routen aus mehreren Anfahrstellen
- Stauinformationen (dyn. Route)



Abbildung 3: Beispiel einer Displayanzeige einer optischen Navigationshilfe für den Fahrer

4 Einsatzbereiche in der Entsorgungswirtschaft

Generell bietet sich ein Einsatz sowohl im Umleer als auch im Wechselsystem und der systemlosen Abfuhr an. Zu den Umleersystemen gehört beispielsweise die kommunale und die gewerbliche Abfallsammlung von MGB mit periodischem Abfuhr-

rhythmus oder auch auf Abruf. Unter Wechselsystem hingegen wird der klassische Containerdienst verstanden. Systemlose Abfuhr Sperrgut, Grünschnittsammlung und Sackabfuhr.

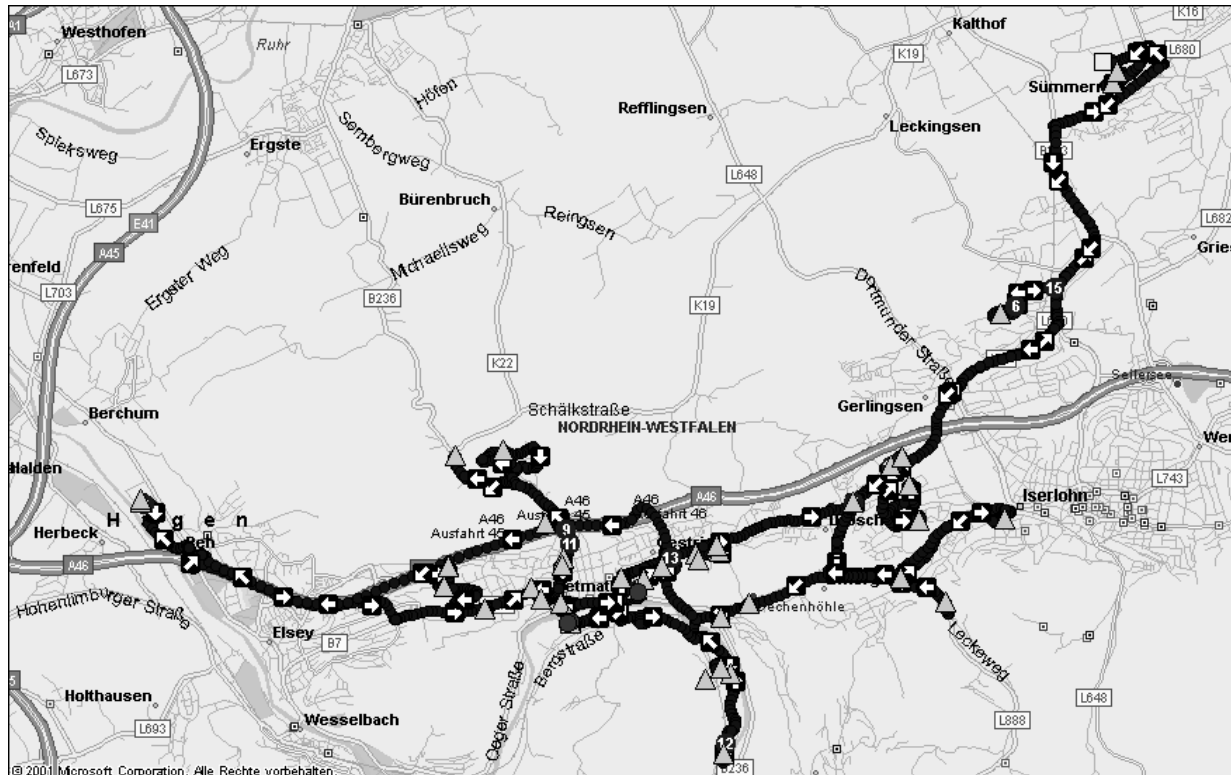


Abbildung 4: Kartendarstellung einer Gewerbeabfalltour in optimierter Abfuhrreihenfolge

Im Umleerbereich werden die Touren zumeist regelmäßig, in vorgegebenen Revieren abgefahren. Die Größe der Reviere ist abhängig von regionalen Strukturen wie der Siedlungsstruktur, der Kundendichte, der Abfallart, der Entfernung zu den einzelnen Entsorgungseinrichtungen sowie der eingesetzten Fahrzeuge und der Personalstärke. Beim Containerdienst erfolgt die Entsorgung häufig auf Abruf, Touren sind somit immer wieder neu zusammenzustellen. Die Anzahl der abzuwickelnden Aufträge ist wesentlich geringer als im Umleerbereich. Dementsprechend ergeben sich zwar unterschiedliche Anforderungen aus den genannten Bereichen an ein GPS-System, es überwiegen aber die Gemeinsamkeiten.

Mittels GPS lassen sich die abgefahrenen Touren aufzeichnen, zusätzlich können unter Verwendung entsprechender Messwertaufnehmer unter anderem Kippvorgänge, die Zuladung, Stillstandszeiten, etc. den entsprechenden Ortskoordinaten mit den entsprechenden Zeiten zugeordnet werden. Eine Unterscheidung zwischen Regie und Sammelfahrten ist möglich. Die so aufgezeichneten Touren können dem Kraftfahrer über eine Sprachausgabe oder über Bildschirm wiedergegeben werden und ihn so bei der Auftragsabwicklung unterstützen. Insbesondere bei Fahrzeugen, die nur mit dem Fahrer besetzt sind, wie z.B. Seitenlader oder Überkopflader, erleichtert dies neuen Fahrern im Vertretungsfall die Arbeit.

Mittels entsprechender Software sind weitere Auswertung möglich. Kennzahlen, die in der Vergangenheit und auch heute noch ganz konventionell durch Tourenbegleitung, verdeckt oder offen, Tachoscheibenauswertungen mehr oder wenig aufwändig ermittelt werden, stehen heute quasi per Knopfdruck zur Verfügung. Kennzahlen, wie die

- Sammelzeit,
- Sammelkilometer,
- Sammelgeschwindigkeit,
- Sammelleistung,
- Regiefahrten,
- Standzeiten,
- Bereitstellungsquoten etc.

sind Grundlage einer optimierten Tourenplanung und somit einem effektiven Fahrzeugeinsatz.

Durch abschnittsweise Auswertungen z.B. in Abhängigkeit des Siedlungstyps (Einzelhäuser, Mehrfamilienhäuser, Hochhäuser etc.) lassen sich einzelne Gebiete über spezifische Kennzahlen beurteilen. Auf Grund dieser Kennzahlen können bestehende Touren kontinuierlich optimiert werden. Andererseits besteht die Möglichkeit, diese Angaben auf neue Entsorgungsgebiete zu übertragen und somit die Abfuhr in diesen Gebieten realitätsnah zu planen und auch zu kalkulieren.

Die Software ist der entscheidende Faktor über die Einsatzmöglichkeiten von GPS. Über Schnittstellen können grafische Tourenplanungs- und Optimierungsprogramme angebunden werden. Hierzu werden allerdings im Tourenplanungsprogramm entsprechende Hintergrundinformationen wie z.B. Öffnungszeiten von Entsorgungseinrichtungen, Fahrzeug- und Verkehrsdaten etc benötigt. In Verbindung mit den ermittelten Kennzahlen lassen sich optimierte Reviere erstellen und eine optimierte Abfuhrfolge der Einzelaufträge berechnen. Die neuen Touren können den Fahrern dann über die Navigationshilfe vorgegeben werden.

Generell ist eine Anbindung der Ident- und Verwiegetechnik möglich. Die tatsächlichen Standplätze der einzelnen Gefäße werden aufgezeichnet, können grafisch angezeigt und mit den gemeldeten Standplätzen abgeglichen werden. Online kann der aktuelle Bearbeitungsstand der Auftragsabwicklung auf dem Bildschirm angezeigt werden, bei Reklamationen ist eine schnelle und zuverlässige Auskunft möglich.

Zusätzliche Aufträge können einzelnen Fahrzeugen sinnvoll zugeordnet werden. Insbesondere bei der gewerblichen Abfuhr im Wechselgeschäft, wo Kunden häufig auf Abruf bedient werden kommt diese Möglichkeit zum Einsatz. In Verbindung mit automatischen Tourenplanungsprogrammen können die Einzelkunden zu wirtschaftlichen Touren zusammengestellt werden und den Fahrern neue optimierte Tourenfolgen vorgegeben werden.

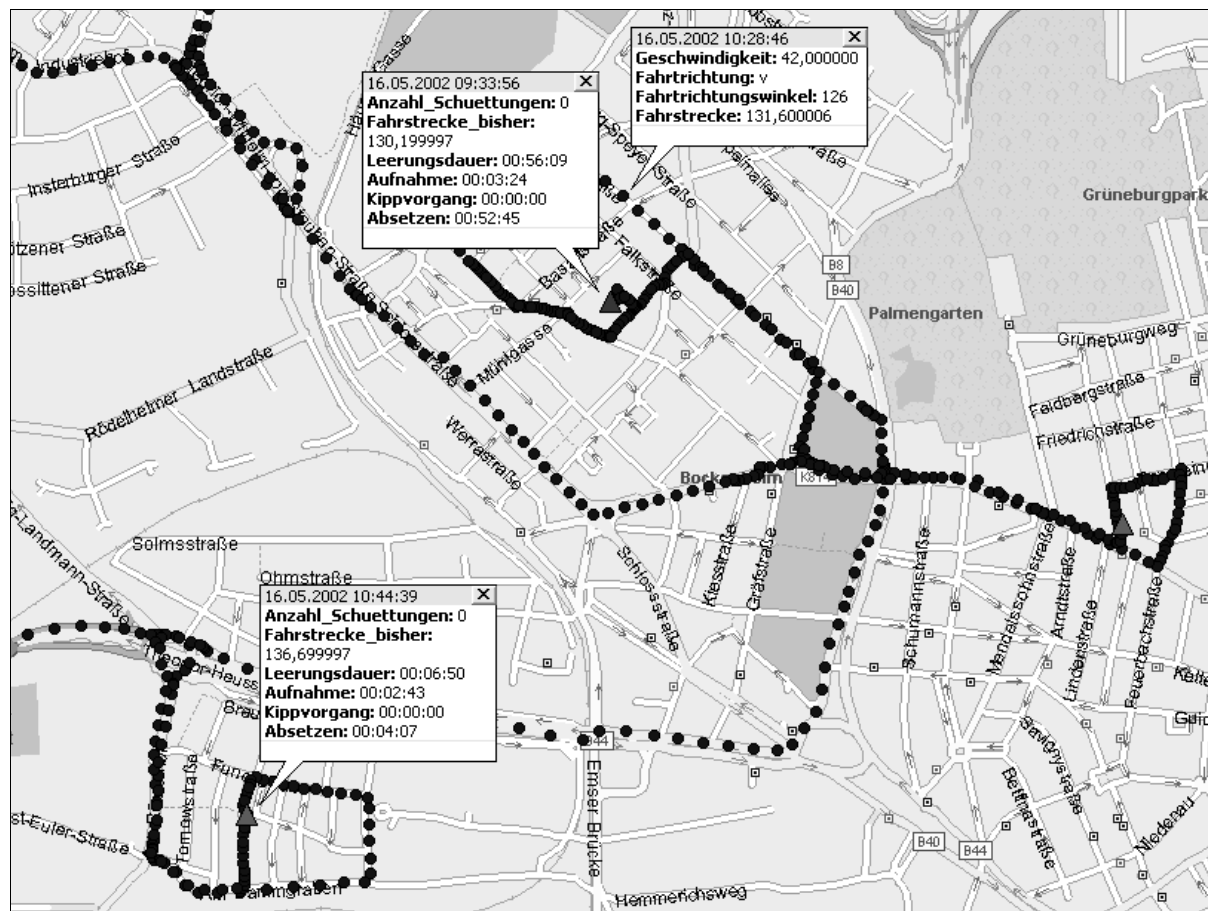


Abbildung 5: Ermittlung von Basiszahlen für das Controlling mittels GPS

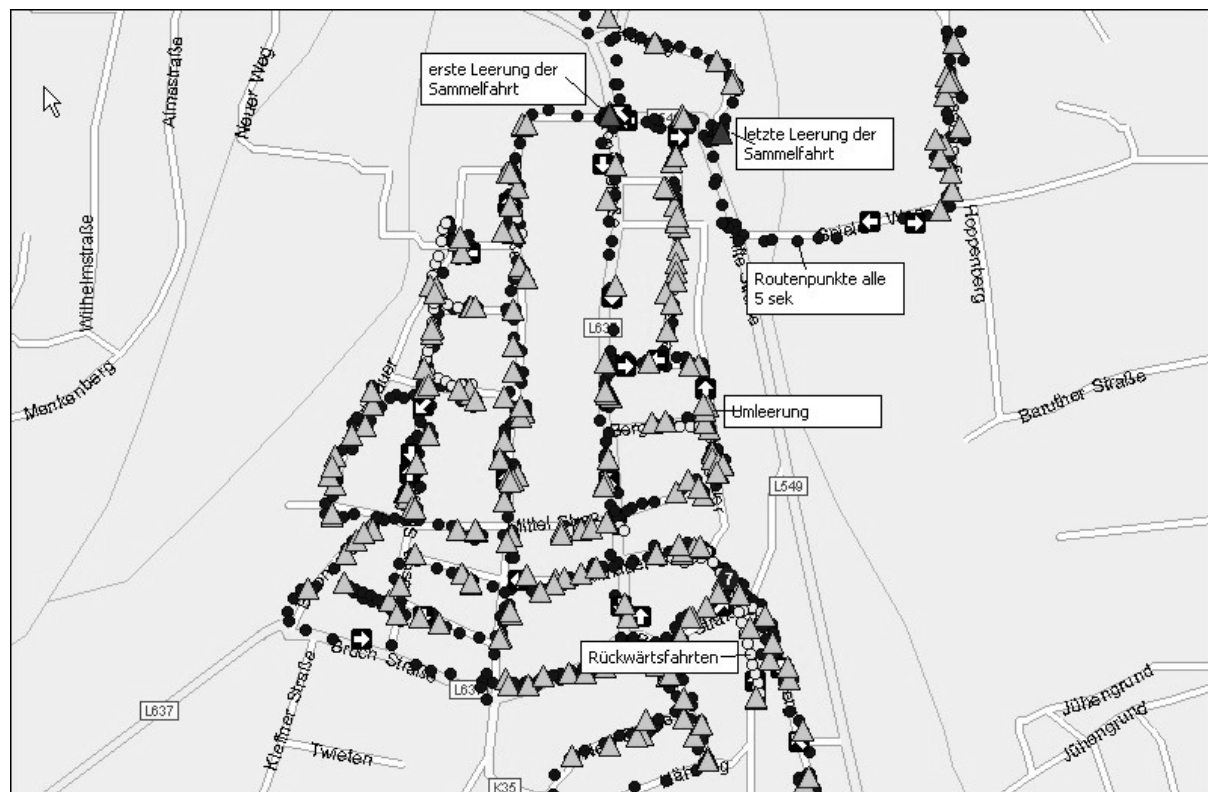


Abbildung 6: Beispiel eines Ausschnitts aus einer Umleertour

Zusätzliche Aufträge können über Funk bzw. Mobilfunk direkt an die Fahrzeuge weitergegeben werden. Die abfallrechtlichen Begleitpapiere, Aufträge lassen sich direkt im Fahrzeug ausdrucken. Hier erfolgt dann auch die Auftragsrückmeldung.

Die GPS-Daten können in Verbindung mit weiteren Angaben wie z.B. Wiegedaten, Behälterleerungen etc. als Nachweis der Leistungserbringung dienen. Diese Daten können über GSM, DECT, Funk oder Auslesen von Speicherkarten direkt ins Auftragsystem übernommen und für die Rechnungsstellung herangezogen werden.

5 Aspekte bei der Einführung eines GPS-Systems

Bei der Anschaffung und Einführung eines GPS-Systems stehen häufig folgende Ziele im Vordergrund:

- Verbesserte Planungsgrundlagen
- Erhöhung der Transparenz
- Steigerung des Servicegrades
- Verbessertes Controlling
- Vereinfachung der Abrechnung und des Leistungsnachweises
- Kostensenkung

Die Anforderungen an ein GPS-System ergeben sich im wesentlichen aus den festgelegten Einsatzbereichen sowie den damit verbundenen Verwendungszwecken. Die Einsatzbereiche Entsorgungswirtschaft erfordern wegen der besonders rauen Umgebungsbedingungen entsprechend robuste Systeme. Aber auch grundsätzliche Anforderungen sind zu berücksichtigen, wie beispielsweise die Forderung der Deutschen Entsorgungswirtschaft nach Offenheit und Modularität. Das bedeutet, dass auch im Falle von Komponententausch und Nachrüstungen keine Systemzwänge vorliegen. Individuelle Lösungen können problemlos aus einer Art „Baukastensystem“ entwickelt werden. Ein variabler Einsatz unterschiedlicher Hardware zu günstigen Konditionen soll möglich sein.

Wie bereits zuvor dargestellt, bieten sich unterschiedliche Anwendungsbereiche an. Generell gilt, je mehr Bereiche erfasst werden, desto komplexer gestaltet sich das System, insbesondere dann wenn über die bloße Leistungsaufzeichnung und Dokumentation hinaus weitergehende Forderungen erhoben werden, wie zum Beispiel:

- die Erfassung der Betriebsdaten mit dem Ziel einer anschließenden Betriebsdatenauswertung und Leistungsoptimierung
- die Unterstützung der Fahrer und Disponenten bei der Auftragsabwicklung und Auftragssteuerung
- die Just-In-Time-Flottensteuerung
- Betriebsdatenerfassung für Controlling, Instandhaltung und Buchhaltung etc.

Aus diesen Forderungen ergibt sich bereits eine Vorauswahl der Anbieter. Einige haben sich auf bestimmte Einsatzbereiche spezialisiert. So werden Lösungen für ein eng umgrenztes Einsatzgebiet mit der entsprechenden Hard- und Software angeboten. Andere wiederum offerieren Komplettlösungen für ein weites Spektrum der Entsorgungswirtschaft. Die Vorteile der so genannten spezialisierten Systeme liegen in ihrer Übersichtlichkeit, der leichten Bedienbarkeit und der Praxistauglichkeit. Diese Systeme können in der Regel im Tagesgeschäft vom Disponenten genutzt werden. Spezialisten sind nicht erforderlich. Nachteile können sich unter Umständen ergeben, wenn zu einem späteren Zeitpunkt Erweiterungen des Systems auf andere Bereiche vorgesehen sind.

Bei den integrierten Systemen hingegen werden die Daten in zentralen Datenbanken erfasst. Die erforderliche Software für die Auftragsannahme, -abwicklung und Fakturierung, Betriebsdatenerfassung und Tourenplanung etc. wird jeweils mit angeboten. In der Regel ist über definierte Schnittstellen ein Datenaustausch zu anderen EDV-Systemen möglich. Bedingt durch die zentrale Datenhaltung sind Zugriffsmöglichkeiten für Controlling, Instandhaltung, Fuhrparkmanagement, Buchhaltung und Disposition gegeben. Der Nachteil besteht in der zum Teil geringen Erfahrung der Systemanbieter, der geringen Praxiserprobung sowie der höheren Anforderungen an das Bedienungspersonal. Ein weiteres nicht zu vernachlässigendes Kriterium stellt der Einbau des GPS-Systems in die Fahrzeuge dar. Bei der Auswahl eines Anbieters und der Festlegung der Fahrzeuge, die mit GPS ausgestattet werden, stellt sich zunächst die Frage des Einbauortes im Führerhaus. Abhängig von der Ausstattung ist darüber zu entscheiden, wo der Bordcomputer, der Monitor, der Drucker und sonstige Zubehörteile angebracht werden sollen. Übersichtlichkeit, leichte Bedienbarkeit und ausreichend Platz für Fahrer und Beifahrer sind hier die wesentlichen Kriterien. Neben der Festlegung der elektronischen Anschlüsse der einzelnen Komponenten sind die Anschlüsse der einzelnen Messaufnehmer festzulegen. Die Möglichkeit einer Anbindung an Ident-, Verwiegesystem und Mobilfunktelefon etc. ist zu prüfen, ebenso, ob der Monitor auch als Bildschirm für die Rückfahrkameras genutzt werden kann. Die Möglichkeit der Beschaffung eines mobilen Systems anstatt eines Festeinbaus für die Ausstattung der Reservefahrzeuge oder für Subunternehmerfahrzeuge ist zu erwägen.

Bei der Auswahl der Datenübertragung ist zu beachten, dass sich das Auslesen der Speicherchips an einer Auslesestation bedingt durch den Handlingsaufwand nur dann anbietet, wenn wenige Fahrzeuge mit GPS ausgestattet sind. Der Vorteil einer berührungslosen Datenübertragung mittels DECT liegt darin, dass die Daten über eine Entfernung von etwa 300 m bei Einfahrt oder Verlassen des Betriebsgeländes automatisch über Funkwellen ausgelesen übertragen und in der entsprechenden Datenbank gespeichert werden. Eine große Zahl von Daten kann einfach ohne laufende Verbindungskosten übertragen.

Auch bei Nutzung traditioneller Funkverbindungen entfallen laufende Verbindungskosten. Daten werden vollautomatisch in Echtzeit auch über größere Entfernungen ausgetauscht. Nachteilig wirken sich hier die hohen Investitionen und die nicht immer betriebssicheren Funkverbindungen aus. Eine Datenüberspielung mittels GSM-Modem hat den Vorteil, dass die Daten wie beim Funk jederzeit aktuell zur Verfügung stehen und der Disponent sich auf dem Bildschirm zu jedem Zeitpunkt den Stand der Auftragsbearbeitung anzeigen lassen kann. Der Nachteil besteht in den mit der Übertragung verbundenen Kosten.

Die Wahl der Schnittstellen hängt davon ab, welche Software bereits eingeführt ist oder noch eingeführt werden soll. Generell sollte das System möglichst offen sein. Geprüft werden sollten die Möglichkeiten einer Anbindung an die Behälterdatei, Tourenplanungsprogramme, digitalisierte Stadt-, Straßenkarten und übergeordnete EDV-Systeme (z.B. SAP).

Abhängig von der Größe des Betriebes gestaltet sich das Back-Office. Bei einfachen Lösungen ist es sicher ausreichend, den Arbeitsplatz nur eines Disponenten entsprechend auszustatten, in der Regel mit Bildschirm, PC und Auslesestation. Bei Einführung eines komplexen Systems ist die Ausstattung mehrerer Disponenten sowie die Einrichtung einer zentralen Planungsstelle vorzunehmen, wo Betriebsdatenauswertung, Tourenplanung, Archivierung und die Anwenderunterstützung erfolgen. Zusätzlich als Unterstützung für Planung und Kommunikation sind die Beschaffung eines DIN A0 Farbdruckers und eines Beameers zu empfehlen.

Für eine erfolgreiche Einführung ist eine sorgfältige Auswahl der Personalgruppen notwendig, die während der Einführungsphase und im Produktivbetrieb mit dem System arbeiten sollen. Technikbegeisterte Fahrer und Disponenten werden in aller Regel weniger Scheu und Vorbehalte im Umgang mit EDV-Systemen haben als andere und ihren Kollegen den Weg ebnen. Zudem sind Schulungen ein wichtiger Faktor für die Akzeptanz in der Belegschaft. Sie sollten im ausreichenden Maße und ausgerichtet auf den Wissenstand des jeweiligen Personenkreises durchgeführt werden. Eine frühzeitige Einbindung des Personal- bzw. Betriebsrats ist empfehlenswert.

6 Praxisbeispiele

Mittlerweile sind in einigen Entsorgungs- und Stadtreinigungsbetrieben GPS-Systeme in unterschiedlichen Anwendungsbereichen im Einsatz. So erfolgt zum Beispiel in Düren, Pulheim und Bremen die Leistungsaufzeichnung und -dokumentation für die Straßenreinigung mittels GPS. In Koblenz wird GPS sowohl bei der Straßenreinigung als auch bei der Abfallsammlung zur Leistungsdokumentation und zur Gewinnung logistischer Kennzahlen genutzt. In Düsseldorf wurde mittels GPS und einem grafischen Tourenplanungsprogramm innerhalb kurzer Zeit eine Neuplanung

des Winterdienstes durchgeführt. In Berlin wird GPS zur Leistungsdokumentation und als Planungsgrundlage im Winterdienst genutzt. GPS wird in Gera beim Containergeschäft bei der Auftragsdisposition, als Navigationshilfe für den Fahrer und zur Containerverfolgung eingesetzt. Für die Tourenaufzeichnung und Auswertung bei der kommunalen Abfallsammlung im Umleerbereich wird GPS in Mehlingen und Wildeshausen verwendet. Im Umleerbereich der gewerblichen Abfallsammlung kommt GPS in Iserlohn, Worms, Ludwigsfelde, Frankfurt a. d. Oder, Chemnitz, Weilheim, Marienheide und Hückeswagen ebenfalls für Tourenaufzeichnung und Auswertung zum Einsatz.

Bei vielen anderen Unternehmen befindet sich GPS derzeit in der Einführungsphase oder ist noch im Testbetrieb. Weitere Firmen spielen mit dem Gedanken GPS einzusetzen, suchen aber noch nach einer passenden Lösung.

Das gesamte Spektrum des systematischen Einsatzes von GPS-Daten wird zur Zeit nur zum Teil genutzt. Mittlerweile werden zwar von einer Reihe von Herstellern GPS-Systeme für die Abfallwirtschaft, die Straßenreinigung und den Winterdienst angeboten, die sich bereits in der Praxis bewährt haben. In der Regel handelt es sich aber um eng begrenzte Einsatzbereiche, die speziell auf die Bedürfnisse des jeweiligen Nutzers zugeschnitten sind. Eine weiterführende Verwendung in angrenzenden Arbeitsbereichen ist nach Herstellerangaben möglich, bedarf jedoch zusätzlicher Anpassungsarbeiten.

Nur wenige Firmen bieten Systeme an, welche die Geschäftsprozesse innerhalb eines Einsatzbereiches von der Auftragsannahme bis hin zur Fakturierung vollständig abdecken. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein hoher Aufwand bei der Einführung erforderlich ist und nach der Einführung zunächst keine Garantie für einen reibungslosen Betrieb gegeben ist.

Bei allen Anbietern ist zu beobachten, dass mit steigender Erfahrung den Bedürfnissen der Abfallwirtschafts-/Straßenreinigungsbetriebe Rechnung getragen wird und entsprechende Lösungen in absehbarer Zeit zu erwarten sind. Das Produkt von der Stange jedoch wird schon aufgrund der mannigfaltigen betrieblichen Besonderheiten und der unterschiedlichen eingesetzten EDV-Systeme weiter auf sich warten lassen.

7 Ausblick

Der derzeitige Stand der Technik stellt zur Zeit erst den Anfang dar. So soll das seit 1994 bereits in Planung befindliche europäische Satellitennavigationssystem Galileo, welches aus 30 Satelliten besteht und mit einer Genauigkeit von 1 m präziser als das derzeitige GPS-System ist, ab 2008 voll funktionsfähig sein.

Auch von Fahrzeug- und Aufbauherstellern sowie der Zulieferindustrie sind Weiterentwicklungen zu verzeichnen. Insbesondere in den Bereichen der Fahrzeugdatenerfassung und -auswertung sind weitere Fortschritte sowohl in der Hardware als auch im Softwarebereich zu erwarten.

Hier einige Stichpunkte

- Bordcomputer
- Ident-, Verwiegetechnik
- Betriebsdatenerfassung
- Modulare Fuhrparkinformationssysteme
- Datenübertragung über neue Mobilfunksysteme (Sicherheit, Geschwindigkeit, Qualität und Umfang der Daten, Preisniveau)

Abfallwirtschaftliche Prozesse (Auftragsannahme, Disposition, Fakturierung, Berücksichtigung der Dokumentations- und Nachweispflichten) werden zunehmend durch Softwarelösungen abgebildet, unterstützt und verändert. Eine Verknüpfung der verschiedenen Komponenten der Fahrgestell- und Fahrzeugaufbauhersteller und die Anbindung der verschiedenen Software-Produkte über Schnittstellen ist heute schon möglich und wird in Zukunft sicherlich weiter optimiert. Ein integriertes System jedoch, welches alle Bereiche der Entsorgungswirtschaft und Stadtreinigung von Straßenreinigung, Winterdienst, Entsorgungslogistik bis hin zu Sonderbereichen von der Auftragsannahme über die Disposition hin zur Faktura und zum Controlling abdeckt, ist auf dem Markt noch nicht erhältlich.

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Systematisches Erfassen und Auswerten
von Fuhrparkdaten**

Dipl.-Ing. Bernd Sackmann
FBS Fuhrpark Business Service GmbH (Berlin)

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005



Abbildung 1: Systematisches Erfassen und Auswerten von Fuhrparkdaten



Abbildung 2: Erfassen sämtlicher Kosten

Auch in der Formel 1 kommen die Teilnehmer heute nicht mehr ohne Telematik und Analysten aus, um die Fitness des eigenen Teams im immer härter werdenden Wettbewerb zu sichern.

Ziel – Kostentransparenz durch:

- Qualifiziertes Instandhaltungsmanagement, Vergleich mit Branchenstandards und Arbeitswerten
- Differenzierte Kostenerfassung nach Baugruppen definiert für jede Fahrzeugart
- Differenzierte Kostenauswertung nach Baugruppen definiert für jede Fahrzeugart
- kompetente Bewertung mit Analysen und Benchmark
- Investitions- und Amortisationsrechnung auf Ist-Kostenbasis
- Errechnung optimaler Ersatzbeschaffungszeitpunkte

Abbildung 3: Nutzen einer systematischen Kostenanalyse

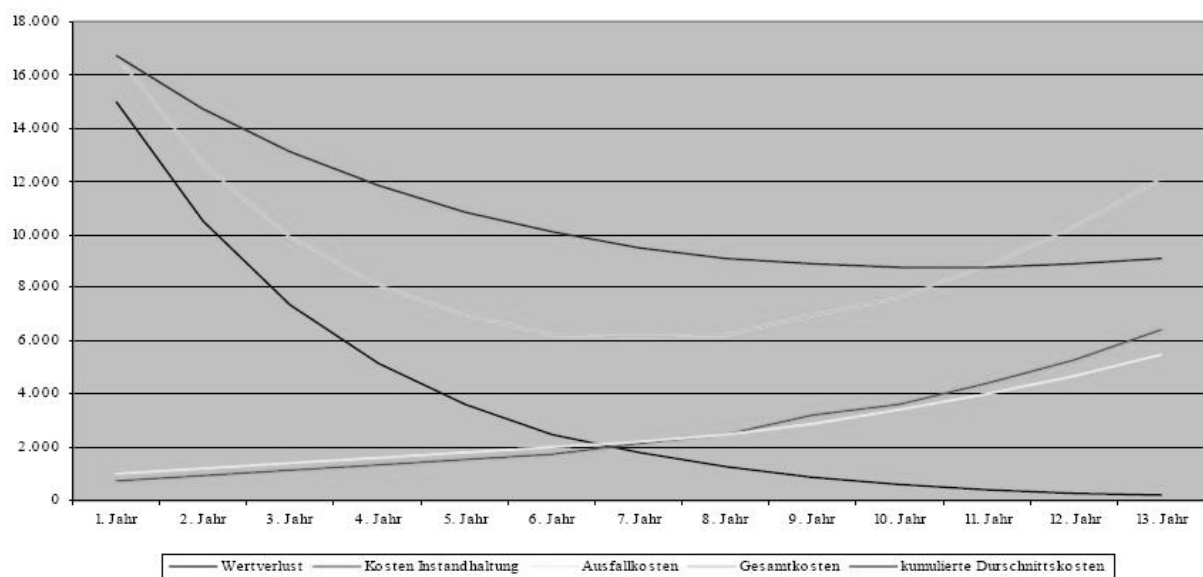


Abbildung 4: Optimaler Ersatzbeschaffungszeitpunkt

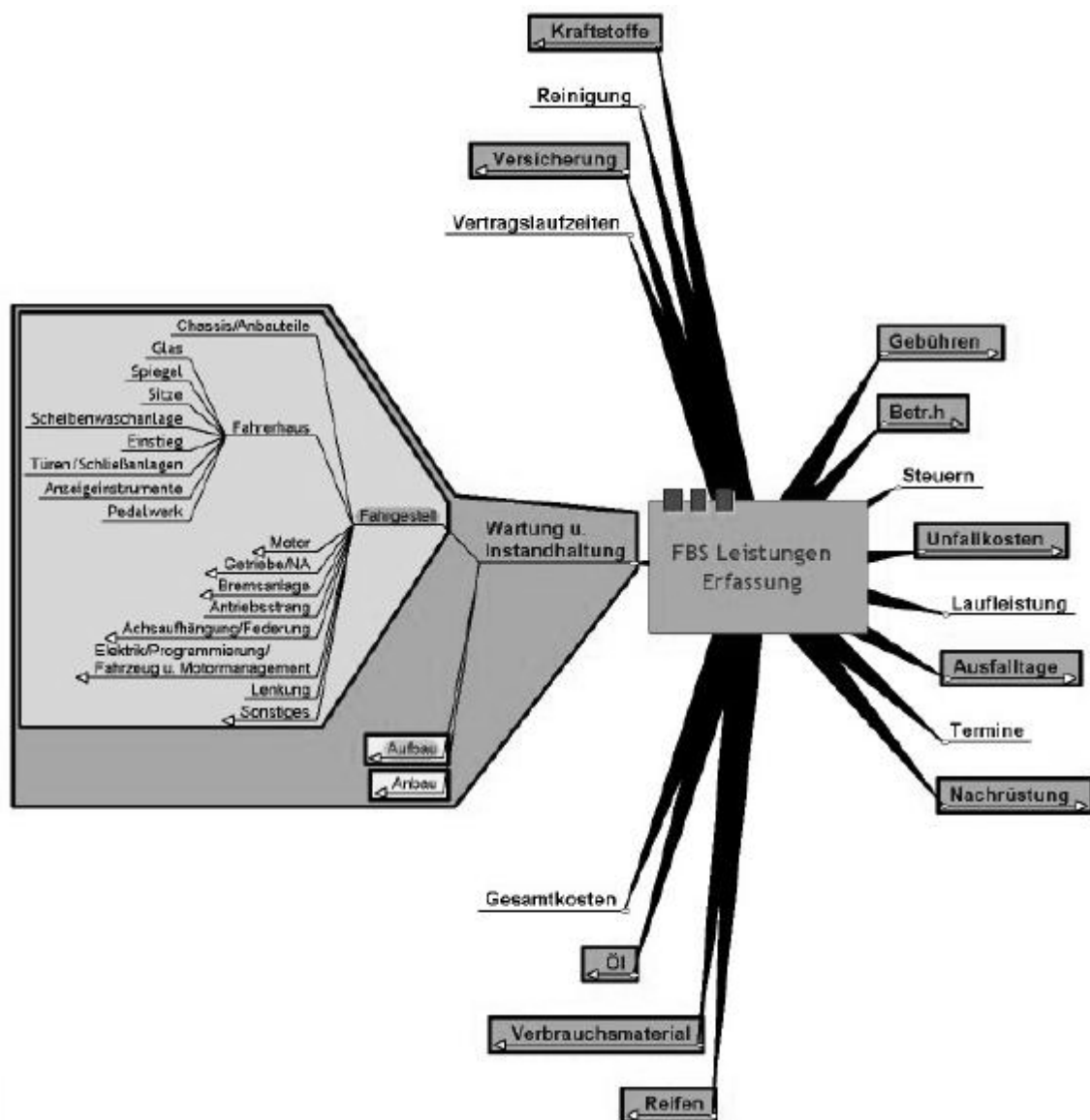


Abbildung 5: Strukturierte Kostenerfassung

A. I. Urban, G. Halm, M. Weber (Hrsg.)

Kasseler Abfall-Logistik-Tage

**Fuhrparkkennzahlen als Controlling-Instrument
für die Entsorgungswirtschaft**

Dipl.-Ing. Frank Verheyen
uve GmbH für Managementberatung

Schriftenreihe des
Fachgebietes Abfalltechnik
Universität Kassel
Kassel 2005

1 Ausgangssituation

Die deutsche Entsorgungswirtschaft befindet sich in einer Umbruchphase. Veränderte Umfeldbedingungen (Reduzierung der Abfallmengen, Aufsplitterung in viele Fraktionen mit separatem Entsorgungsweg, geänderte gesetzliche Rahmenbedingungen) erfordern veränderte Strukturen und Ziele in der Entsorgungswirtschaft. Aufgrund der angespannten marktwirtschaftlichen Situation und durch ein erhebliches Preisgefälle treten kostenspezifische Faktoren (Steigerung der Produktivität, Kostenreduzierung) in den Vordergrund. Durch die zunehmende Privatisierung ehemals kommunaler Entsorgungsaufgaben wird der Wettbewerb in den nächsten Jahren sich noch verschärfen. Um sich in einem durch Wettbewerb gekennzeichneten Markt auch zukünftig behaupten zu können, müssen die Betriebe der Entsorgungswirtschaft alle Möglichkeiten zur Effektivitätssteigerung und Kostenreduzierung auch im Fuhrparkmanagement nutzen.

Belastbare Entscheidungsgrundlagen zur Aufgabenerfüllung, insbesondere die Zuordnung der Kosten, sind den Verantwortlichen in den Betrieben der Entsorgungswirtschaft vielfach nicht bekannt. Ein effektives, zeitnahes Controlling zur Steuerung der betrieblichen Aufgaben ist häufig nicht vorhanden. Als Steuerungsinstrument nutzen die Unternehmen hauptsächlich Finanzkennzahlen auf der Unternehmensebene wie Cash-flow, Gewinn- und Verlustrechnung, Umsatzerlöse etc..

Eine Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung liefert wichtige Informationen zur Kostenstruktur des Unternehmens, erzeugt aber nicht die notwendige Transparenz zur Identifizierung von Kostenverursachern bei den technischen und organisatorischen Betriebsabläufen. Es wird häufig nicht hinterfragt, ob auf der Ebene einzelner Unternehmensbereiche (Abfallwirtschaft, Stadtreinigung, Fuhrparkmanagement oder Werkstatt) die Prozesse der Leistungserbringung gut und effizient sind, die Qualität in Ordnung ist, ob der Kunde zufrieden ist und ob die Mitarbeiter gut motiviert sind, um die an sie gestellten Anforderungen zu erbringen.

2 Kennzahlen als steuerungsrelevante Informationen

Controlling mit Kennzahlen bedeutet nicht Kontrolle, sondern Planung und Steuerung betrieblicher Abläufe mit Hilfe von betriebsspezifischen Zielvorgaben. Kennzahlen sind Zahlen, die in Bezug auf das jeweilige Erkenntnisziel relevant sind und im Vergleich zu anderen Zahlen über einen besonders hohen Aussagegehalt verfügen. In der Regel werden Kennzahlen als Verhältniszahlen aus Basisdaten (Datenvariablen) gebildet. Eine Kennzahl gibt dabei Auskunft über einen Bereich oder Prozess in wirtschaftlicher, technischer oder organisatorischer Hinsicht. Das Kennzahlensystem ist die geordnete Gesamtheit von Kennzahlen, die in sachlogischer oder rechentechnischer Beziehung zueinander stehen.

Kennzahlen dienen:

- als solide, aktuelle Informationsbasis für strategische Entscheidungen;
- als Führungsinstrument zur direkten, zeitnahen Steuerung betrieblicher Abläufe und Prozesse;
- zur Vorgabe von Zielwerten sowie zur Messung und Verfolgung der Zielerreichung;
- dazu, Veränderungen bzw. Stärken und Schwächen einzelner Unternehmensbereiche frühzeitig zu erkennen;
- als Vergleichsgröße für die Beurteilung der eigenen Leistungen mit anderen Unternehmen (Benchmark)

Abbildung 1 zeigt ein Ablaufschema mit den verschiedenen Stufen, die beim Aufbau eines Kennzahlensystems zum Tragen kommen.

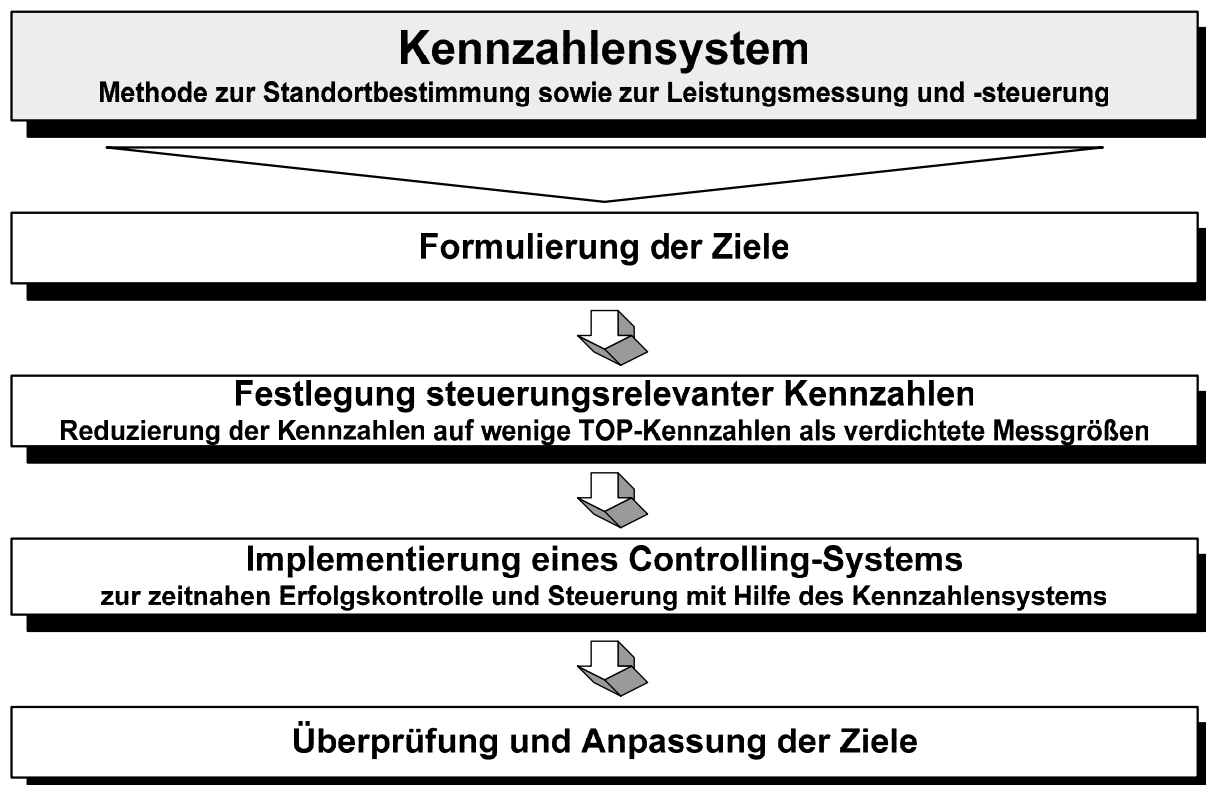


Abbildung 1: Methode zur Standortbestimmung sowie zur Leistungsmessung und -steuerung

Das betriebliche Fuhrparkmanagement übernimmt im Betrieb die Aufgabe eines internen Dienstleisters für die einzelnen Produktionsprozesse (Abfallwirtschaft, Straßenreinigung, Abwasserbeseitigung, Grünflächenpflege, Bauhof etc.) und ist darüber hinaus in der betrieblichen Praxis vielfach mit den Bereichen Werkstatt und Einkauf verzahnt. In der Abbildung 2 ist die systematische Ableitung steuerungsrelevanter Kennzahlen dargestellt.

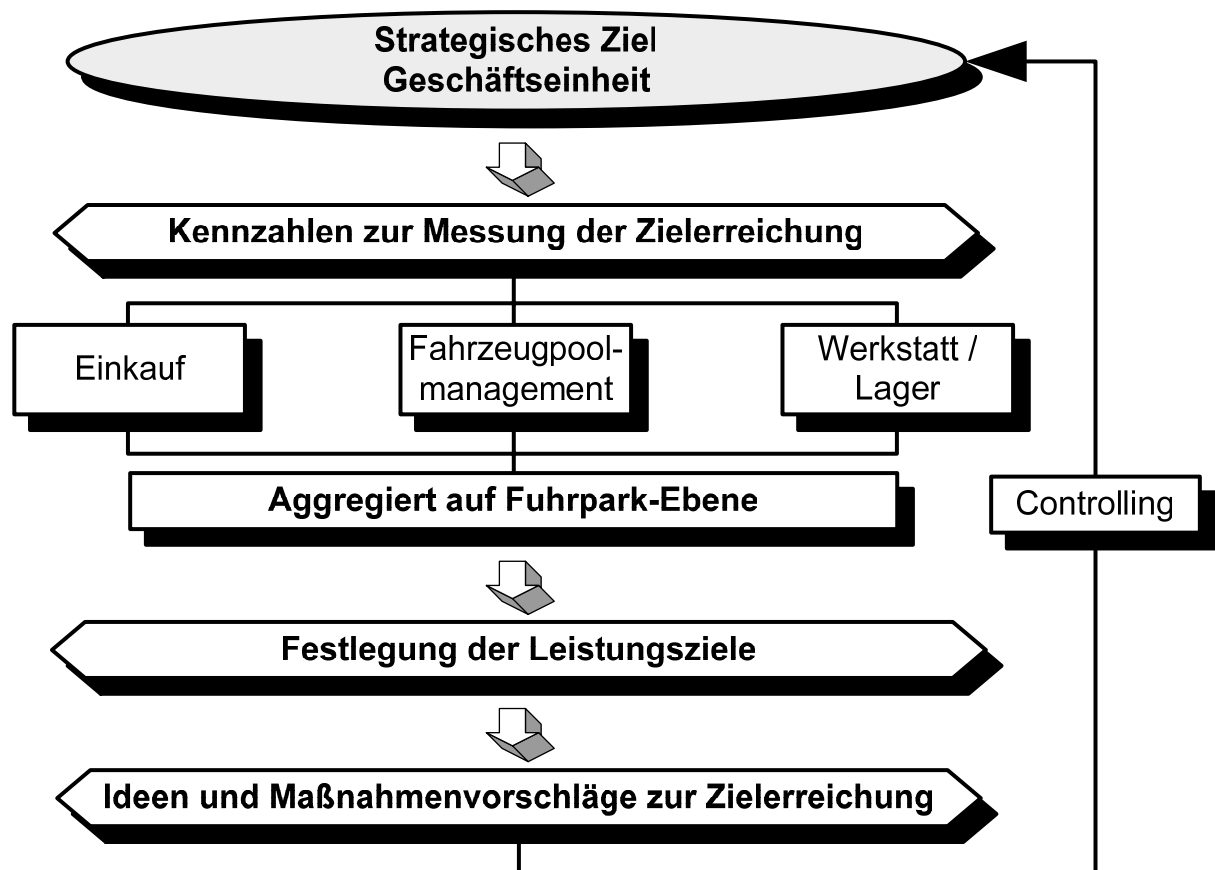


Abbildung 2: Systematische Ableitung steuerungsrelevanter Kennzahlen

Kennzahlen dienen im Betrieb als Werkzeug, mit welchem die Verantwortlichen der verschiedenen Führungsebenen in die Lage versetzt werden, betriebliche Prozesse zeitnah und effizient auf der Grundlage belastbarer Informationen zu steuern. Die Kennzahlen liefern entsprechend dem Auswertungsintervall aktuelle Informationen zum qualitativen Ist-Zustand des Unternehmens bzw. einzelner Unternehmensbereiche. Durch die Nutzung der Kennzahlen werden die Entscheidungspersonen unterschiedlicher Führungsebenen wie Disponent, Fuhrparkleiter, Abteilungsleiter und Geschäftsführung in die Lage versetzt, ihren Verantwortungsbereich entsprechend den strategischen und operativen Zielen zu führen und zu optimieren.

Die wichtigste Anforderung an Kennzahlen ist, dass sie auf den jeweiligen Empfänger zugeschnitten ist und entsprechend seinem Befugnisbereich steuerungsrelevante Informationen zur Führung bereitstellt. Eine hoch verdichtete Kennzahl erfasst Informationen auf der Unternehmensebene mit einer geringen Detailtiefe. Mit steigender Detaillierung bis hin zur Prozessebene sinkt der Aggregationsgrad bei einer zunehmenden Anzahl von Kennzahlen.

3 Ziele

Es geht beim Controlling mit Hilfe von Kennzahlen nicht einfach um die einmalige Erhebung von Kennzahlen; beabsichtigt ist vielmehr die Entwicklung eines entscheidungs- und steuerungsrelevanten Kennzahlensystems zur Ableitung konkreter Maßnahmenvorschläge zur Optimierung des jeweiligen Verantwortungsbereiches.

Die Zahl der steuerungsrelevanten Kennzahlen ist in der betrieblichen Praxis auf ein Minimum zu reduzieren. Bei einem betrieblichen Kennzahlensystem bewahrheitet sich einmal mehr das alte Sprichwort „weniger ist mehr“. Die Praxis hat gezeigt, nur wenn die Kennzahlen zeitnah und ohne großen Aufwand erzeugt werden können, werden sie kontinuierlich und langfristig im Betrieb verwendet. Die Kennzahlen müssen quasi als Abfallprodukt aus vorhandenen, laufenden Datenbereitstellungen wie dem Rechnungswesen oder der Lohnbuchhaltung anfallen. Potenzielle Ziele sind:

- die Transparenz von technischen und organisatorischen Abläufen durch Abbildung aller wichtigen Faktoren zu erhöhen;
- die Informationen so aufzubereiten, dass das Wesentliche deutlich wird;
- vorhandene Informationen zu charakteristischen Kennzahlen durch Komprimierung zu verdichten und messbar zu machen, wobei der Verdichtungsgrad der Kennzahl auf die Zielstellung des Empfängers anzupassen ist;
- eine zeitnahe Leistungsbeurteilung und -verfolgung betrieblicher Abläufe und Prozesse sowie deren zeitliche Entwicklung;
- die frühzeitige Identifizierung von Veränderungen bzw. Stärken- und Schwächen einzelner Unternehmensbereiche, um ökonomische, ökologische und technische Optimierungspotenziale weitestgehend zu nutzen;
- eine Messlatte zur Vorgabe von Zielwerten sowie zur Messung und Verfolgung der Zielerreichung zu generieren und
- somit eine belastbare Informationsbasis für strategische und operative Entscheidungen zu schaffen.

Die Nutzung eines innerbetrieblichen Kennzahlensystems im Fuhrparkmanagement verfolgt als Gesamtziel die Senkung der spezifischen Fahrzeugvollkosten. Durch Optimierung aller Faktoren, die während der gesamten Einsatzzeit des Fahrzeuges oder Gerätes Einfluss auf die Fahrzeugvollkosten haben, wird dieses Ziel erreicht.

4 Struktur des Kennzahlensystems

Grundlage einer belastbaren Kennzahl ist eine eindeutige Definition der Basisdaten innerhalb eines strukturierten Datenmodells unter den Randbedingungen Verfügbarkeit (Zeitnähe), Zuverlässigkeit (keine Möglichkeit der Manipulation) und Genauigkeit. Das Kennzahlensystem benötigt eine Vielzahl von Basisdaten mit teilweise sehr differenzierten Qualitäts-, Leistungs- und Kosteninformationen aus den unterschied-

lichsten Datenquellen des Betriebes. Abbildung 3 enthält die drei wesentlichen Elemente, aus denen ein Kennzahlensystem besteht.

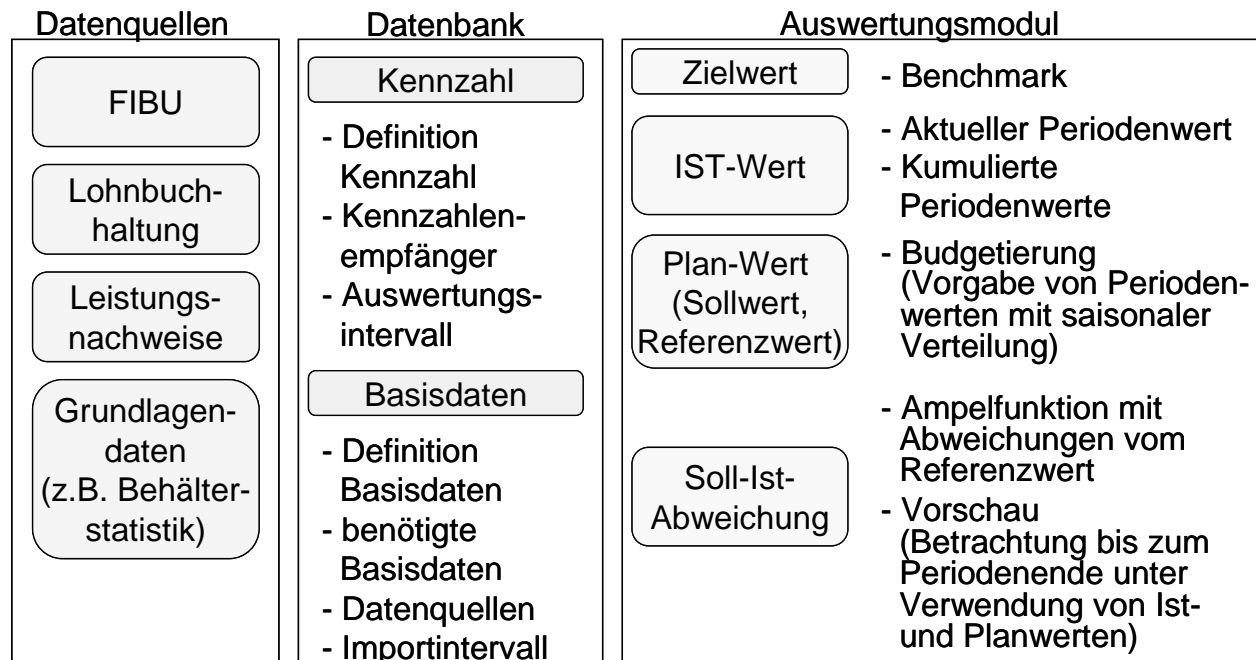


Abbildung 3: Datenquellen, Datenbank und Auswertungsmodul als die drei Elemente des Kennzahlensystems

Die Anforderungen an Kennzahlen im Rahmen eines betrieblichen Kennzahlensystems sind nachfolgend zusammengefasst. Kennzahlen müssen:

- so komplex wie erforderlich und so einfach wie möglich gestaltet sein;
- auf den Empfänger und dessen Aufgaben zugeschnitten sein und in einer einheitlichen Verantwortung liegen;
- durch die Tätigkeit des Empfängers (Verantwortlichen) beeinflussbar sein;
- die grundlegende strategische Ausrichtung der jeweiligen Verantwortlichkeit (z.B. „Wachstum“ oder „Kostensenkung“) widerspiegeln;
- hinsichtlich der Anzahl auf ein Minimum begrenzt sein;
- geplant (Zielwert) und kontrolliert werden können;
- über einen längeren Zeitraum ermittelbar sein.

Die Zahl sowie der Differenzierungsgrad der Kennzahlen für das Fuhrparkmanagement sind von den betriebsspezifischen Leistungsbereichen (Abfallwirtschaft, Stadtreinigung, Grünflächenpflege, Bauhof etc.) und dem daraus resultierenden Fahrzeug- und Gerätepool abhängig. Die einzelnen Fahrzeuge und Geräte sind für das Kennzahlensystem in typische Fahrzeuggruppen zusammenzufassen. Beispielhafte Fahrzeuggruppen für einen Fuhrpark sind:

- Abfallsammelfahrzeuge (Hecklader, Seitenlader, Frontlader mit Differenzierung 2- und 3-Achser und evt. des Einsatzbereiches wie Restabfall, Sperrabfall, Glas, PPK, LVP)
- Containerfahrzeuge bzw. Absetzkipper
- Lkw > 7,5 t
- Lkw < 7,5 t
- Großkehrmaschinen
- Kleinkehrmaschinen (KKM)
- Großgeräte (Bagger, Raupe, Dumper, Kompaktor etc.)

Basierend auf einer einheitlichen Ziel-Struktur für den Gesamtbetrieb werden die Kennzahlen im Grundmodell fünf Perspektiven zugeordnet:

- Wirtschaftlichkeit / Kosten
- Produktivität (z.B. Instandhaltungsintensität)
- Qualität (z.B. Verfügbarkeit und Reservequote einer Fahrzeuggruppe, Garantierte Bereitstellungszeit für Ersatzfahrzeuge)
- Kundenzufriedenheit und
- Mitarbeitermotivation

4.1 Wirtschaftlichkeits- und Kostenkennzahlen im Fuhrparkmanagement

- Fahrzeugvollkosten je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- Finanzierungskosten (Abschreibungen, Zinsen, Leasingkosten) je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- Betriebskosten je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- Wartungs- und Instandhaltungskosten je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- Kraftstoffkosten je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- Personalmanagementkosten (Personalkosten des Fuhrparkmanagements) je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- sonstige Kosten (Steuern, Versicherung, anteilige Verwaltungskostenumlage etc.) je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [€/ Fahrzeug*a];
- Kostendeckungsgrad [%].

Die Fahrzeugvollkosten eines durchschnittlichen Fahrzeuges einer Fahrzeuggruppe sind die Summenwerte der Finanzierungskosten, der Wartungs- und Instandhaltungskosten, der Kraftstoffkosten, der Personalmanagementkosten sowie der sonstigen Kosten. Abbildung 4 zeigt die Schwankungsbreite der Fahrzeugvollkosten von Abfallsammelfahrzeugen (Hecklader) nach Kostenarten verschiedener Betriebe der Entsorgungswirtschaft.

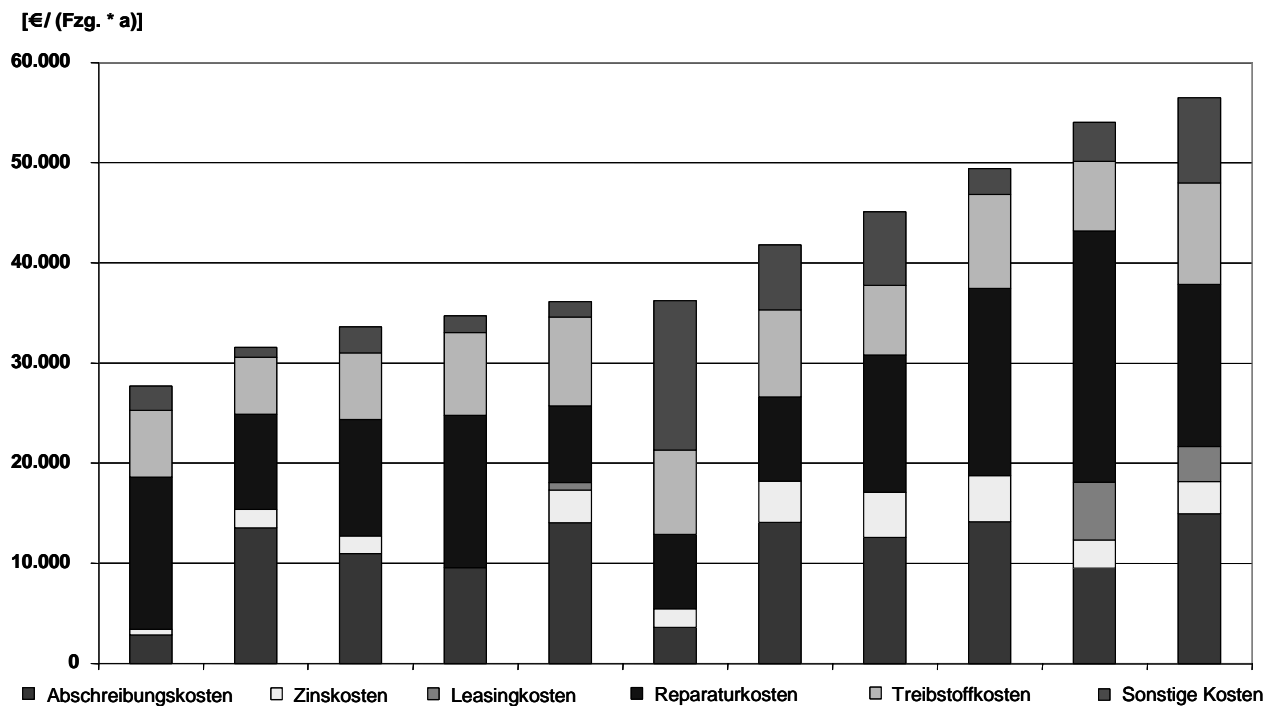


Abbildung 4: Fahrzeugvollkosten von Abfallsammelfahrzeugen (Hecklader) verschiedener Entsorgungsbetriebe nach Kostenarten

In die Fahrzeugvollkosten fließen bei den einzelnen Betrieben eine Vielzahl betriebs-spezifischer Randbedingungen, wie die Art der Anschaffungsfinanzierung, die Abschreibungszeiten, das Durchschnittsalter der Fahrzeuge einer Fahrzeuggruppe oder der Auslastungsgrad der Fahrzeuge ein.

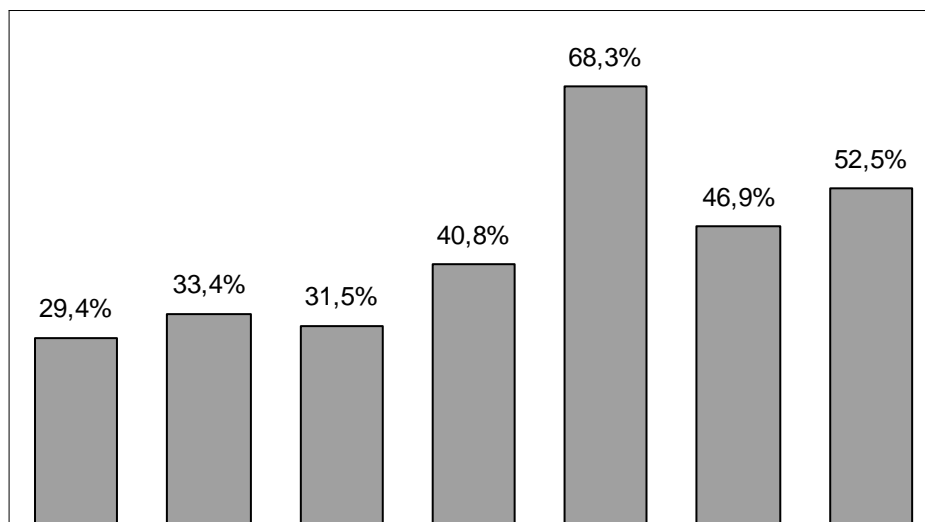


Abbildung 5: Finanzierungskostenquote für den Gesamtfahrzeugpool ausgewählter Betriebe

Wichtige spezifische Leistungskosten des Fuhrparkmanagements sind die

- Fahrzeugvollkosten je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Einsatzstunde bzw. Einsatztag [€/ h*a] bzw. [€/ d*a];

- Kraftstoffkosten je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Kilometerleistung bzw. Betriebsstunde [€/ h*a] bzw. [€/ d*a];
- Betriebs- oder Finanzierungskostenquote [%].

Abbildung 5 zeigt die Finanzierungskostenquote ausgewählter Entsorgungsbetriebe über den gesamten Fahrzeugpool.

4.2 Produktivitätskennzahlen im Fuhrparkmanagement

- Instandhaltungsintensität als Wartungs- und Instandhaltungsstunden je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr [h / Fahrzeug*a];
- Leistung je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Jahr in Kilometern oder Betriebsstunden [km / Fahrzeug*a] oder [Bh / Fahrzeug*a];
- Kraftstoffverbrauch Fahrleistung je Fahrzeug einer Fahrzeuggruppe und Einsatztag in Kilometer oder Betriebsstunden [km / Fahrzeug*d] oder [Bh / Fahrzeug*d];
- Zeitbedarf zur Fahrzeugbeschaffung in Monaten je Beschaffungsvorgang [Monate / Beschaffungsvorgang];
- Personalaufwand je Beschaffungsvorgang als Mitarbeiterstunden je Beschaffungsvorgang (MA h / Beschaffungsvorgang).

4.3 Qualitätskennzahlen im Fuhrparkmanagement

- Reservequote einer Fahrzeuggruppe [%];
- Verfügbarkeit [%];
- Durchschnittsalter der Fahrzeuge einer Fahrzeuggruppe in Jahren [a];
- Vorlaufzeit zur kurzfristigen Bereitstellung von Ersatzfahrzeugen in Stunden nach Meldung des Ersatzfahrzeugbedarfs [h].

Kundenzufriedenheit (für die internen Dienstleistungen des Fuhrparkmanagements) und Mitarbeitermotivation haben im Fuhrparkmanagement keinen so großen Stellenwert wie in den anderen Geschäftseinheiten der Betriebe der Entsorgungswirtschaft.

5 Das Berichtswesen des betrieblichen Kennzahlensystems

Die Anforderungen an das Berichtswesen (Reportingsystem) eines betrieblichen Kennzahlensystems sind:

- Spezifizierung auf den Empfänger;
- Zeitnähe der Kennzahlenauswertung;
- Verständlichkeit und Eindeutigkeit;

- Wirtschaftlichkeit des Erstellungsaufwandes;
- weitgehend automatische und DV-gestützte Generierung der Kennzahlen (Auswertungsroutine);
- automatisches Reporting-System mit weitgehend einheitlichem (standardisiertem) Layout und hohem Aussagegehalt;
- Festlegung von Maßnahmen bei Abweichung der Kennzahlen vom Zielwert (Aktionsplan).

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen beispielhafte tabellarische und grafische Ausgabeformulare aus der betrieblichen Praxis.

Organisationseinheit:

Abfallentsorgung

Entsorgung sonstiger verwertbarer Abfälle

Altholz

Elektrogeräte - Weiße Ware

Elektronikschrott

Kühlschränke

Schrott

Sonstige Fraktionen

Entsorgung von LVP PPK Altglas

Altglas

LVP

PPK

Papierkorbentleerung

Restabfall - Bioabfall - Grünschnittentsorg

Bioabfallentsorgung

Grünschnittentsorgung

Restabfallentsorgung

Schadstoffentsorgung

Mobile Schadstoffentsorgung

Stationäre Schadstoffentsorgung

Sperrgut

Wilde Müllablagerung

Zeitperiode:

Okt 2004

Bericht:

BBS Trend: Restabfall - Bioabfall - Grünschnittentsorgung Ist

Perspektive - KEF - Kennzahl	Jun 2004	Jul 2004	Aug 2004	Sep 2004
Top Kennzahlen				
Top Kennzahlen				
Menge (kg pro E)				
Gesamtkosten (€ pro E)				
Benchmark Gesamtkosten (€ pro E)				
Technische physikalische Größen				
Mengen				
Menge (t)				
Ressourcen				
Fahrzeug (h)				
Personal (h)				
Kostengrößen				
Erlöse				
Kostenmindernde Erlöse				
Primärkosten				
Entsorgungsaufwand				
Behälterkosten				
Diverse betriebliche Aufwendungen				
Gemeinkosten				
Sortier- und Sammelkosten				
EDV-Kosten				
Summe Primärkosten				

Analysen für Menge (kg pro E) in Okt 2004:

Aktionen für Menge (kg pro E):

Aktion	Typ	Periode	Wert	Fä

Abbildung 6: Ausschnitt aus der tabellarischen Darstellung der Kennzahlen des monatlichen Kennzahlenberichtes (Programmausschnitt ADBS)

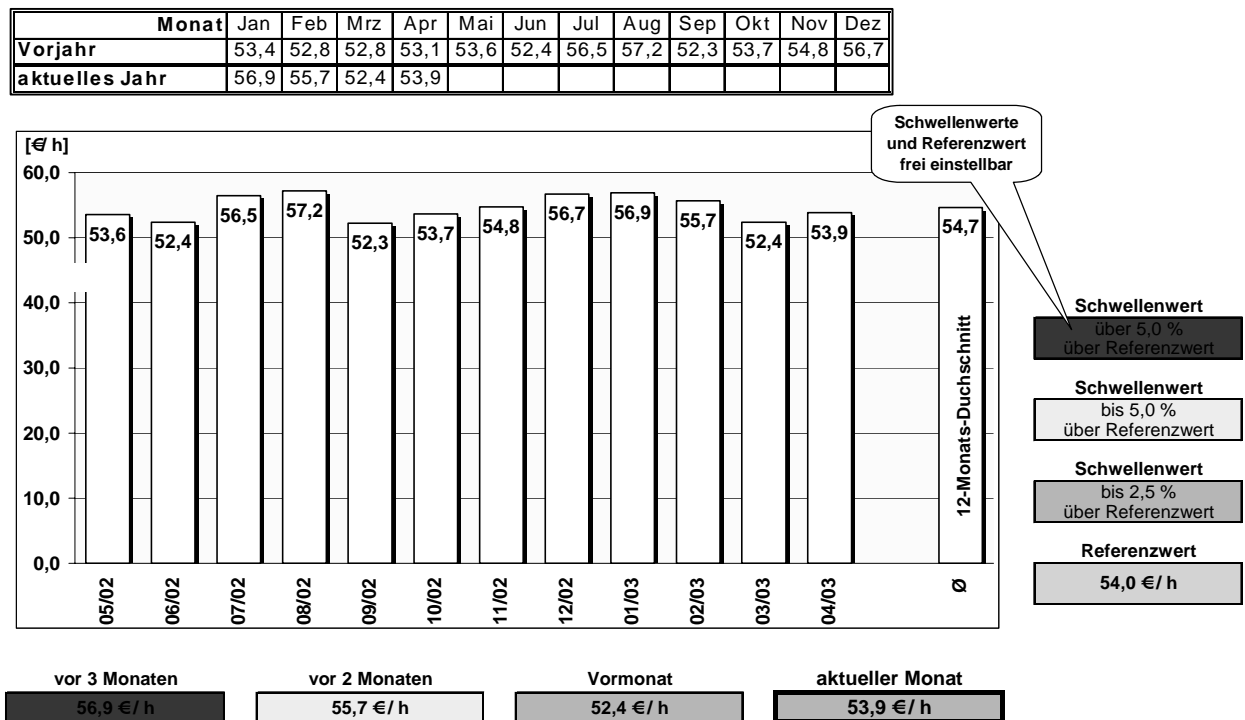


Abbildung 7: Ausführungsbeispiel eines grafischen Auswertungsblattes des monatlichen Kennzahlenberichtes in Excel

Abbildung 7 zeigt ein grafisches Ausführungsbeispiel mit einer Ampelfunktion für Werkstattstundenverrechnungssatz je produktiver Werkstattstunde. Je nach Kennzahl wird ein einheitlicher Referenzwert für einen längeren Betrachtungszeitraum oder ein monatspezifischer Referenzwert festgelegt. Durch den Abgleich der aktuellen Kennzahlenausprägung mit einem hinterlegten Referenzwert und einer zulässigen Abweichung erfolgt eine aktuelle Einordnung und farbliche Markierung (grün, gelb, rot). Wenn wiederkehrende Gründe zu einer Überschreitung eines Referenzwertes führen (z.B. kostenrelevante Sonderzahlungen wie Steuern oder Versicherungsprämien), ist dies durch Festlegung monatspezifischer Referenzwerte zu berücksichtigen. Die zulässigen Größenordnungen der Schwellenwerte für die Über- oder Unterschreitung des Referenzwertes sind kennzahlenspezifisch für die jeweilige Farbstufe festzulegen. Referenz- und Schwellenwerte sind entsprechend den Zielvorgaben bei Bedarf anzupassen.

Abbildung 8 zeigt ein Beispiel einer festgelegten Terminkette zum monatlichen Kennzahlenbericht.

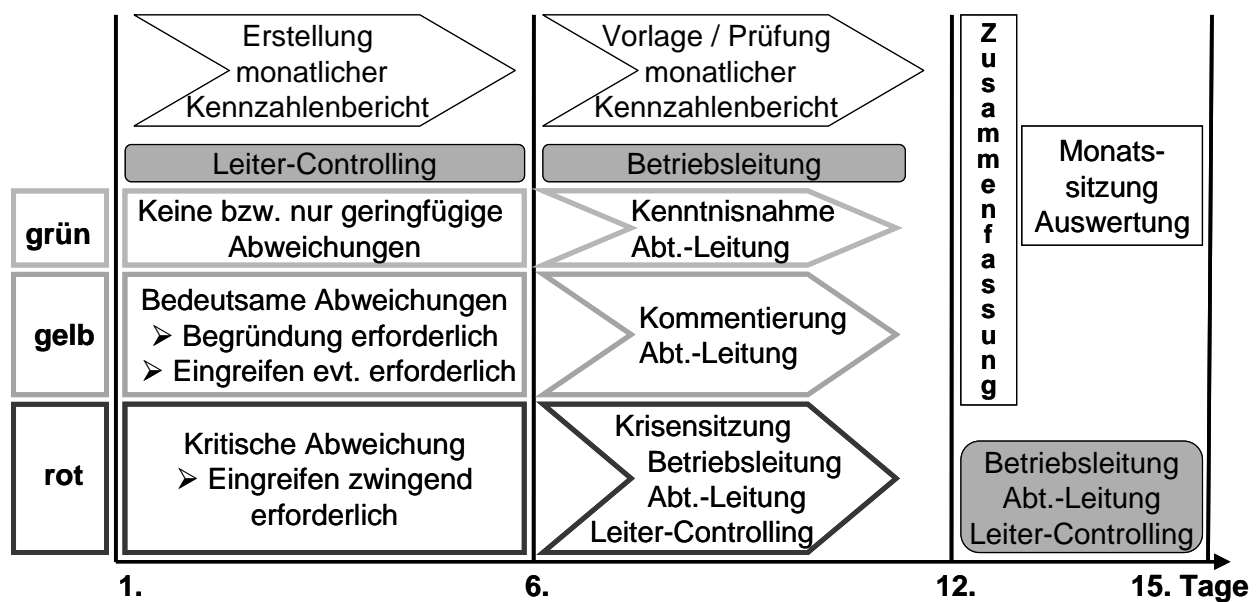


Abbildung 8: Terminkette und Ablaufschema des monatlichen Kennzahlenberichtes

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Ergebnis bringt ein Controlling mit Kennzahlen eine verbesserte Steuerung des jeweiligen Geschäftsbereiches sowie eine Prozessoptimierung über rein finanzielle Aspekte hinaus. Zudem wird der Informationsfluss weitgehend vereinheitlicht und wesentlich verbessert. Das Verständnis für Zusammenhänge und Abhängigkeiten in den Wirkungsfeldern eines Geschäftsbereiches sowie zwischen den Geschäftsbereichen wird vertieft.

Autoren- und Referentenverzeichnis

Prof. Dr.-Ing. Bernd Bilitewski
TU Dresden
Institut für Abfallwirtschaft und
Altlasten
Pratzschwitzer Straße 15
D 01796 Pirna

Dipl.-Ing. Heinz-Josef Dornbusch
INFA Institut für Abfall, Abwasser und
Infrastruktur- Management GmbH
Beckumer Straße 36
D 59229 Ahlen

Manfred Fischer
Manfred Fischer Containerdienst und
Transporte
Eichwaldstraße 27
D 34123 Kassel

Marko Günther
INTECUS GmbH
Abfallwirtschaft und umweltintegratives
Management
Pohlandstraße. 17
D 01309 Dresden

Dipl.-Ing. Gerhard Halm
Die Stadtreiniger Kassel
Geschäftsführung
Am Lossewerk 15
D 34123 Kassel

Dipl.-Ing. Patrick Hermannspann
FAUN Services GmbH
Geschäftsführung
Feldhorst 4
D 27711 Osterholz-Scharmbeck

Uwe Kausch
Stadtreinigung Göttingen -
Eigenbetrieb der Stadt
Rudolf-Wissell-Straße 5
D 37079 Göttingen

Franz Rottkord
Stadtreinigung Göttingen -
Eigenbetrieb der Stadt
Abfallwirtschaft
Rudolf-Wissell-Straße 5
D 37079 Göttingen

Dipl.-Ing. Bernd Sackmann
FBS Fuhrpark Business Service GmbH
Geschäftsführung
Alarichstraße 12-17
D 12105 Berlin

Prof. Dr. Karl-Heinz Scheffold
Fachhochschule Bingen
Berlinstr. 109
D 55411 Bingen

Eckhardt Silvan
HALLER Umweltsysteme GmbH & Co.
Rigistraße 1-3
D 12277 Berlin

Dipl.-Ing. Stefan Stremme
Die Stadtreiniger Kassel
Am Lossewerk 15
D 34123 Kassel

Dipl.-Ing. Rainer Trabant
AWISTA Gesellschaft für
Abfallwirtschaft
und Stadtreinigung mbH
Höherweg 100
D 40233 Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Arnd I. Urban
Universität Kassel
FB Bauingenieurwesen
FG Abfalltechnik
Mönchebergstrasse 7
D 34127 Kassel

Dipl.-Ing. Frank Verheyen
uve GmbH für Managementberatung
Kalckreuthstraße 4
D 10777 Berlin

Dipl.-Ing. Markus Weber
Universität Kassel
FB Bauingenieurwesen
Mönchebergstrasse 7
D 34127 Kassel

Uwe Wirth
PRAXIS EDV-Betriebswirtschaft- und
Software-Entwicklung AG
Lange Straße 35
D 99869 Pferdingsleben

In der Schriftenreihe der Fachtagung Thermische Abfallbehandlung sind bisher folgende Bände erschienen:

Herausgeber

Bernd Bilitewski, Martin Faulstich, Arnd I. Urban

		Preis
Band 1	Thermische Restabfallbehandlung ISBN 3-503-03915-5, 1. Fachtagung, Dresden, 1996	vergriffen
Band 2	Thermische Abfallbehandlung Entwicklung von Technik und Kosten in einer Kreislaufwirtschaft ISBN 3-88122-892-6, 2. Fachtagung, Kassel, 1997	19,00 €
Band 3	Thermische Abfallbehandlung ISSN 0942-914X, 3. Fachtagung, Garching bei München, 1998	vergriffen
Band 4	Thermische Abfallbehandlung Co-Verbrennung ISBN 3-9805174-7-0, 4. Fachtagung, Dresden, 1999	vergriffen
Band 5	Thermische Abfallbehandlung Zukunft in Deutschland und Europa ISBN 3-89792-003-6, 5. Fachtagung, Kassel, 2000	19,00 €
Band 6	Thermische Abfallbehandlung ISSN 0942-914X, 6. Fachtagung, Garching bei München, 2001	Reste
Band 7	Thermische Abfallbehandlung ISBN 3-934253-09-1, 7. Fachtagung, Berlin, 2002	19,00 €
Band 8	Thermische Abfallbehandlung ISBN 3-937022-01-5, 8. Fachtagung, Berlin, 2003	19,00 €
Band 9	Thermische Abfallbehandlung ISBN 3-937022-02-3, 9. Fachtagung, Berlin, 2004	29,00 €
Band 10	Thermische Abfallbehandlung ISBN 3-934253-33-4, 10. Fachtagung, Berlin, 2005	39,00 €

Zuzüglich Porto & Verpackung Vertrieb inklusive MwSt. über:
Universität Kassel
Fachgebiet Abfalltechnik
34109 Kassel

Inhalt Band 8 (2003)

Radde, C.: Aktuelle Abfallpolitik des Bundes

Johnke, B.: Neue europäische Entwicklungen –BAT und Energieeffizienz bei der thermischen Abfallbehandlung

Faulstich, M.; Denk, H.: Bedeutung von Klimaschutz und Emissionshandel bei der thermischen Abfallbehandlung

Keldenich, K.: Modulare dezentrale Kleinverbrennungsanlagen

Quicker, P.; Faulstich, M.: Innovatives Verfahren zur dezentralen Klärschlammverbrennung

Vehlow, J.; Hunsinger, H.; Seifert, H.: UPSWING – eine Kombination von Abfallverbrennung und Kraftwerk

Metschke, J.: Kesseloptimierung an der MVA Schwandorf

Schirmer, M.; Rotter, S.; Bilitewski, B.: Vorkommen und Einfluss von Chlor in der Abfallverbrennung

Born, M.: Thermodynamik der Chlorkorrosion bei der Mitverbrennung von Abfällen in der Kohlfeuerung

Neukirchen, B.: Sekundärbrennstoffen in Kohlekraftwerken?

Wuttke, J.: Grenzüberschreitende Stoffströme – Notifizierung und Bedeutung für die thermische Abfallbehandlung

Pütz, A.: Abfallverbringung in die Länder Osteuropas und die sich daraus ergebende Problematik für Deutschland

Marutzky, R.: Holzmengenbilanz – Anfall und Verbleib

Friedrich, H.: Vergleich von Müllverbrennung und Mitverbrennung - umweltpolitische Auswirkungen auf Stoffströme für Deutschland und Europa

Baum, H. G.; Pehnelt, G.: Benchmarking von Thermischen Behandlungsanlagen in Deutschland Ein bundesweiter Vergleich

Giglberger, J.: Erfahrungen mit dem Einsatz von Gewerbemüll in bayerischen Müllverbrennungsanlagen

Seeger, H.; Kock, O.; Urban, A. I.: Experimentelle Bestimmung des Verbrennungsverhaltens von Abfällen

Bilitewski, B.; Härdtle, G.: Veredlung von Sekundärbrennstoffen durch Aufbereitung und Pelletierung

Inhalt Band 9 (2004)

Schnurer, Helmut: Aktuelles Abfallrecht

Anderl, Helmut: Thermische Verwertung von Ersatzbrennstoffen in der Wirbelschicht
110 MW Reststoffverwertungsanlage RV-Lenzing (Österreich)

Forkert, Jan; Kappa, Sven; Mielke Frank: Betriebserfahrungen bei der thermischen
Verwertung von Sekundärbrennstoffen im Braunkohlekraftwerk

Six, Jörg; Schmitt, Ferdinand: Wirbelschichtfeuerungsanlage Werdohl-Elverlingsen

Urban, Arnd I.; Bilitewski, Bernd; Faulstich, Martin: Prognosen zu Abfallmengen und
Behandlungskapazitäten für die thermische Behandlung von Abfällen

Kuchta, Kerstin: Stoffliche und energetische Verwertung von Shredderrückständen

Mocker, Mario; Quicker, Peter; Faulstich, Martin: Möglichkeiten und Grenzen der
gemeinsamen dezentralen Verwertung biogener Roh- und Reststoffe

Metschke, Jörg: Korrosion und Korrosionsschutz

Crimmann, Peter; Dimaczek, Gerold; Faulstich, Martin: Korrosionsschutz durch
Thermisches Spritzen

Zwahr, Heiner: Korrosionsschutz durch galvanisch aufgetragene Nickelschichten

Blank, Peter: Betriebserfahrungen mit der Thermoselect-Anlage in Karlsruhe

Spindeldreher, Olaf; Usdrowski, Norbert; Hauk, Rolf: Contherm – Thermische
Abfallverwertung im Kraftwerk

Johnke, Bernt: BREF/BAT-Entwurf Abfallverbrennung – Stand der Anlagentechnik in
Europa

Seeger, Hendrik; Urban, Arnd I.: Fortschritte bei der Analyse von
Sekundärbrennstoffen in einer Verbrennungsanlage im Technikumsmaßstab

Bleckwehl, Stefan; Walter, Roland; Kolb, Thomas; Seifert, Helmut: Charakterisierung
des Abbrandverhaltens fester Brennstoffe

Igelbüscher, Andreas; Aykut, Halas: Weitere Entwicklung der Wirbelschichttechnik
am Beispiel des offenen Düsenbodens

Eckardt, Silke; Albers, Henning; Schirmer, Matthias; Bilitewski, Bernd: Einsatz von
Ersatzbrennstoffen in Industrieanlagen Potenziale und wirtschaftliche Aspekte

Winkler, Jörg: Vergleich der Abfallbehandlungsalternativen mit vorhandenen
Ökobilanzmodellen

Inhalt Band 10 (2005)

Trittin, Jürgen: Grußwort

Gaßner, Hartmut: Aktuelles Abfallrecht

Jung, Gottfried: Der Bericht der LAGA zum Stand der Umsetzung der
Ablagerungsverordnung

Radde, Claus-André: Deponiefreie Siedlungsabfallwirtschaft – Zielstellung 2020 –
Utopie oder realistische Aufgabe?

Stengler, Ella: Stand und Perspektiven der thermischen Abfallbehandlung in Europa

Haferkamp, Rolf: EBS – Vollständiger Kreislauf durch Einsatz Thermischer Verfahren

Mantau, Udo; Wagner, Jörg: Stoffstromanalyse Holz in Deutschland - Dauerhafte
Nutzung oder Abfall?

Flamme, Sabine: Bestimmung des biogenen Anteils in Sekundärbrennstoffen

Prochaska, Michael; Pomberger, Roland; Lorber, Erich-Karl: Aufbereitungsanlage für
Ersatzbrennstoffe (ThermoTeam-Anlage) - Qualitätsrelevante
Anlagenmodifikationen und Weiterentwicklung der Qualitätssicherung

Glorius, Thomas; Hüskens, Jürgen: Verminderung des Chlorgehaltes im Brennstoff
durch neue Sortiertechniken

Löschau, Margit; Rotter, Susanne: Einfluss komplexer Entsorgungssysteme auf die
Thermische Abfallbehandlung

Treder, Martin; Salamon, Andreas: Energetische Verwertung von niederkalorischen
Restabfallfraktionen in einer MVA

Hoepfner, Jürgen: Potenzial der Rostfeuerung zur thermischen Abfallbehandlung

Igelbüscher, Andreas: Einsatz der Wirbelschichttechnik in der Abfallwirtschaft -
Praktische Grundlagen, Anwendungsbeispiele

Krämer, Jochen: Planung einer energetisch optimierten thermischen
Abfallbehandlungsanlage am Beispiel der HR-AVI-Amsterdam

Reimann, Dieter O.: Ermittlung und Bedeutung von Wirkungsgraden und Kennzahlen
zur energetischen Nutzung von Abfallverbrennungsanlagen

Kaufhold, Edgar; Kaufmann, Rolf; Goedecke, Helge: Kostenstrukturen bei der
thermischen Abfallbehandlung

Zwahr, Heiner: MV – Schlacke – mehr als nur ein ungeliebter Baustoff?

Lang, Daniel J.; Sell, Joachim; Scholz, Roland W.; Stäubli, Beat: Die Rolle der
thermischen Abfallbehandlung im Ressourcenmanagement

Seeger, Hendrik; Urban, Arnd I.: Online-Heizwertbestimmung in einer
Müllverbrennungsanlage

Schirmer, Matthias: Freisetungsverhalten von Chlor unter Berücksichtigung von
Schwefel und Alkalimetallen

Bendix, Dietmar; Quicker, Peter; Faulstich, Martin: Perspektiven der
Vergasungstechnik

Faulstich, Martin; Reichenberger, Hans-Peter; Mocker, Mario; Quicker, Peter:
Aschen aus Biomassefeuerungen

Bilitewski, Bernd; Faulstich, Martin; Urban, Arnd I.: Neue Verfahren – warum sind sie
gescheitert, welche Zukunft haben sie?

Verwertung von Baustellenabfällen

Herausgeber

Arnd I. Urban, Iris Hetz-Yousseu

ISBN 3-937722-03-1, Fachtagung, Kassel 2004

19,00 €

Scheier, Michael: Vollzug der Gewerbeabfallverordnung unter Berücksichtigung der
Verwertung von Baustellenabfällen

Kummer, Beate: Das stoffliche Verwertungspotenzial in Baustellenabfällen

Hetz-Yousseu, Iris: Das thermische Verwertungspotenzial in Baustellenabfällen

Groll, Uwe: Die Verwertung und Entsorgung von Altholz aus Baustellenabfällen

Lipsmeier, Klaus: Kostensenkung durch Anwendung von Abfallkennzahlen im
Hochbau

Schulz, Ingo: Marktentwicklung und Marktfaktoren beim Verwerten von
Baustellenabfällen

Zuzüglich Porto & Verpackung Vertrieb inklusive MwSt. über:

Universität Kassel

Fachgebiet Abfalltechnik

34109 Kassel

