

DStGB DOKUMENTATION N° 58

Handlungsempfehlung zur Kostensenkung in der kommunalen Abfallentsorgung



DStGB
Deutscher Städte-
und Gemeindebund
www.dstgb.de

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Ergebnisse aus dem
BMBF-Forschungsverbund
zur betrieblichen
Kostenoptimierung

betreut durch



Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

Schlussbericht

Verantwortlich für den Text:

Wissenschaftlicher Leiter: Professor Dr.-Ing. B. Gallenkemper

Bearbeiter:

Dr.-Ing. H.-J. Dornbusch

Dr.-Ing. K. Gellenbeck

Dipl.-Ing. M. Santjer

Dipl.-Ing. M. Balhar

BMBF – Vorhaben-Nummer: 02WA0728

Redaktionelle Bearbeitung

INFA – Institut für Abfall, Abwasser, Site
und Facility Management e. V. Ahlen

betreut durch



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

Herausgeber

Deutscher Städte- und Gemeindebund
Marienstraße 6 · 12207 Berlin
Tel.: 030.773 07.0 · Fax: 030.773 07.200

mit Unterstützung des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Postfach 20 02 40 · 53170 Bonn

Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichungen liegt bei den Autoren und der Redaktion.

Die Broschüre ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort Dr. Jürgen Heidborn	2
Vorwort Dr. Gerd Landsberg	3
1 Einführung	4
2 Einflussgrößen auf die Entsorgungslogistik	5
2.1 Prozessschritte der Entsorgungslogistik	5
2.2 Örtliche Randbedingungen	5
2.3 Technische Randbedingungen	6
2.3.1 Behältersysteme	6
2.3.2 Fahrzeugsysteme	7
2.3.2.1 Grundlegende Optimierungsmöglichkeiten	7
2.3.2.2 Neue Fahrzeugtechnik	8
2.4 Betriebliche Randbedingungen	9
2.4.1 Betriebliche Vereinbarungen	9
2.4.2 Arbeitszeitmodelle	10
2.5 Organisatorische Randbedingungen	11
2.5.1 Umfang der getrennten Sammlung	12
2.5.2 Optimierung der operativen Arbeitsorganisation	13
2.5.3 Abfuhrhythmen	13
2.5.4 Voll- bzw. Teilservicebetrieb	14
2.6 Sonstige Randbedingungen	16
2.7 Steuerungselemente der Entsorgungslogistik zur Erhöhung der Produktivität	16
3 Zusammenfassende Betrachtung	17
3.1 Örtliche Randbedingungen	17
3.2 Technische Randbedingungen	17
3.3 Betriebliche Randbedingungen	17
3.4 Organisatorische Randbedingungen	17
3.5 Resümee	18
4 Umsetzung in die Praxis	19
Abkürzungsverzeichnis	20
Glossar	20
Weiterführende Literatur	21



Vorwort

Als positives Ergebnis von Aufwendungen und Anstrengungen sowie der realisierten Umweltforschungs- und Umwelttechnologieprogramme kann Deutschland auf einen anerkannt hohen Stand bei der Wasseraufbereitung, in der Abwasser- und Abfallentsorgung verweisen. Jedoch haben steigende Wasserpreise sowie Abwasser- und der Abfallgebühren am Ende der 1990er Jahre das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) veranlasst, einen „Ideenwettbewerb zur Kosten-, Preis- und Gebührensens-

*Dr. Jürgen Heidborn
Bundesministerium für
Bildung und Forschung
Leiter des Referats
„Nachhaltigkeitskonzepte
für Produktion und
Konsum“*

kung“ zu konzipieren und auszuschreiben. Hauptziel des Förderschwerpunktes war es, unter Nutzung vorliegender Forschungsergebnisse spürbare Kostensenkungspotentiale in den teilnehmenden Ver- und Entsorgungsbetrieben zu erschließen und innovative Verfahren und Techniken zu demonstrieren.

Der größte Projektverbund mit einer Gesamtzuwendung von 1,167 Millionen Euro zielte auf eine „Kostensenkung in der kommunalen Abfallentsorgung und Stadtreinigung“ (Laufzeit 1999 - 2002). 19 Betriebe unterschiedlicher Regionalität, Ortsgrößenklassen und Betriebsformen wirkten in diesem Verbund zusammen an der Identifizierung und Umsetzung von Kostensenkungspotenzialen / Effizienzverbesserungen. Durch die vernetzte Struktur bestand die Möglichkeit, Synergien zu erschließen und auf alle interessierenden Ergebnisse zuzugreifen. Die zentrale Koordination oblag dem Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management, INFA, Ahlen und die

Projekt begleitende Steuerung einem Lenkungsausschuss unter Leitung des Abfallwirtschafts- und Stadtreinigungsbetriebes, ASN, Nürnberg.

Im Hinblick auf die Entsorgungslogistik wurden im Wesentlichen folgende Untersuchungsschwerpunkte gesetzt:

- einzusetzende Fahrzeugsysteme
- Optimierung der Tourenplanung durch DV-Einsatz
- Planung von Arbeitsabläufen und Einsatzplanung für Personal und Fahrzeuge
- Arbeitszeitmodelle
- betriebliche Informationssysteme

Im Bereich der Entsorgungslogistik hatten viele Betriebe bereits vor dem Verbundvorhaben einen hohen Effizienzstandard erreicht, konnten jedoch auf Basis des BMBF-Projektes nochmals je nach Betrieb weitere fünf bis 20 Prozent Kostenreduzierung nachweisen.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse – unter Berücksichtigung der Erfahrungen der beteiligten Betriebe aus der Ergebnisumsetzung (2003 - 2005) – sind in dem vorliegenden Leitfaden zusammenfassend dargestellt. Die Publikation soll dazu beitragen, das erworbene und beispielhafte Know-how aus dem Verbund allgemein verfügbar zu machen, so dass weitere Betriebe von den Ergebnissen des Forschungsverbundes profitieren können.

März 2006

Dr. Jürgen Heidborn

Vorwort

Die jüngere Entwicklung der Abfallwirtschaft hin zu einer Kreislaufwirtschaft mit hohen gesetzlichen ökologischen Anforderungen führt zu einer kostenintensiven Ausweitung der Leistungen der Abfallentsorgung und fordert damit auch ihren Tribut vom Gebührenzahler. Umweltschutz ist nicht zum Nulltarif zu haben. So wurden etwa allein zur Vorbereitung der Umsetzung des Verbots der Ablagerung unvorbehandelten Abfalls, das zum 1.6.2005 in Kraft getreten ist, Anlageninvestitionen in Milliardenhöhe getätigt.

In der Entsorgungslogistik ist die aktuelle Situation gekennzeichnet durch eine Vielzahl von getrennt zu erfassenden Abfallarten und den Einsatz unterschiedlicher Behältergrößen und -systeme. Durch die verstärkte Einführung der getrennten Sammlung haben sich erhebliche Verschiebungen der Abfallmengen ergeben, aus denen nicht nur der Aufbau neuer Logistikstrukturen für die Wertstoffeffassung, sondern insbesondere durch den Einsatz kleinerer Behälter und verlängerter Abfuhrintervalle auch eine Anpassung der Restabfallsammlung resultieren. Dadurch besteht für den Bürger oftmals eine Wahlmöglichkeit zwischen unterschiedlichen Abfuhrintervallen und Servicegraden bei einem gleichzeitig breit gefächerten Behälterangebot. Diese deutlich gestiegene Komplexität der Entsorgungslogistik ist in jüngerer Zeit zunehmend verbunden mit der Diskussion über steigende Abfallgebühren. Für Kommunen als öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger ergibt sich hieraus ein erheblicher Druck zu einer höheren Wirtschaftlichkeit in allen Bereichen der Abfallwirtschaft.

In dem vorliegend ausgewerteten Forschungsvorhaben, das durch das BMBF gefördert wurde, hat sich in den verschiedenen Städten und kommunalen Abfallwirtschaftsbetrieben, die die praktische Durchführung von Kostenoptimierungsmaßnahmen getestet haben, ein erhebliches Kostensenkungspotenzial im Logistikbereich gezeigt. In Abhängigkeit von der jeweiligen Ausgangssituation unter Beachtung der ortsspezifischen Besonderheiten konnten bei einer effektiven Verknüpfung verschiedener Einzelmaßnahmen Einsparungen von bis zu 20 Prozent bei den Abfuhrkosten realisiert werden.

Der hier vorgelegte Handlungsleitfaden soll Anregungen geben, das eigene operative Vorgehen zu überprüfen und Hilfestellungen für die kommunale Entsorgung anbieten, die Entsorgungslogistik so effektiv wie möglich zu organisieren. Mit Hilfe der vorgeschlagenen Maßnahmen kann sicherlich mancherorts dem bundesweiten Trend steigender Abfallgebühren entgegen getreten werden.

Bonn, März 2006



Dr. Gerd Landsberg



*Dr. Gerd Landsberg
Geschäftsführendes
Präsidialmitglied des DStGB*

1. Einführung

Die dieser Handlungsempfehlung zugrunde liegenden Ergebnisse gehen auf den BMBF-Ideenwettbewerb „Kosten-, Preis- und Gebührensenkung bei der Trinkwasserversorgung sowie der kommunalen Abwasser- und Abfallentsorgung“ vom 12.2.1998 zurück. Der Wettbewerb zielte auf die Ermittlung von Kostensenkungspotenzialen in der kommunalen Abfallentsorgung und Stadtreinigung. Im Rahmen des Vorhabens wurden durch eine vernetzte Struktur in unterschiedlichen Betrieben verschiedene Ansätze zur Kostensenkung untersucht und umgesetzt. Durch diese synergetische Vorgehensweise bestand für die beteiligten Betriebe die Möglichkeit, auch jene Kostensenkungspotenziale umzusetzen, die während der Vorhabensdurchführung in den jeweiligen anderen Pilotbetrieben erkannt wurden.

Die an dem Verbundvorhaben teilnehmenden Betriebe wiesen unterschiedliche Strukturmerkmale auf hinsichtlich:

- Regionalität (ost-, west-, nord-, süddeutsche Betriebe),
- Ortsgrößenklassen (jeweils Großstädte > 400 000 Einwohner, Mittelstädte 100 000 – 400 000 Einwohner, Kleinstädte / ländliche Gebiete < 100 000 Einwohner) sowie
- unterschiedliche Betriebsformen (Regiebetriebe, Eigenbetriebe, gemischtwirtschaftliche Betriebe, Kommunale GmbHs).

Das Projekt wurde darüber hinaus derart konzipiert, dass sowohl der Praxisbezug als auch eine bundesweite Übertragbarkeit hinsichtlich der Realisierung von Kostensenkungspotenzialen durch den gezielt gewählten Verbund der beteiligten Betriebe und durch die differenzierten Untersuchungsinhalte gewährleistet war.

Die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse erfolgte auf verschiedenen Ebenen. Im Rahmen der betriebspezifischen Untersuchungen wurden für jeden Einzelbetrieb differenziert stadtspezifische Berichte erstellt. Betriebsübergreifend wurden darüber hinaus die Erkenntnisse in Grundlagenworkshops den teilnehmenden Betrieben zur Verfügung gestellt.

Neben den stadtspezifischen Ergebnisdokumentationen wurden im halbjährlichen Rhythmus Zwischenberichte zu den jeweils aktuellen Ergebnisständen in den Betrieben erstellt. Diese wurden durch stadtspezifische Erfolgskontrollberichte zum Abschluss der Untersuchungen in den Betrieben komplettiert.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse des Verbundvorhabens können unter <http://hikwww1.fzk.de/ptwte/w/Kostens-kommun-Abfallents.pdf> abgerufen werden.

Alle im Rahmen des genannten Verbundes gewonnenen Erkenntnisse zu Effizienz- und Kostensenkungspotenzialen, aber auch darüber hinaus zur Einsetzbarkeit innovativer Techniken und hinsichtlich zukunftsorientierter Organisationsstrukturen haben ihre Richtigkeit durch eine mittlerweile mehrjährige Praxis bestätigt. Dieses Bündel verschiedener Maßnahmen bietet jedem Betrieb die Möglichkeit einer Produktivitätssteigerung sowie zu einem effizienteren Einsatz der vorhandenen Ressourcen. Das wesentliche Ziel ist dabei eine nachhaltige Kostenreduzierung in der Entsorgungslogistik, um den Gebührenzahler zu entlasten, ohne dabei qualitative Aspekte außer Acht zu lassen.

Der jeweiligen ortsspezifischen Ausgangslage kommt im Hinblick auf die Auswirkungen und den Erfolg von Optimierungsmaßnahmen dabei eine elementare Bedeutung zu. Aus der ortsspezifischen Verflechtung unterschiedlicher Abhängigkeiten entsteht die Notwendigkeit einer strukturierten Betrachtung der verschiedenen Randbedingungen bzw. Einflussgrößen. Daher erfolgt in dieser Dokumentation eine Differenzierung möglicher Einflussfaktoren der Entsorgungslogistik nach den örtlichen, technischen (z. B. Fahrzeugtyp), betrieblichen (z. B. Arbeitszeitmodell), organisatorischen (z. B. Umfang der getrennten Sammlung, Voll- oder Teilservice etc.) und sonstigen Randbedingungen.

Die Aufarbeitung der Ergebnisse aus dem BMBF-Ideenwettbewerb in der vorliegenden Dokumentation in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Städte- und Gemeindebund, ergänzt um aktuelle weitere Erkenntnisse, soll das Fundament für eine breite Nutzung der Forschungsergebnisse bilden.



2. Einflussgrößen auf die Entsorgungslogistik

2.1 Prozessschritte der Entsorgungslogistik

Die wesentlichen Prozessschritte der Entsorgungslogistik für Abfälle aus Haushaltungen, nämlich die Erfassung, die Sammlung, der Transport und die Entladung von Abfällen aus Haushaltungen sind anhand des nachfolgenden Ablaufschemas dargestellt.

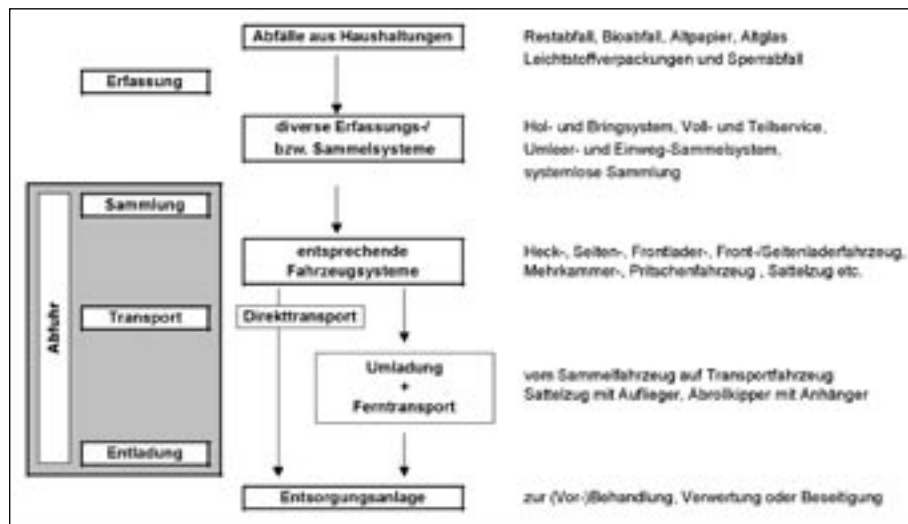


Abb. 1: Ablaufschema der Entsorgungslogistik

Betriebliche Optimierungsmaßnahmen setzen insbesondere auf technische Innovationen, effektive betriebliche Abläufe, Verbesserungen bei der Organisation sowie auf grundlegende Veränderungen in der Struktur des Fuhrparks. Mit der Einführung eines neuen Arbeitszeitmodells, der konsequenten Trennung von Sammlung und Transport (durch die Verwendung von Wechselaufbauten), dem Einsatz von automatischen Front- bzw. Seitenladerschüttungen und universell verwendbaren Umleerbehältersystemen sowie der Streckung der Abfuhrintervalle können dabei bereits in Teilbereichen einige Erfolge erzielt werden. Aus der Verflechtung der Abhängigkeiten und der Vielzahl unterschiedlicher Einflussgrößen bzw. Optimierungsmaßnahmen entsteht die Notwendigkeit einer strukturierten Betrachtung der verschiedenen Randbedingungen. Daher erfolgt eine Differenzierung möglicher Einflussfaktoren der Entsorgungslogistik nach den

- örtlichen,
- technischen,
- betrieblichen,
- organisatorischen und
- sonstigen Randbedingungen.

Dabei ist zu unterscheiden, ob vor Ort die Müllabfuhr als Eigenleistung mit einem eigenen Fuhrpark oder durch beauftragte (private) Dritte durchgeführt wird. In Abhängigkeit hiervon sind Optimierungen direkt oder ggf. indirekt umsetzbar.

2.2 Örtliche Randbedingungen

Die ortsspezifische Ausgangslage ist für die Auswirkungen und den Erfolg von Optimierungsmaßnahmen von elementarer Bedeutung und bildet die Grundlage für ein optimiertes Logistikkonzept.

Eine wesentliche ortsspezifische Einflussgröße ist die Gebietsstruktur. Sie hat durch ihre Differenzierung nach baulichen und verkehrlichen Aspekten einen unmittelbaren Einfluss auf die Dichte der Ladepunkte, die Größe und Anzahl der zu leerenden Behälter sowie damit direkt auf die ortsspezifische Entsorgungslogistik.

Zur Bemessung von Leistungsdaten der Entsorgungslogistik wird in der Praxis als Eingangsgröße i. d. R. die Behälterdichte [Beh./100 m] benutzt. Die

Behälterdichte ist definiert als die Anzahl der Behälter je 100 m Sammelstrecke. Die Abhängigkeit eines sinkenden Sammelzeitbedarfs bei steigender Behälterdichte hat sich in vielen Untersuchungen immer wieder bestätigt.

Einen ebenfalls erheblichen Einfluss auf die tägliche Sammelleistung hat der erforderliche Zeitbedarf für den Transport der gesammelten Abfälle. Dieser hängt neben den Straßen- und Verkehrsverhältnissen (Stadtgebiet, Landstraße oder Autobahn) insbesondere von der Entfernung des jeweiligen Sammelgebietes zur Entsorgungsanlage ab. So betragen die mittleren Transportgeschwindigkeiten etwa 15 bis 25 km/h (überwiegend Stadtgebiet) für Entfernungen < 10 km und 45 bis 55 km/h (überwiegend Landstraße) bzw. 55 bis 65 km/h (überwiegend Autobahn) für Entfernungen > 20 km. Bei einer Transportentfernung von ca. 5 km wird eine nahezu doppelt so hohe Abfallmenge im Vergleich zu einer Transportentfernung von 30 km gesammelt. Durch den Einsatz von Wechselaufbausystemen kann bei größeren Transportentfernungen die Effektivität der Sammlung deutlich erhöht werden (s. Abb. 12).

Grundsätzlich ergeben sich in Abhängigkeit von der ortsspezifischen Ausgangssituation je nach

- Einfluss der Abfall- und Gebührensatzung,
- Umfang der getrennten Sammlung,
- eingesetzten Behältersystemen,

- angebotenen Abfuhrhythmen,
- Servicegraden (Voll- oder Teilservice),
- Hol- bzw. Bringsystemen sowie
- eingesetzter Mannschaftsstärke

unterschiedliche Formen der Entsorgungslogistik mit ortsspezifischen Leistungsdaten und Kosten und damit auch verschieden stark ausgeprägte Optimierungspotenziale.

2.3 Technische Randbedingungen

2.3.1 Behältersysteme

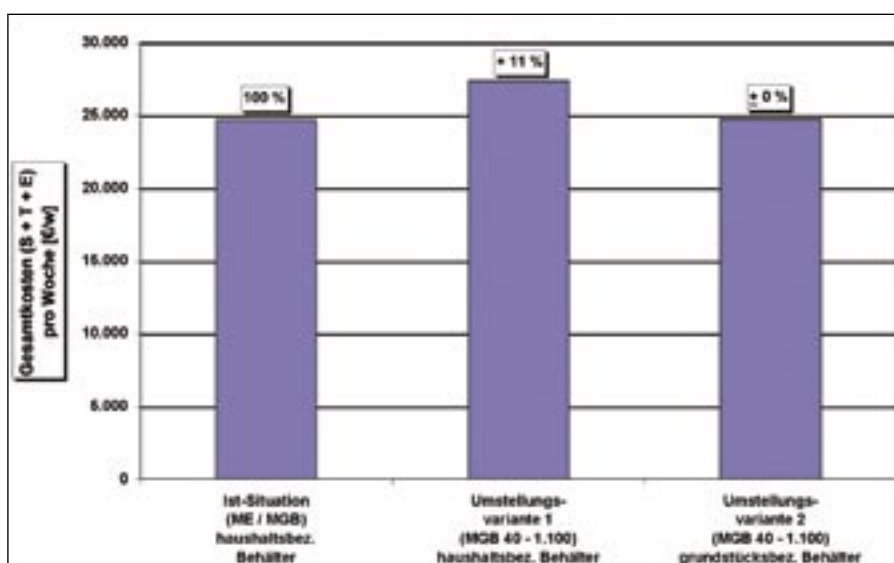
In Deutschland haben sich im Bereich der **Behältertechnik** nahezu flächendeckend Müllgroßbehälter (MGB) als Erfassungssystem für die Abfallsammlung im Holsystem durchgesetzt. Dies gilt vor allem für die Rest- und Bioabfallsammlung. Vereinzelt gibt es noch Bestände an Mülleimern (ME) bzw. Mülltonnen (MT), insbesondere im innerstädtischen Bereich. Die Umstellung eines ME- (bzw. MT-) Systems auf ein MGB-System wirkt sich unmittelbar auf den Fahrzeug- und den Personalbedarf aus. Beim ME-System wird in der Praxis häufig der eigentliche Schüttungsvorgang umgangen und der Abfall direkt in die Auffangwanne des Sammelfahrzeugs entleert. Ferner werden mehrere ME von einem Müllwerker gleichzeitig getragen oder kleinere Behälter in MGB ≥ 500 umgefüllt. Daraus resultiert der Effekt, dass die Sammelzeiten für ein gemischtes ME-/MGB-System ca. zehn bis 20 Prozent unter denen des ausschließlichen MGB-Systems liegen.

In der Abbildung 2 sind vergleichend zu einer Ausgangssituation zwei unterschiedliche Varianten der Umstellung auf ein MGB-System dargestellt. In der Umstellungsvariante 1 werden die eingesetzten ME 35/50 im Verhältnis 1 : 1 durch MGB 40/60 ersetzt. In der Variante 2 ist eine Behälterumstellung nicht haushaltsbezogen, sondern grundstücksbezogen (d. h. je

Grundstück ein MGB; also weniger aber dafür größere Behälter) erfolgt.

Die Abbildung weist die finanziellen Auswirkungen einer Behältersystemumstellung aus. Insbesondere bei einer haushaltsbezogenen Zuordnung der neuen MGB (Umstellungsvariante 1; d. h. hohe Anzahl MGB < 60) ergibt sich im Vergleich zum bestehenden ME-/MGB-System ein deutlicher Mehraufwand für die Sammlung. Die Abfuhrkosten steigen hierdurch um elf Prozent im Vergleich zur Ausgangssituation. Wird bei der Behälterzuteilung anstatt der haushaltsbezogenen Zuordnung (viele kleine Behälter) eine grundstücksbezogene Zuordnung (Umstellungsvariante 2; i. d. R. ein Behälter je Grundstück) gewählt, so kann aufgrund der erheblich geringeren Anzahl MGB (mit einem größeren durchschnittlichen Behältervolumen) eine nahezu kostenneutrale Umstellung erfolgen (bezogen auf Sammlung, Transport und Um-/Entladung). Aus rein wirtschaftlichen Gründen ist eine Umstellung vom ME- auf das MGB-System bei gleichem spezifischen Behältervolumen nicht vorteilhaft. Jedoch kommt dem Benutzerkomfort insbesondere beim Teilservice eine Bedeutung zu; hierbei weist das MGB-System aufgrund der Rollbarkeit der Behälter deutliche Vorteile auf. Gleiches gilt für die Arbeitsbelastung der Müllwerker im Vollservice beim Behältertransport über ebene Strecken sowie beim Einhängen der Behälter in die Schüttung.

Dieses Beispiel macht die Wichtigkeit einer Berücksichtigung der unterschiedlichen Behältergrößen zur Gegenüberstellung von Leistungsdaten und insbesondere zur Tourenplanung in der Entsorgungslogistik deutlich. Daher hat sich in der Praxis in vielen Betrieben eine Umrechnung der unterschiedlichen Behältergrößen in sogenannte Behältereinheiten über einen Behältergrößenschlüssel (i. d. R. als Faktor) durchgesetzt.



Ortsspezifisch sollten z. B. leistungsrelevante Parameter wie

- Entfernung der Behälter vom Straßenrand,
 - Erschwernisse wie Treppen, Einhausungen etc. sowie
 - Kellerstandplätze
- im Behältergrößenschlüssel berücksichtigt werden.

Abb. 2: Gegenüberstellung der Abfuhrkosten eines gemischten ME-/MGB-Systems mit einem ausschließlichen MGB-System



Mit dem Ziel einer gerechteren Abfallgebührenzuordnung zum Gebührenschuldner wird in vielen Kommunen der Einsatz technischer Hilfsmittel vor dem Hintergrund verbesserter Pla-

nungsmöglichkeiten zur Feststellung der tatsächlich geleerten Abfallbehälter bzw. entsorgten Abfallmengen diskutiert/umgesetzt. Nach dem Einsatz von Bänderolen- bzw. Wertmarkensystemen wird in diesem Zusammenhang seit einigen Jahren auf elektronische **Behälteridentifikations- bzw. Behälterwägesysteme** (in Einzelfällen auch Volumenmesssysteme) zurückgegriffen. Diese Systeme erfassen während des Kippvorgangs elektronisch spezifische Behälterdaten.

Durch diese technische Unterstützung erhält der Betrieb einen Überblick des tatsächlichen Behälterbestandes als belastbare Grundlage für die Tourenplanung. Da mit diesen Systemen neben den geleerten Behältern auch Zeitanteile erfasst werden, bietet sich ein betriebliches Controlling an, d. h. es besteht die Möglichkeit, die aktuelle Logistik zu prüfen und ggf. zu optimieren. Bei einer Gebührenabrechnung auf Basis der Leerungsanzahl sinkt i. d. R. der Bereitstellungsgrad. Die Auswirkungen einer Behälterwägung auf den Bereitstellungsgrad sind dagegen davon abhängig, ob eine Teilgebühr pro Behälterbereitstellung zu entrichten ist. Wird darauf verzichtet, ist i. d. R. der Füllgrad der Behälter gering und der Bereitstellungsgrad hoch (hierdurch Mehraufwand bei der Sammlung). Da dann jedoch nicht das bereitgestellte Behältervolumen, sondern die geleerte Abfallmenge (Masse) als Abrechnungsbasis dient, ist hier keine nennenswerte Veränderung im Behälterbestand gegenüber einer konventionellen Abfuhr (z. B. 2-wöchentlich) zu erwarten. Bei der Wägung der einzelnen Behälter ist je nach Systemanbieter beim Schüttvorgang ein Zeitverlust von bis zu ca. 3 s/Beh. zu berücksichtigen.

Technische Hilfsmittel haben insbesondere Auswirkungen auf die Tourenplanung, da im Vorfeld einer Sammlung nicht erkennbar ist, welche und insbesondere wie viele Haushalte bzw. Grundstücke einen Behälter zur Leerung bereitstellen. Ungeachtet dessen sind alle Grundstücke durch das Sammelfahrzeug anzufahren. So ergibt sich zwar eine Verringerung des Sammelaufwands durch i. d. R. weniger bereitgestellte Behälter (oftmals aber deutlich schwerere), die pro Tour zurückzulegende Sammelstrecke bleibt aber weitestgehend unverändert, da grundsätzlich alle Straßen durchfahren werden müssen.

Des Weiteren sind vor Einführung eines Identifizierungssystems folgende Aspekte detailliert zu prüfen und zu berücksichtigen:

■ Vorteile einer Behälteridentifikation (ohne Wägung):

- größerer Anreiz für den Abfallerzeuger zur Abfallvermeidung bzw. zur Nutzung der Wertstoff-erfassungssysteme durch die ihm übertragene Steuerungsfunktion (geringere Restabfallmengen; höhere Wertstoffmengen)
- durch die Behälteridentifikation werden nur bekannte Behälter geleert (ständige Inventur; dadurch z. T. erhebliche Gebührenmehreinnahmen)
- durch Datenbank hervorragende Basis für (EDV-gestützte) Tourenplanung
- gute Sammelleistung, da i. d. R. hohe Behälterfüllgrade und geringer, dem Bedarf angepasster Bereitstellungsgrad (falls als Gebührensystem umgesetzt)
- Möglichkeit der Einführung variabler Abfuhrhythmen (aber Verteuerung der Logistik)

■ Nachteile einer Behälteridentifikation:

- durch Wahlfreiheit entstehen inhomogene Abfuhrbezirke (problematisch insbesondere in der Einführungsphase)
- finanzieller Mehraufwand für Behälter- und Fahrzeugausstattung sowie für die Auswertung und Gebührenabrechnung (stark fallend, insbesondere wenn Installation direkt bei Beschaffung)
- zusätzliche Kosten bei paralleler Identifikation der Biotonne, da sonst Gefahr der Restabfallentsorgung über die Biotonne
- Anreiz für Verpressungen im Behälter gegeben
- Verlagerung von Restabfall in Wertstoffsysteme und unerwünschte Entsorgungswege denkbar (Sperrabfallmengenerhöhung, Verbrennungen, illegale Ablagerungen etc.)
- oftmals Verschließbarkeit der Behälter vom Bürger gewünscht

2.3.2 Fahrzeugsysteme

2.3.2.1 Grundlegende Optimierungsmöglichkeiten

In einigen Entsorgungsbetrieben werden für die Sammlung von Rest- und Bioabfällen, insbesondere in verdichteten Strukturen verstärkt Zweiachsfahrzeuge eingesetzt. Durch den Einsatz von Dreiachsfahrzeugen mit gelenkter Vor- bzw. Nachlaufachse hat sich der Wendekreis eines Dreiachsfahrzeugs dem eines Zweiachsfahrzeugs deutlich angenähert, aber ihn noch nicht erreicht. Eine Vergleichsuntersuchung der genannten Fahrzeugsysteme zeigt folgendes Ergebnis:

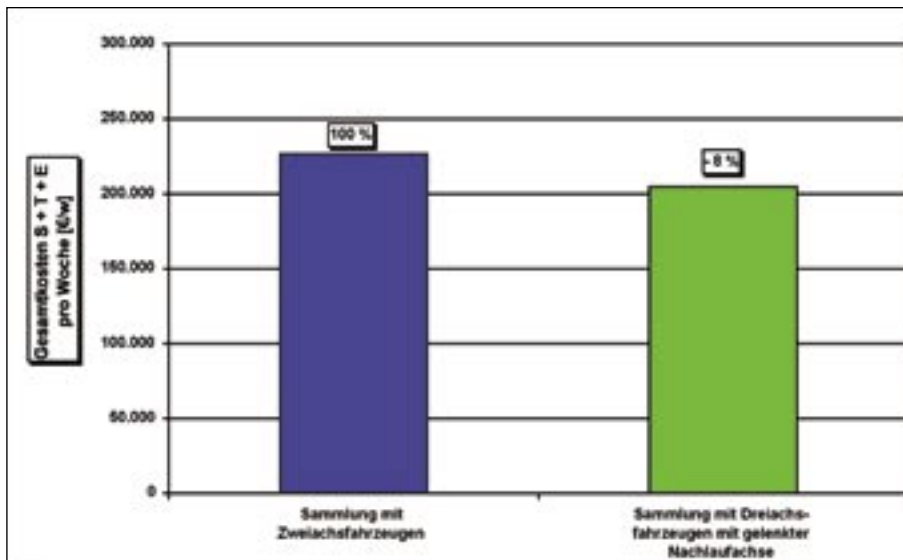


Abb. 3: Gegenüberstellung der Abfuhrkosten von Zweifachfahrzeugen und Dreifachfahrzeugen mit gelenkter Nachlaufachse

Trotz der höheren Sammelleistung und geringerer Investitionskosten für das Zweifachfahrzeug ergibt sich für die Abfuhr mit Dreifachfahrzeugen ein Kostenvorteil von acht Prozent. Der wesentliche Grund für diesen Kostenvorteil liegt in der deutlich höheren Nutzlast für das Dreifachfahrzeug und einem unmittelbar daraus resultierenden deutlich geringeren Transportaufwand.

2.3.2.2 Neue Fahrzeugtechnik

Das konventionelle **Heckladerfahrzeug** hat sich seit Jahrzehnten bei der Abfallerfassung im kommunalen wie auch im gewerblichen Bereich bewährt. Seine Stärken liegen in der universellen Einsatzmöglichkeit (alle Gebietsstrukturen wie auch alle im Rahmen der kommunalen Entsorgungslogistik gesammelten Abfälle). Insbesondere in verdichteten Bebauungsstrukturen mit verparkten Straßen und erhöhtem Verkehrsaufkommen hat das Heckladerfahrzeug Vorteile gegenüber Front- und Seitenladerfahrzeugen. Im Gegensatz zu Seitenladerfahrzeugen ist es darüber hinaus mit Heckladerfahrzeugen möglich, Abfälle beidseitig an den Straßen zu sammeln. Das konventionelle Heckladerfahrzeugsystem ist ferner für

- alle Umleerbehältersysteme,
 - Sack- und Bündelsammlungen sowie auch für die
 - systemlose Sammlung (Sperrabfall)
- geeignet.

Neuere Entwicklungen im Bereich der **Fahrzeugtechnik** zielen unter anderem darauf ab, in geeigneten Entsorgungsgebieten die Sammlung der Abfälle im Holsystem ohne Einsatz von Ladern im Einmannbetrieb (nur Fahrer) mit Seiten- bzw. Frontladern durchzuführen. Auch der Einsatz eines Front-Seitenladerfahrzeuges findet in der Praxis Anwendung und

ist insbesondere durch die technische Weiterentwicklung (jetzt auch als 3-Achser mit Festaufbau, doppelte Aufnahme) bei bestimmten Rahmenbedingungen eine Alternative.

Die wesentlichen Einsatzgebiete von **Seitenladerfahrzeugen**, insbesondere für den Betrieb ohne Ladepersonal, sind

- ländlich bzw. gemischt strukturierte Gebiete,
- Randgebiete von Großstädten,
- kleinstädtische Bebauung,

- Teilservicegebiete sowie
- Sammelgebiete mit überwiegend MGB ≤ 240 .

Seitenlader sind in der Praxis nicht für die Sacksammlung sowie im Rahmen der Sperrmüllabfuhr einsetzbar.

Unter dem Aspekt der Hygiene bietet die Steuerung des Ladevorgangs beim Seitenlader aus der Fahrerkabine (Automatikschtung) wegen der Kapselung des Bedieners eine gute Maßnahme zur Reduzierung der Keimbelastung für das Personal. Nachteilig ist die körperliche Beanspruchung des Fahrers aufgrund der „ungünstigen“ Körperhaltung beim Ladevorgang zu bewerten. Obwohl der Kippvorgang über einen Bildschirm beobachtet werden kann, erfolgt in der Praxis i. d. R. eine Drehung des Oberkörpers, um einen direkten Blickkontakt zur Schüttung zu erhalten.

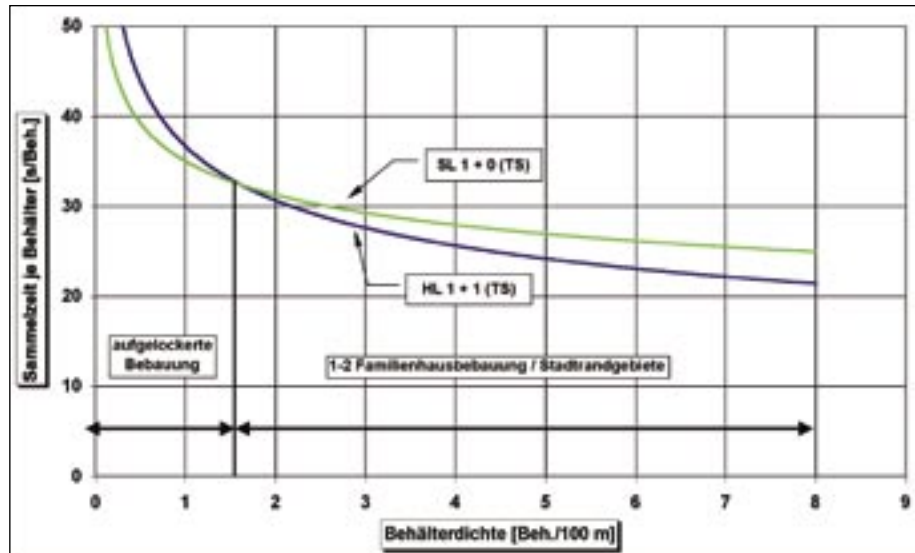
In verdichteten Gebieten mit starker Verparkung wie auch in Vollservicegebieten ist weiterhin der Einsatz von Ladern notwendig.

Beim Vergleich der Sammelleistung des Seitenladerfahrzeugs (1 Fahrer + 0 Lader) mit einem Heckladerfahrzeug (1 + 1) im Teilservicebetrieb ergeben sich in Abhängigkeit von der Bebauungsstruktur sowohl für das Seitenladerfahrzeug in sehr ländlichen Strukturen als auch für das Heckladerfahrzeug in klassischen Ein- und Zweifamilienhausgebieten bzw. Stadtrandgebieten Vorteile.

Abbildung 4 verdeutlicht, dass das Seitenladerfahrzeug in sehr ländlichen Bebauungsstrukturen (Behälterdichte kleiner als 1,5 Beh./100 m Sammelstrecke) gleiche oder bessere und in typischen Ein- und Zweifamilienhausgebieten bzw. Stadtrandgebieten (Behälterdichte größer als 1,5 Beh./100 m Sammelstrecke) geringere Sammelleistungen als ein vergleichbares Heckladerfahrzeug erzielt.



Abb. 4: Vergleich der Sammelleistungen von Hecklader- und Seitenladerfahrzeugen im Teilservice



Unabhängig von der Behälterdichte ist das Seitenladerfahrzeug im **Vollservicebetrieb** deutlich langsamer als ein vergleichbares Heckladerfahrzeug. Bedingt durch die Fahrzeugausstattung, die einseitige Sammlung und die für den Behälterservice erforderliche zusätzliche Person ist ein effizienter, d. h. logistisch optimaler Einsatz eines Seitenladerfahrzeugs kaum möglich.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ergeben vor diesem Hintergrund erhebliche Kostennachteile für das Seitenladerfahrzeugsystem (+ 14 %) in Vollservicegebieten, dagegen lässt sich das Seitenladerfahrzeug in geeigneten Bebauungsstrukturen (schwerpunktmäßig Ein- und Zweifamilienhausbebauung) im Teilservice kostengünstiger (- 9 %) einsetzen.

Das **Frontladerfahrzeug** hat sich in den vergangenen Jahren bei der Großbehältersammlung (i. d. R. MGB ≥ 1100), insbesondere im gewerblichen Bereich, etabliert. Die Sammelleistung bei der Großbehältersammlung ist vergleichbar mit der eines Heckladerfahrzeugs mit einem Lader. Damit liegt der wesentliche Vorteil in der Abfuhr im Einmannbetrieb. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine freie Zufahrt zu den Behältern. Bei durchweg geeigneten Standplätzen werden durch den Frontladereinsatz Einsparpotenziale von bis zu 32 Prozent generiert.

Untersuchungen des Einsatzes von Frontladerfahrzeugen im Rahmen der Kleinbehältersammlung im Vollservice zeigen eine um 30 bis 40 Prozent geringere Sammelleistung gegenüber einem konventionellen Hecklader. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die fehlenden Trittbretter. So hat das Ladepersonal in Abhängigkeit von der Behälterdichte entweder erhebliche Laufwege zurückzulegen oder es erfolgte ein zeitintensiver Ein- und Ausstieg des Ladepersonals in das Fahrzeug. Da im Vollservicebetrieb im Kleinbehälterbereich (MGB ≤ 1100) – abweichend von der zuvor

beschriebenen Situation bei der Großbehälterleerung – nicht auf das Servicepersonal verzichtet werden kann und parallel ein höherer Sammelzeitaufwand für das Frontladerfahrzeug entsteht, ergeben sich bei diesem Systemvergleich Kostennachteile von bis zu 28 Prozent für das Frontladerfahrzeugsystem.

Durch den Einsatz eines Front-Seitenladers in der Stadt Ibbenbüren für den Bereich der Bioabfallsammlung konnte im BMBF-Verbundprojekt eine Einsparung von ca. 13 000 Euro pro Jahr erzielt werden.

Insgesamt wird die enge Verknüpfung zwischen den technischen und den örtlichen Randbedingungen deutlich. Für das operative Geschäft zeigt sich hier die Notwendigkeit eines den jeweils örtlichen Rahmenbedingungen angepassten Einsatzes der Behälter- und Fahrzeugtechnik.

2.4 Betriebliche Randbedingungen

In vielen Abfallwirtschaftsbetrieben existieren relativ starre Vorgaben bezüglich der täglichen bzw. wöchentlichen Arbeitszeiten. Konventionelle Arbeitszeitmodelle sehen i. d. R. eine relativ gleichmäßige Verteilung der wöchentlichen Arbeitszeit auf fünf Wochentage vor. Erfahrungen in der Praxis zeigen hierbei, dass eine Tourenplanung nicht minutengenau vorgenommen werden kann. Darüber hinaus steht aufgrund von Rüstzeiten, Pausen, An- und Abfahrten etc. nur eingeschränkt Zeit für die Sammlung zur Verfügung.

2.4.1 Betriebliche Vereinbarungen

Die in den Betriebsvereinbarungen von Abfallwirtschaftsbetrieben geregelte Pausen- und Rüstzeitendauer sowie weitergehende Detailregelungen sind von erheblicher Bedeutung für die Leistungsfähigkeit eines Entsorgungsbetriebs. Folgende Faktoren sind maßgeblich:

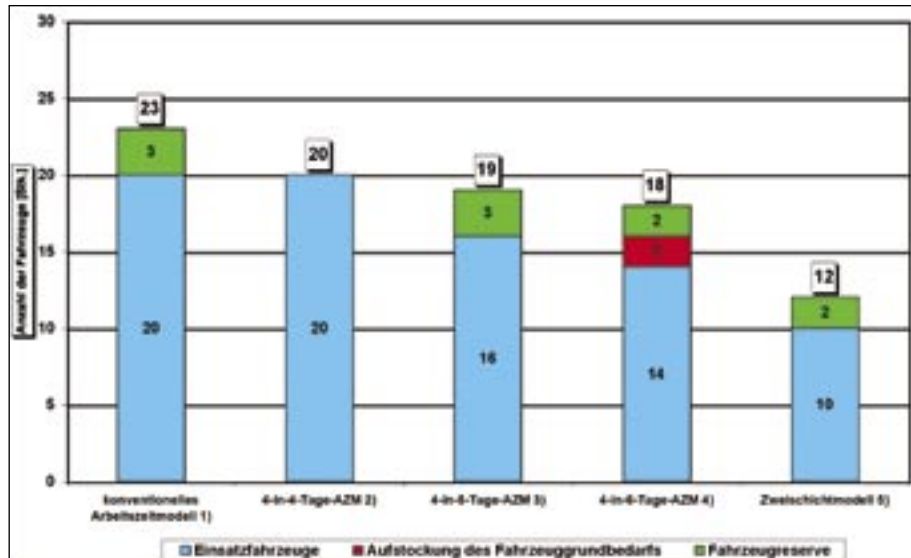
- Pausenregelung:
- Dauer der Pause und Regelung der Bezahlung (i. d. R. Frühstückspause bezahlt; Mittagspause unbezahlt)
- Ort der Pause (Betriebs-hof, Entsorgungsanlage, öffentliche Einrichtungen oder im Sammelgebiet) sowie Zeitaufwand für Fahrten zur Pause und zurück ins Sammelgebiet
- Rüstzeitregelung:
 - Dauer der Rüstzeit:
 - z. B. 0,25 h/d in der täglichen Arbeitszeit enthalten oder
 - außerhalb der regulären Arbeitszeit, z. B. als bezahlte Überstunden (i. d. R. dann nur für den Fahrer).
 - Aufgabenverteilung (z. B. Fahrzeugkontrolle oder -grundreinigung durch gesamte Fahrzeugbesatzung, ausschließlich durch den Fahrer oder durch externes Team)

Insbesondere für den personalintensiven Vollservice bietet eine den Notwendigkeiten angepasste Organisation dieser betrieblichen Rahmenbedingungen ein erhebliches Potenzial zur Kostensenkung. So zeigt sich für den Einsatz eines Sammelfahrzeugs im Vollservicebetrieb mit einer Besatzung von einem Fahrer zu drei Ladern durch eine Verlagerung der Rüstzeit auf außerhalb der regulären Arbeitszeit (nur für den Fahrer) ein Einsparungspotenzial der Kosten von sieben Prozent.

2.4.2 Arbeitszeitmodelle

Neben innovativen neuen Arbeitszeitmodellen bieten sich den kommunalen Betrieben durch den neuen TVöD verbesserte Rahmenmöglichkeiten für eine effizientere Gestaltung und Anpassung der Logistik an die spezifischen Erfordernisse. Im TVöD wurden u. a. der Überstundenbegriff neu definiert, ein wöchentlicher Arbeitszeitkorridor festgelegt sowie die Möglichkeit für betriebliche Regelungen bzgl. einer täglichen Rahmenarbeitszeit geschaffen.

Darüber hinaus werden insbesondere vor dem Hintergrund einer höheren Flexibilität und verlängerter Fahrzeugeinsatzzeiten verschiedene innovative Arbeitszeitmodelle diskutiert und speziell auf die Belange der Entsorgungslogistik angepasst.



- 1) wöchentliche Fahrzeugeinsatzdauer = 38,5 h/w, 15 % Reserve
- 2) wöchentliche Fahrzeugeinsatzdauer = 38,5 h/w, keine Reserve notwendig (besteht aus Fahrzeugen des freien 5. Tages)
- 3) wöchentliche Fahrzeugeinsatzdauer = 48,125 h/w, 15 % Reserve
- 4) wöchentliche Fahrzeugeinsatzdauer = 57,75 h/w, Aufstockung des Fahrzeuggrundbedarfs um 20 %, 10 % Reserve
- 5) wöchentliche Fahrzeugeinsatzdauer = 77 h/w, 20 % Reserve

Abb. 5: Anzahl der benötigten Fahrzeuge bei verschiedenen Arbeitszeitmodellen

Zu nennen sind hier:

- 4-in-4-Tage-Arbeitszeitmodell
 - 4-in-5-Tage-Arbeitszeitmodell
 - 4-in-6-Tage-Arbeitszeitmodell
- } 4-Tage Arbeitszeitmodelle
- Zweischichtmodell
 - flexible Arbeitszeitmodelle (mit schwankenden, dem Bedarf angepassten Arbeitszeiten; z. B. zwischen 7 und 9 Arbeitsstunden pro Tag).

Die unterschiedlichen 4-Tage-Arbeitszeitmodelle sehen eine 4-Tageweche für die Mitarbeiter (verlängerte Tagesarbeitszeiten von durchschnittlich 7,7 auf 9,625 Stunden je Tag) vor. Im Gegensatz zum Personal werden bei dem 4-in-5-Tage-Arbeitszeitmodell die Fahrzeuge an 5 Tagen eingesetzt, beim 4-in-6-Tage-Arbeitszeitmodell entsprechend an 6 Tagen. Durch diese verlängerten Fahrzeugeinsatzzeiten kommt es zu einer Reduzierung der notwendigen Fahrzeuganzahl. Die Wochenarbeitszeit für den jeweiligen Mitarbeiter bleibt unverändert.

In allen hier dargestellten neuen Arbeitszeitmodellen für die Entsorgungslogistik zeigt sich eine Reduzierung der benötigten Fahrzeuganzahl, die durch die erhöhten wöchentlichen Einsatzstunden zu begründen ist. Besonders deutlich wird dies bei der Einführung des Zweischichtmodells. Bei der Einführung eines 4-in-6-Tage-Arbeitszeitmodells steht der Samstag als Nachholtag für Feiertage nicht zur Verfügung, so dass

an den verbleibenden Einsatztagen eine Aufstockung des Fahrzeuggrundbedarfs notwendig wird.

Bei der Einführung eines Zweischichtmodells ergeben sich insbesondere durch die 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes erhebliche Probleme. Der Einsatz von Fahrzeugen/Arbeitsmaschinen in Wohngebieten ist, falls keine Ausnahmegenehmigungen erteilt werden, lediglich von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr zulässig, d. h. es steht weniger effektive Arbeitszeit zur Verfügung. Erfahrungen zeigen darüber hinaus, dass die Instandhaltungskosten der eingesetzten Fahrzeuge erheblich ansteigen. So wird die Abschreibungsdauer von acht auf sechs Jahre herabgesetzt. Probleme bei der Logistik in der Frühschicht, die zu einer zeitlichen Verzögerung führen, werden i. d. R. entweder durch eine Verlängerung der Arbeitszeiten der Frühschicht oder durch den Einsatz eines Springerteams aufgefangen, da der Spätschicht i. d. R. keine zeitlichen Puffer zur Verfügung stehen. Aufgrund der erheblichen Einschnitte in das soziale Gefüge der Müllwerker zeigt sich in vielen Betrieben eine deutliche Zurückhaltung der Belegschaft gegenüber Zweischichtmodellen. Auch daher hat sich dieses Arbeitszeitmodell bisher in vielen Betrieben als nicht praktikabel bzw. nicht umsetzbar erwiesen.

In Abhängigkeit des Verhältnisses der Lohnkosten je Mitarbeiter zu den Fahrzeugkosten ergeben sich unterschiedliche Einsparungen bei den 4-Tage-Arbeitszeitmodellen zwischen zwei und sechs Prozent bezogen auf die Gesamtkosten für die Bereiche Sammlung, Transport und Entladung. Die finanziellen Vorteile (in %) verlängerter Fahrzeugeinsatzzeiten gelten insbesondere für Sammelmansschaften mit geringer Mannschaftsstärke. Je geringer der Personalkostenanteil, desto höher ist die mögliche prozentuale Einsparung (i. d. R. ca. 2 – 6 %).

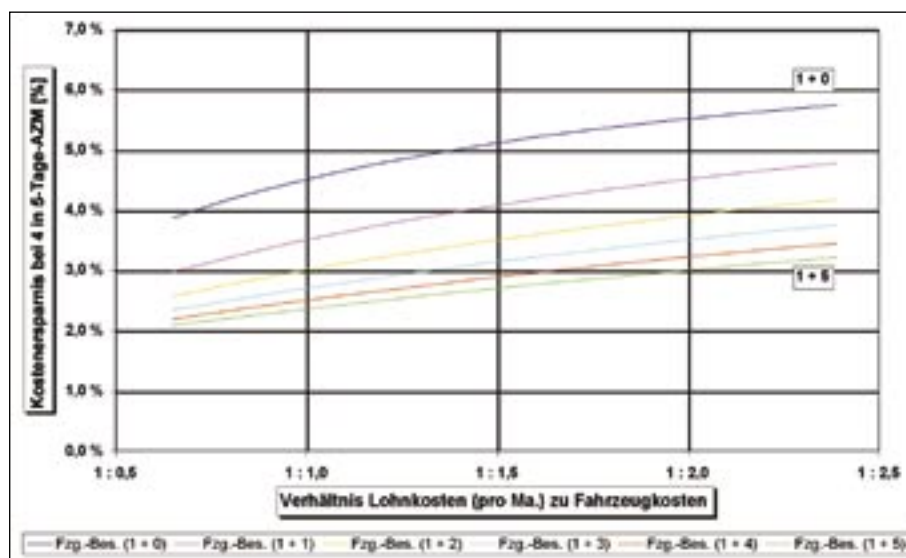


Abb. 6: Kosteneinsparung durch Einführung eines 4-in-5-Tage-Arbeitszeitmodells

Neben einer grundsätzlichen Neuorganisation durch die Einführung neuer Arbeitszeitmodelle (in Verbindung mit einer modifizierten Überstundenausgleichsregelung) streben viele Betriebe eine Flexibilisierung der Arbeitszeiten in der Form an, dass die täglichen Arbeitszeiten dem jeweiligen Bedarf angepasst werden. Hier können auch saisonale Schwankungen (z. B. kürzere Arbeitszeiten bei der Bioabfallsammlung außerhalb der Vegetationsperiode) Berücksichtigung finden.

Im Rahmen des Verbundprojektes konnten der Entsorgungsbetrieb der Stadt Recklinghausen durch die Ausnutzung der täglichen Arbeitszeit im operativen Bereich und die parallele Einführung des Arbeitszeitmodells 4-in-5-Tage im Bereich der Restabfallsammlung Einsparungen von ca. 14 Prozent generieren. Für den Bereich der LVP-Sammlung konnte durch die zusätzlich umgesetzte neue Tourenplanung ein Kostensenkungspotenzial von ca. 20 Prozent erschlossen werden.

Belastbare Langzeituntersuchungen zu den Auswirkungen der verlängerten Tagesarbeitszeiten in der Entsorgungslogistik im Hinblick auf Kranken- oder Unfallquoten bei den Müllwerkern liegen noch nicht vor. Ob die körperliche Mehrbelastung an den Arbeitstagen durch den zusätzlichen freien Tag pro Woche kompensiert wird, kann noch nicht abschließend beurteilt werden.

2.5 Organisatorische Randbedingungen

Die getrennte Sammlung von Abfällen aus privaten Haushaltungen hat sich in Deutschland etabliert und ist in den jeweiligen Abfall- und Gebührensatzungen geregelt. Lediglich in sehr verdichteten Bebauungsstrukturen kommt es verstärkt in Bereichen der Leichtstoffverpackungen und der Bioabfallsammlung zu Problemen der Wertstoffqualität. Zur Erzielung positiver Ergebnisse bezüglich der getrennt erfassten

Wertstoffmengen und -qualitäten (hohe Wertstoffmenge mit geringen Störstoffanteilen) sind insbesondere begleitende Maßnahmen, wie z. B.

- ausreichendes Restabfallvolumen (Mindestbehältervolumen),
- begleitende Öffentlichkeitsarbeit,
- angepasste Gebührenmodelle und
- funktionale sowie optisch ansprechende Behälterstandplatzgestaltung unerlässlich. Zusätzlich

kommt den vorgesehenen Abfuhrintervallen, den eingesetzten Behältern und deren Volumen eine zentrale Bedeutung zu.

Diese (und weitere) Maßnahmen und Aspekte sind dabei ortsspezifisch zu prüfen und ggf. anzupassen.

2.5.1 Umfang der getrennten Sammlung

Grundsätzlich hat in den meisten Städten und Gemeinden der Umfang der getrennten Sammlung sein Maximum erreicht. Vorwiegend in verdichteten Gebieten wird die **Biotonne** nur in besonders geeigneten Strukturen (Gebiete mit überwiegend Ein- und Zweifamilienhausbebauung und hohem Gartenanteil) eingesetzt. Die Abb. 7 zeigt am Beispiel der Biotonne in Abhängigkeit der Mengenverteilung

zwischen Rest- und Bioabfall dargestellt, ab welcher Differenz zwischen den Entsorgungskosten für den Restabfall und den Behandlungskosten für den Bioabfall die Einführung einer Biotonne kostenneutral bzw. wirtschaftlich vorteilhaft erfolgen kann.

Die Einführung einer Biotonne lässt sich i. d. R. wirtschaftlich positiv oder überwiegend kostenneutral umsetzen. Nur bei bestimmten Ausgangssituationen kann es zu einem Mehraufwand bei der getrennten Abfuhr führen. In ländlichen Strukturen, d. h. im Wesentlichen in kreisangehörigen Städten und Gemeinden, wird die Einführung der Biotonne wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft sein.

Vor dem Hintergrund steigender Erfassungsmengen, eines saubereren Stadtbilds (durch Abzug der

Depotcontainer) sowie eines höheren Servicegrades gegenüber dem Bürger, wird der Einsatz von Getrennterfassungssystemen im Holsystem seit ca. zehn Jahren insbesondere auch für das **Altpapier** zunehmend forciert.

In Abhängigkeit von der Logistikausgestaltung (unterschiedliche Mannschaftsstärken und Behälterleerungen je Fahrzeug und Tag) ist in Abbildung 9 dargestellt, ab welcher Differenz zwischen den Entsorgungskosten für den Restabfall und den Entsorgungskosten für Altpapier (Sortierung abzüglich Erlöse) die Einführung von Altpapierbehältern im Holsystem kostenneutral erfolgen kann.

Bei der mittleren Berechnungsvariante (durchschnittlicher Logistikaufwand für das Holsystem, d. h. 4-wöchentliches Abfuhrintervall und Einsatz von Heckladerfahrzeugen mit einer Besatzung von 1 + 2 bei einer Tagesleistung von 700 Beh./ (Fzg.*d)) bei mehr als 30 Euro/Mg höheren Restabfallentsorgungskosten ist das Holsystem wirtschaftlich vorteilhafter als das Bringsystem.

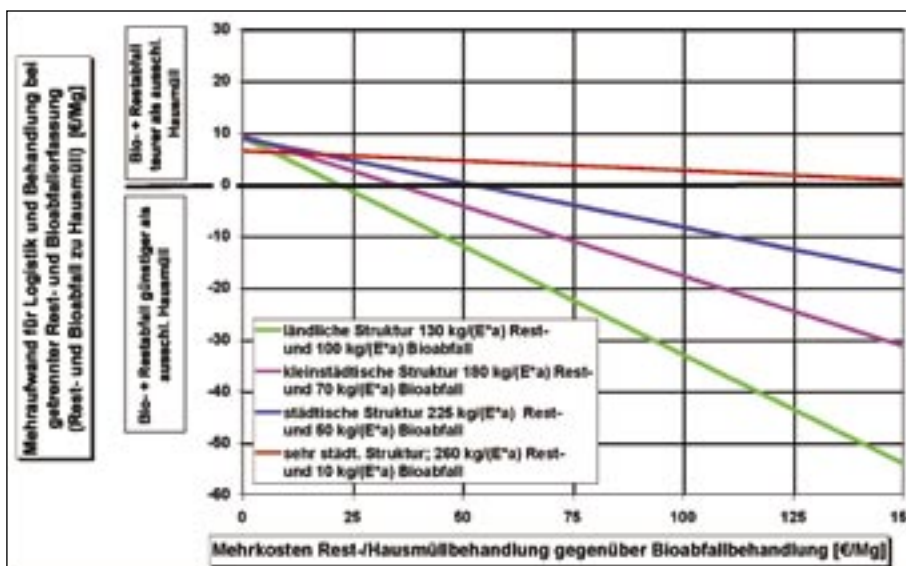


Abb. 7: Mehraufwand für Logistik und Entsorgung bei der Rest- und Bioabfallerfassung (gegenüber ausschließlicher Hausmüllfassung) in Abhängigkeit von der Differenz zwischen den Behandlungskosten

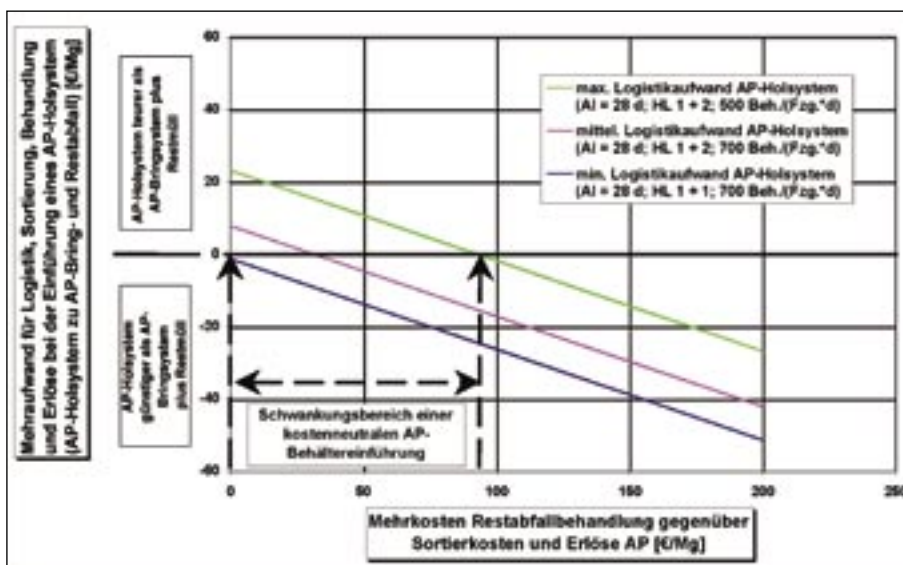


Abb. 8: Mehr- bzw. Minderaufwand beim Altpapier-Holsystem gegenüber einem Altpapier-Bringsystem

Diese Berechnung ist den jeweiligen ortsspezifischen Besonderheiten bzw. Parametern (z. B. Mannschaftsstärke, Behälterleerungen je Fahrzeug und Tag etc.) anzupassen. Gegebenenfalls anfallende Standplatz- bzw. Reinigungskosten der Depotcontainerstandplätze sind hier nicht berücksichtigt.

Die Erfassung von Sperrmüll, Schrott und Elektroaltgeräte erfolgt überwiegend in einer systemlosen Sammlung auf Abruf bzw. über Wertstoffhöfe. Die Abholung auf Abruf ermöglicht je nach Organisation im Gegensatz zur periodischen Sammlung bessere Kontrollmechanismen und wirkt sich kaum negativ auf das örtliche Erscheinungsbild im Bezug auf die Sauberkeit im öffentlichen Raum aus.

2.5.2 Optimierung der operativen Arbeitsorganisation

Wesentliche Lösungsansätze für Kostenreduzierungen bieten sich oftmals im Bereich des täglichen operativen Geschäftes. Ein Ansatz ist hier eine detaillierte Tourenplanung, die durch eine optimale Berücksichtigung der örtlichen Einflussgrößen ein Höchstmaß an effizientem Arbeitsablauf ermöglicht.

Der Fokus liegt dabei in der optimalen Ausnutzung der vorhandenen täglichen Arbeitszeit durch die Müllwerker und einer hohen Auslastung der eingesetzten Fahrzeuge. Durch detaillierte Bestandsaufnahmen mit Stark- und Schwachstellenanalysen können in Abhängigkeit der Qualität des aktuellen Status Quo teilweise erhebliche Einsparungspotenziale allein durch die Modifizierung einer vorhandenen Tourenplanung generiert werden. Auch hier sind innovative Arbeitszeitmodelle und die Flexibilisierung der täglichen Arbeitszeit als wirksames Instrument anzusehen.

Konzeptionelle Veränderungen der Tourenplanung, wie z. B. die Abfuhr aller Abfallarten in einem Revier an einem Tag oder die Reduzierung von Zwischen- und Transportstrecken können darüber hinaus weitere organisatorische und logistische Vorteile bringen.

2.5.3 Abfuhrhythmen

Aus Sicht des Nutzers hat sich, insbesondere aufgrund der sinkenden Restabfallmengen durch erheblich gestiegene getrennt erfasste Wertstoffmengen, neben dem beschriebenen Trend zu kleineren Behältern parallel

der Wunsch nach angepassten Abfuhrintervallen verstärkt. In Abhängigkeit von den Gebiets- bzw. Bauungsstrukturen wird der Restabfall zwischen mehrmals wöchentlich (in hochverdichteten Strukturen bzw. für Kleingewerbekunden; i. d. R. MGB 1100) bis 4-wöchentlich (in Gebieten mit überwiegend Ein- und Zweifamilienhausbebauung; oftmals bei paralleler Abfuhr der Biotonne) abgefahren. Die Bioabfälle werden überwiegend wöchentlich bis 14-täglich gesammelt. Altpapier und Leichtstoffverpackungen werden i. d. R. 14-täglich oder 4-wöchentlich gesammelt. Durch die in den letzten Jahren insbesondere für den Restabfall verstärkt eingeführten Wahlmöglichkeiten unterschiedlicher Abfuhrhythmen ergibt sich eine deutlich komplexere Entsorgungslogistik.

Die monetären Auswirkungen unterschiedlicher Abfuhrintervalle sind am Beispiel des Rest- und Bioabfalls dargestellt.

Abbildung 9 verdeutlicht, dass durch die Streckung des Restmüllabfuhrintervalls von 14-täglich auf 4-wöchentlich und die Beibehaltung der 14-täglichen Bioabfallabfuhr Einsparungen in Abhängigkeit der Einwohner je Behälter von 13 bis 20 Prozent bezogen auf den Bereich Sammlung, Transport und Entladung möglich sind. Verringert man jedoch das Abfuhrintervall auf jeweils sieben Tage (für Rest- und Bioabfall), erhöht sich der Mehraufwand auf bis zu 70 Prozent. Eine Verdoppelung des Aufwandes ist auf Grund der gleichbleibenden Transportkosten (vom Sammelgebiet zur Entsorgungsanlage und zurück) bei gleichbleibenden Mengen nicht gegeben.

Die monetäre Auswirkung einer Abfuhrintervallstreckung von einer wöchentlichen auf eine gemischt

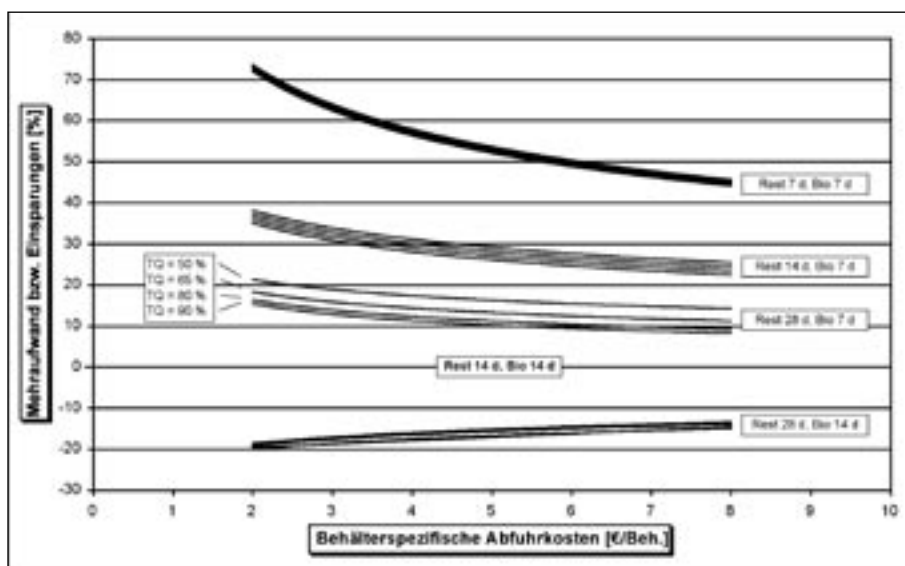


Abb. 9: Mehraufwand bzw. Einsparungen bei verschiedenen Kombinationen der Rest- und Bioabfallabfuhr gegenüber der alternierenden 14-täglichen Restmüll- und Bioabfallabfuhr in der GS 4 (Null-Variante), ohne Deponie- und Aufbereitungskosten

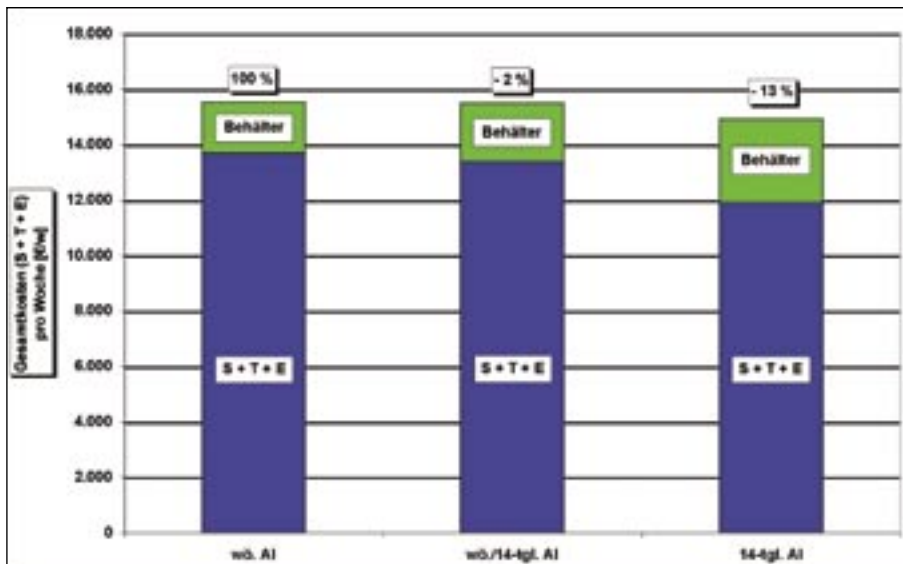


Abb. 10: Gegenüberstellung der Abfuhrkosten bei Änderung des Abfuhrintervalls

wöchentliche/14-tägliche Abfuhr bzw. ausschließlich 14-tägliche Abfuhr für ein Untersuchungsgebiet ist in Abb. 10 dargestellt.

Eine Abfuhrintervallstreckung von einer wöchentlichen auf eine gemischt wöchentliche/14-tägliche Abfuhr führte in diesem Untersuchungsgebiet zu einer Senkung der Abfuhrkosten um lediglich zwei Prozent. Die Kosteneinsparungen bei der Abfuhr werden dabei von den erhöhten Behälterkosten nahezu überlagert. Eine Harmonisierung der Abfuhr auf eine ausschließlich 14-tägliche Abfuhr weist hingegen Kostenvorteile von 13 Prozent auf.

Bei Installation von Identifikationssystemen kann der Nutzer die Abfuhrhäufigkeit seines Behälters selbst bestimmen. In diesen Fällen ist in der Abfallsatzung eine Mindestleerungshäufigkeit pro Jahr für jeden Behältertyp zur Gewährleistung einer geregelten Abfallentsorgung festzulegen.

2.5.4 Voll- bzw. Teilservicebetrieb

Die Abfallerfassung erfolgt in Deutschland sowohl im **Vollservice** (Mannschaftstransport) als auch im **Teilservice** (Benutzertransport). Insbesondere in verdichteten Strukturen mit einem hohen Anteil an „anonymen“ Wohnbebauungen wird ein Vollservicebetrieb angeboten, wohingegen in Stadtrandbereichen und ländlichen Strukturen i. d. R. im Teilservicebetrieb gesammelt wird. Der jeweils erforderliche Personalbedarf für das Heraus- und Hineinstellen der Behälter ebenso wie für den Ladevorgang am Fahrzeug ist ortsspezifisch zu prüfen und wird unter anderem vom Anteil der Kellerstandplätze, der Behälterstruktur (Verhältnis $MGB \leq 240$ zu $MGB \geq 500$) wie auch von der Entfernung der Behälterstandplätze auf dem Grundstück zum Ladepunkt am Fahrbahnrand

beeinflusst. Die Gegenüberstellung der beiden Servicearten dokumentiert den erheblichen Einfluss der unterschiedlichen Bereitstellungsarten auf die Tagesleistung des Ladepersonals (Mittelwert aus verschiedenen Betrieben). Während beim Vollservicebetrieb ca. 4 bis 5 Mg/(je Lader und Tag) erfasst werden, schafft ein Lader im Teilservicebetrieb aktuell bereits mehr als 10 Mg/(je Lader und Tag). Insbesondere in der privaten Entsorgungswirtschaft kommt es beim Einsatz von Seitenla-

derfahrzeugen (ohne Lader) bzw. Heckladerfahrzeugen (oftmals mit einem Lader) u. a. auch durch die i. d. R. längeren Tagesarbeitszeiten teilweise noch zu deutlich höheren Tagesleistungen je Lader.

Die notwendige **Mannschaftsstärke** für das Sammeln von Abfällen wird von einer Vielzahl verschiedener Faktoren beeinflusst und ist ortsspezifisch sehr unterschiedlich ausgeprägt. So werden in verdichteten Bebauungsstrukturen für die Sammlung von Restabfällen im Vollservicebetrieb bis zu fünf Lader eingesetzt. In aufgelockerten Strukturen wird diese Tätigkeit im Teilservicebetrieb oftmals von Seitenladerfahrzeugen im Einmannbetrieb (ausschließlich Fahrer) durchgeführt. In Abbildung 11 ist der Zeitaufwand für eine Sammlung mit unterschiedlichen Mannschaftsstärken im Teilservicebetrieb in einem identischen Untersuchungsgebiet (hier ausschließlich Kleinbehälter) dargestellt.

Die Ergebnisse weisen eine Zunahme der benötigten Sammelzeit je Behälter bei Reduzierung der Mannschaftsstärke von zwei Ladern auf einen Lader zwischen ca. 15 und 25 Prozent aus. Der damit verbundene Kostenanstieg (verlängerte Sammelzeit) ist geringer als die monetäre Einsparung durch den Wegfall des 2. Laders.

Wegen der unterschiedlichen Verfahrensabläufe prüfen viele Betriebe – insbesondere mit erhöhtem Transportanteil (d. h. große Entfernung zur Entsorgungsanlage) – die Wirtschaftlichkeit einer **Trennung von Sammlung und Transport** (durch Umladeanlagen bzw. durch Wechselaufbausysteme). Hierdurch lässt sich der Zeitabschnitt des Transportierens vom Sammelgebiet zur Entsorgungsanlage und zurück für das Sammelfahrzeug bei langen Transportstrecken erheblich reduzieren. Die nachfolgende Abbildung zeigt

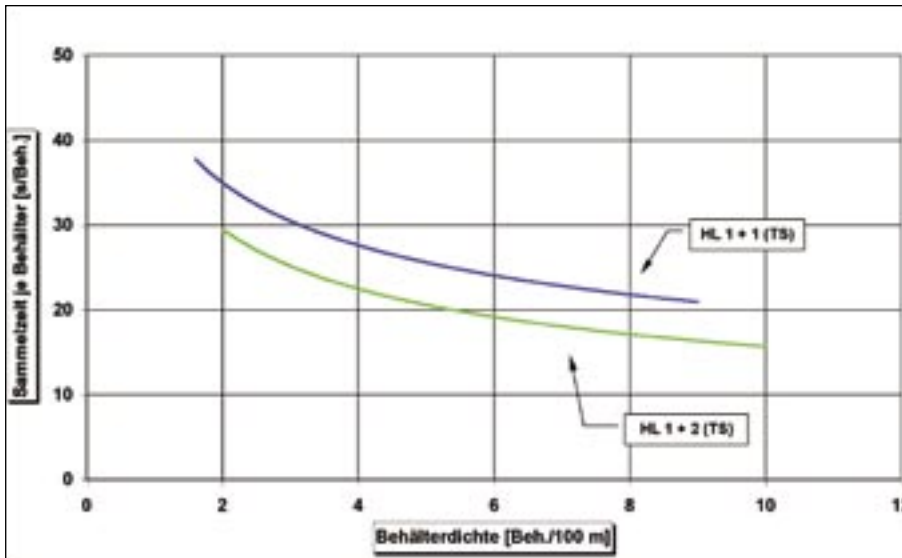


Abb. 11: Vergleich der Sammelzeit je Behälter bei unterschiedlicher Laderanzahl

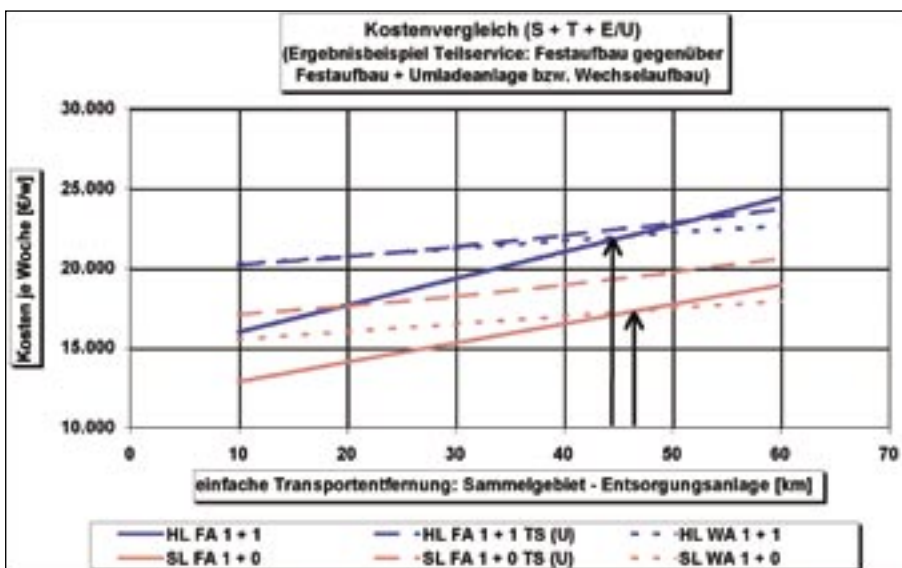


Abb. 12: Gegenüberstellung der Abfuhrkosten bei Festaufbau- bzw. Wechselaufbau-fahrzeugen in Abhängigkeit von der Transportentfernung zur Entsorgungsanlage

einen Kostenvergleich verschiedener Fahrzeugtypen (Heck- und Seitenlader) mit Fest- und Wechselaufbau sowie mit Festaufbau und Umschlaganlage. Dargestellt sind die Kosten (Sammlung, Transport und Ent- bzw. Umladung) je Woche für ein Beispielgebiet in Abhängigkeit von der einfachen Entfernung des Sammelgebietes zur Ent- bzw. Umladeanlage.

Unabhängig von der Sammelfahrzeugtechnik (Heck- oder Seitenlader) stellen bei dem dargestellten Beispiel bis zu einer einfachen Transportentfernung von ca. 45 bis 50 km bzw. 50 bis 60 min die Festaufbauvarianten mit anschließendem Direkttransport der erfassten Abfälle zur Abfallbehandlungsanlage die jeweils wirtschaftlichste Lösung dar (Abhängigkeit von Handlungszeiten). Bei größeren Entfernungen wird die Trennung von Sammlung und Transport kostengünstiger. In Abhängigkeit von den Kosten für den Betrieb

der Umladestation (i. d. R. mengenabhängig) sind hierbei die Wechselaufbautechnik oder eine feste Umladestation günstiger.

Bei der Abfallerfassung werden i. d. R. in allen Gebietskörperschaften – insbesondere bei der Restabfall- und Altpapiererfassung – sowohl Klein- (MGB ≤ 360) als auch Großbehälter (MGB ≥ 500) eingesetzt. Neben den in Abhängigkeit von den Bauungsstrukturen unterschiedlichen Behältergrößen differieren oftmals auch die Abfuhrintervalle für die verschiedenen Behältergrößen. So werden MGB ≥ 500 oftmals in deutlich kürzeren Intervallen geleert. Ein grundsätzlicher Vorteil der gemischten Abfuhr (d. h. gemeinsame Abfuhr der Abfälle aus kleinen und großen Behältern) liegt in der lediglich einmaligen Durchfahrt aller relevanten Straßen. Die Frage, ob **separate Klein- bzw. Großbehälterreviere oder Mischreviere** für einen Betrieb kostengünstiger sind, wird erheblich von den ortsspezifischen Rahmenbedingungen (Mann-

schaftsstärke, Abfuhrintervalle, Servicegrad, Behälterverteilung) beeinflusst.

Im Hinblick auf eine Verbesserung des Dienstleistungsumfangs gegenüber dem Bürger (Vereinfachung des Abfuhrkalenders und damit leichtere Verständlichkeit) wird in vielen Betrieben die **Sammlung von mehreren Abfallarten an einem Wochentag** diskutiert. Die angepasste Tourenplanung wird hierbei so gestaltet, dass mehrere Fahrzeuge an einem Abfuhrtag in einem zusammenhängenden Gebiet eingesetzt werden. Durch die zusammenhängende Struktur können Spitzenmengen in einzelnen Tagesrevieren mit geringerem logistischem Aufwand durch Sammelfahrzeuge in benachbarten Revieren aufgefangen werden. Ein möglichst identisches Abfuhrintervall für alle zu erfassenden Abfallarten (z. B. grundsätzlich mindestens 14-tägliche Abfuhr) führt in

diesem Zusammenhang zu idealen Voraussetzungen für eine Abfuhr mehrerer Abfallarten an einem Tag. Bei identischen bzw. zusammenliegenden Standorten der nachgeschalteten Entsorgungsanlagen (z. B. MVA und Kompostierungsanlage an einem Standort) kann sich hier auch der Einsatz von Mehrkammerfahrzeugen als ortsspezifische Variante darstellen.

2.6 Sonstige Randbedingungen

Der zunehmende Zwang, Kosteneinsparpotenziale zu erschließen und umzusetzen, führt zu stetig steigenden Anforderungen an die Müllwerker. Deutlich wird dies beispielsweise bei der Einführung neuer Arbeitszeitmodelle sowie durch die Reduzierung der Mannschaftsstärken bei der Abfallsammlung. Hier zeigt sich die Notwendigkeit einer Einbeziehung der steigenden Belastung der Müllwerker in den Entscheidungsfindungsprozess von Maßnahmen zur Kostenreduzierung.

Die physische Beanspruchung ist hierbei ein wesentlicher Gesichtspunkt bei der Beurteilung der Belastung des Müllwerkers. Besondere Beachtung gilt hierbei der Langzeitbelastung, die je nach Behältersystem und ortsspezifischen Randbedingungen unterschiedlich sein kann. Der Bundesverband der Unfallkassen und das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung unter der Fachaufsicht der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) initiierten das Forschungsvorhaben „Verhütung arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren im Entsorgungsbereich – VerEna“ mit dem wesentlichen Ziel, präventive Gestaltungsmaßnahmen zum Abbau arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren für die Beschäftigten in der Entsorgungsbranche zu erarbeiten. Anhand von exemplarischen Arbeitsplatzbegehungen, Experteninterviews (Führungskräfte, Betriebsleiter, Personalrat,

Betriebsarzt sowie Fachkräfte für Arbeitssicherheit) und Mitarbeiterbefragungen wurden in

einem ersten Schritt betriebliche Präventionsberichte erstellt. Hierauf aufbauend erfolgte ein Datenaustausch unter den beteiligten Betrieben sowie anschließend der Aufbau von Kooperationsstrukturen zur Ableitung von grundsätzlichen Präventionsmaßnahmen. Aktuell werden die Untersuchungen fortgesetzt. Nähere Informationen zu den Untersuchungen gibt es unter www.verena-net.de.



2.7 Steuerungselemente der Entsorgungslogistik zur Erhöhung der Produktivität

Zur Bewältigung der unterschiedlichen stadt-spezifischen Anforderungen, zur Unterstützung bei der Planung und Steuerung der Entsorgungslogistik sowie der Steigerung der Produktivität werden derzeit bereits in verschiedenen Kommunen EDV-Programme eingesetzt. Der Einsatz dieser Programme kann bei ortsspezifischer Anpassung zu einer erheblichen Optimierung der Prozessabläufe beitragen. Die vielfältigen Einsatzgebiete derartiger Programme umfassen i. W. die Bereiche

- Arbeitsvorbereitung,
- Auftragsannahme und -nachbearbeitung,
- Arbeitsablauf und -einsatzplanung,
- Lohndatenaufbereitung/Prämienlohnsysteme,
- Touren- und Revierplanung und
- Managementinformationssysteme (Berichtswesen).

Die Implementierung und die Kompatibilität der Programme werfen in Teilbereichen erhebliche Schwierigkeiten auf, so dass die betrieblichen Bestrebungen oftmals darauf abzielen, EDV-Gesamtlösungen zu installieren. Hierbei sind vielfältige technische (z. B. Datenbankformate, graphischer Hintergrund o. ä.) und inhaltliche (z. B. Struktur der Daten- bzw. Zugriffsberechtigungen) Abstimmungen erforderlich.

Als innerbetriebliche Informationssysteme haben sich seit einigen Jahren betriebsinterne und auch betriebsübergreifende Benchmarking-Analysen etabliert. Im Rahmen des Projektes „Kennzahlenvergleich für kommunale Abfallentsorgungs- und Stadtreinigungsbetriebe“ wurde von INFA, Ahlen, die wesentliche Strukturierung für betriebliche Kennzahlensysteme erarbeitet und die daraus resultierenden Ergebnisse in einigen Betrieben zum Aufbau eines umfassenden Managementinformationssystems (Kosten, Leistung, Mengen, Qualität, Umwelt etc.) genutzt.

Um die Grundlagendaten und Informationen insbesondere im Bereich der Logistik verwalten und steuern zu können, wird eine Vielzahl von EDV-Programmen zur Behälterverwaltung und Tourenplanung angeboten. Die Basis einer EDV-Unterstützung in der Entsorgungslogistik bilden die Standplatzdaten der Behälterverwaltung. Hierzu gehören neben den Behälterzahlen die Behälterstandorte (Adresse), die Behälterarten (Größen), die gesammelten Abfallarten (Rest-, Bioabfall usw.), die entsprechenden Abfuhrintervalle sowie evtl. vorhandene Standplatzcharakteristika. Letztere beinhalten z. B. die Entfernung der Behälter zum Straßenrand, die Zugänglichkeit, Anzahl Stufen, Steigungen oder weitere Besonderheiten des Standplatzes.

Zum optimierten Personal- und Fahrzeugeinsatz werden Tourenplanungsmodule eingesetzt. Diese müssen neben den Standplatzdaten verschiedene entsorgungsspezifische Planungsdaten erfassen und verarbeiten. Während bei vielen Programmen wenige Parameter abgefragt werden, können bei differenzierteren Programmen z. B. auch Siedlungsstrukturen (Behälterdichten) und behälterspezifische Faktoren hinterlegt werden. Mit steigender Anzahl der abgefragten Parameter steigt die Qualität des Ergebnisses, jedoch i. d. R. auch der Pflegeaufwand für die Daten.

In jüngster Zeit werden satellitengestützte Navigationssysteme als Steuerungs- und Controllinginstrumente in die Sammelfahrzeuge eingebaut. Hiermit können einerseits Vorgaben über die Reihenfolge der abzufahrenden Straßen bzw. der zu leerenden Behälter gegeben werden (z. B. Aufzeichnen der Sammel-tour für Ersatzfahrer), andererseits erhält der Betrieb durch Verknüpfung des Bordcomputers mit ausgewählten Signalen, wie z. B. Betätigung der Schüttung, Rückwärtsfahrten, Stillstandszeiten etc., eine lückenlose Dokumentation jeder einzelnen Tour.

3. Zusammenfassende Betrachtung

3.1 Örtliche Randbedingungen

- Die ortsspezifische Ausgangslage ist für die Auswirkungen und den Erfolg von Optimierungsmaßnahmen von elementarer Bedeutung. Die örtlichen Randbedingungen bilden die Grundlage für ein optimiertes Logistikkonzept.

3.2 Technische Randbedingungen

- Durch die Einführung eines Behälteridentifikationssystems verringert sich, insbesondere bei Einbindung der Anzahl der Behälterleerungen in den Gebührentatbestand, die Anzahl der je Sammel-tour bereit gestellten Behälter und damit die Behälterdichte maßgeblich. So ergibt sich zwar eine Verringerung des Sammelzeitaufwands durch i. d. R. weniger bereitgestellte Behälter (oftmals aber deutlich schwerere), die pro Tour zurückzulegende Sammelstrecke bleibt aber weitestgehend unverändert.

Einflussnahme nur bei eigener Entsorgungslogistik:

- Der Einsatz von Dreiachsfahrzeugen, insbesondere mit gelenkter Nachlaufachse, ist in nahezu allen Gebietsstrukturen möglich und führt im Vergleich zu Zweiachsfahrzeugen zu deutlichen Kosteneinsparungen.
- In geeigneten Bebauungsstrukturen (aufglockerte Bebauung; Sammlung im Teilservice) ist der Einsatz von Seitenladerfahrzeugen problemlos möglich und führt zu Kostensenkungen.
- Frontladerfahrzeuge erreichen insbesondere im Einmannbetrieb in der Großbehältersammlung (MGB ≥ 1100) eine hohe Effizienz.
- Der Einsatz von Mehrkammerfahrzeugen kann bei Vorliegen passender örtlicher Randbedingungen, wie der parallelen Abfuhr von zwei Abfallarten im Vollservice und der Entsorgung beider Abfallarten

am selben Standort, im Vergleich zum Einsatz konventioneller Heckladerfahrzeuge zu Kostenvorteilen führen.

- Zur besseren Vergleichbarkeit und Beurteilung von Leistungsdaten in der Entsorgungslogistik dient eine Umrechnung der geleerten Behälter zu Behältereinheiten über sogenannte Behältergrößenschlüssel.

3.3 Betriebliche Randbedingungen

Einflussnahme nur bei eigener Entsorgungslogistik:

- Eindeutige Regelungen und Kontrollen im Bereich der Pausen- und Rüstzeiten sind für Entsorgungsbetriebe unerlässlich.
- Innovative Arbeitszeitmodelle mit verlängerten Tagesarbeitszeiten (4-Tage-Arbeitszeitmodelle oder flexible Arbeitszeitregelungen) führen zu erhöhten Fahrzeugeinsatzzeiten und somit zu einem niedrigeren Fahrzeugbedarf sowie Wegfall von Überstunden/Zuschlägen).

3.4 Organisatorische Randbedingungen

- Die Einführung der Biotonne kann in Abhängigkeit von den Logistikkosten, der Mengenverteilung und insbesondere der Kostendifferenz zwischen Restabfall- und Bioabfallentsorgung i. d. R. kostenreduzierend oder kostenneutral erfolgen.
- Die Kosten der Umstellung vom Hol- auf das Bring-system für die Altpapierabfuhr sind von einer Vielzahl unterschiedlicher Einflussgrößen abhängig. In mittleren Berechnungsvarianten zeigt sich bei mehr als 30 Euro/Mg höheren Restabfallbehandlungskosten im Vergleich zu den Altpapierbehandlungskosten das Holsystem wirtschaftlich vorteilhafter als das Bringssystem.

- Durch eine Umstellung vom Voll- auf einen Teilservicebetrieb für Rest- und Bioabfall kann eine Einsparung der Abfuhrkosten um 15 Prozent erzielt werden. Neben der rein monetären Betrachtung ist in diesem Fall der deutlich geringere Dienstleistungsgrad für den Behälternutzer bei einer Abfuhr im Teilservicebetrieb zu berücksichtigen.
- Eine Abfuhrintervallstreckung von einer wöchentlichen auf eine gemischt wöchentliche/14-tägliche Abfuhr führt i. d. R. zu keiner Verringerung der Abfuhrkosten, da die erhöhten Behälterkosten nur schwer durch die erzielbaren Kosteneinsparungen bei der Sammlung gedeckt werden können. Eine Harmonisierung der Logistik auf eine ausschließlich 14-tägliche Abfuhr weist hingegen deutliche Kostenvorteile auf.

Einflussnahme nur bei eigener

Entsorgungslogistik:

- Durch die Kombination der Abfuhr mehrerer Abfallarten an einem Tag und dem Einsatz von Satellitenfahrzeugen für das Serviceteam ergeben sich insbesondere im Vollservice logistische Vorteile. So verringert sich durch die organisatorische Trennung von Abfallsammelfahrzeug und dem Heraus- und Hineinstellen der Behälter durch das Serviceteam der Aufwand für sonstige Tätigkeiten des Serviceteams (Rüstzeit, Transporte, Entladung) erheblich.
- Durch die Mannschaftsstärkenreduzierung um eine Person sinken sowohl in der Ein- bis Zweifamilienhausbebauung als auch in den verdichteten Strukturen die Abfuhrkosten im Teilservice um 13 bis 20 Prozent. Der Einfluss des zweiten Laders nimmt in dichteren Strukturen (hohe Behälterdichte) zu, da hier häufiger Ladepunkte mit mehreren Behältern auftreten und somit Parallelarbeiten möglich sind. In ländlichen Strukturen (geringe Behälterdichte) dagegen steht i. d. R. lediglich ein Behälter je Ladepunkt, so dass der zweite Lader hier einen deutlich geringeren Einfluss auf die Sammelleistung hat. Vergleichbare Aussagen gelten auch für den Vollservicebereich.
- Neben der Transportentfernung wirkt sich die Mannschaftsstärke erheblich auf die Wirtschaftlichkeit der gewählten Transporteinheit (Direkttransport oder Trennung von Sammlung und Transport) aus.
- Die Frage, ob eine getrennte Abfuhr ($MGB \leq 360$ und $MGB \geq 500$ in separaten Sammeltouren) oder eine gemischte Abfuhr ($MGB \leq 360$ und $MGB \geq 500$ in einer Sammeltour) wirtschaftliche Vorteile bringt, hängt i. W. von den ortsspezifischen Gegebenheiten in einem Entsorgungsgebiet ab.

3.5 Resümee

Durch die Ausführungen wird deutlich, dass die grundsätzlichen Abhängigkeiten und Zusammenhänge in der Entsorgungslogistik zwar bekannt, aber orts- bzw. betriebsspezifisch aufgrund der unterschiedlich ausgeprägten Randbedingungen deutlich differieren und daher im Rahmen einer genauen quantitativen Bestimmung im Einzelfall betriebsspezifisch zu untersuchen sind.

Unter Berücksichtigung der Vielzahl der beschriebenen Einflussgrößen auf die Entsorgungslogistik wurden unter besonderer Beachtung der ortsspezifischen Situation beispielhaft für ein ländliches Entsorgungsgebiet folgende Optimierungsmaßnahmen betrachtet:

Optimierungsansatz 1:	Ausnutzung der täglichen Arbeitszeit und verbesserte Ausnutzung der Fahrzeugnutzlast
Optimierungsansatz 2:	wie Optimierungsansatz 1, jedoch zzgl. Reduzierung der Sammelmannschaft (1 + 1) in geeigneten Gebietsstrukturen
Optimierungsansatz 3:	wie Optimierungsansatz 2, jedoch zzgl. Einsatz von Seitenladerfahrzeugen in geeigneten Gebietsstrukturen
Optimierungsansatz 4:	wie Optimierungsansatz 3, jedoch zzgl. Einführung eines 4-in-5-Tage-Arbeitszeitmodells

Im Optimierungsansatz 1 spiegelt sich wider, dass in vielen Entsorgungsbetrieben die täglich zur Verfügung stehende Arbeitszeit nicht optimal ausgenutzt wird. Die Mitarbeiter erreichen ihre vorgegebene Abfuhrleistung deutlich vor dem offiziellen Arbeitszeitende. Aufbauend auf dem Optimierungsansatz 1 erfolgt im 2. Ansatz eine Reduzierung der Sammelmannschaft in hierfür geeigneten Gebietsstrukturen von einem Fahrer und zwei Ladern auf einen Fahrer und einen Lader. Im Optimierungsansatz 3 werden an Stelle der derzeitigen Heckladerfahrzeuge in diesen Gebietsstrukturen Seitenladerfahrzeuge im Einmannbetrieb eingesetzt. Die Auswirkungen der Einführung eines 4-in-5-Tage-Arbeitszeitmodells werden im Optimierungsansatz 4 berechnet.

In der folgenden Abbildung 13 ist der Kostenvergleich zwischen der Ausgangssituation und den verschiedenen Optimierungsansätzen dargestellt.

In Abhängigkeit von der Ausgangssituation und bei detaillierter Betrachtung der ortsspezifischen Besonderheiten können bei effektiver Verknüpfung der verschiedenen Einzelmaßnahmen Einsparungen von bis zu 22 Prozent bei den Abfuhrkosten (nicht mit Gebühreneinsparung gleichzusetzen) realisiert werden.

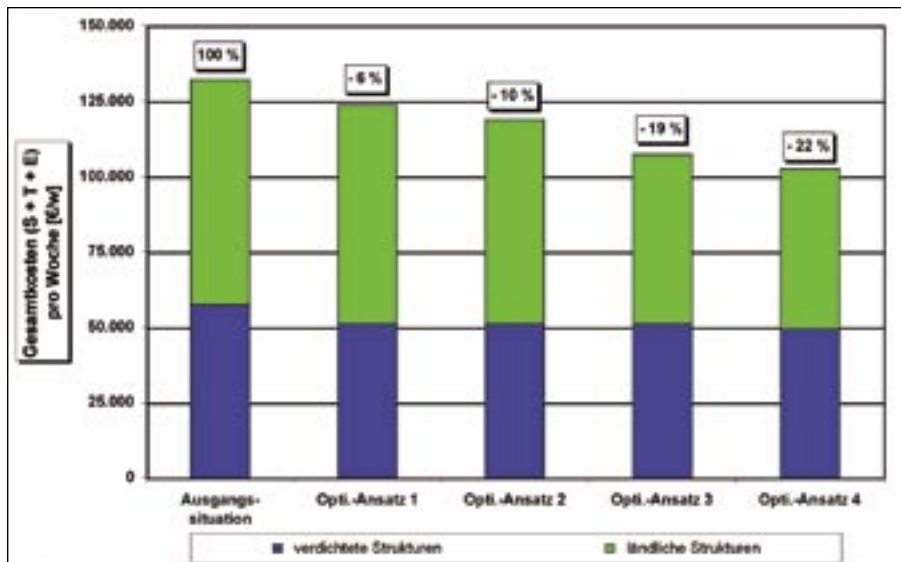


Abb. 13: Gegenüberstellung der Abfuhrkosten bei verschiedenen Optimierungsansätzen (Ergebnisbeispiel ländliches Entsorgungsgebiet)

Um fortlaufend den aktuellen Leistungsstand des eigenen Betriebes bewerten zu können haben sich in den letzten Jahren Benchmarkings etabliert. Durch den Vergleich mit anderen Betrieben über signifikante Kennzahlen und den intensiven Erfahrungsaustausch im Zuge solcher Projekte können innerbetriebliche Verbesserungen als ein kontinuierlicher Entwicklungsprozess etabliert werden und zu einer zukunftsorientierten Positionierung des Betriebes am Markt beitragen.

4. Umsetzung in die Praxis

Im Vorfeld einer Umsetzung einzelner Optimierungsmaßnahmen ist es erforderlich, alle Beteiligten frühzeitig in die Projektbearbeitung einzubeziehen. Dieses erfolgt in der Praxis häufig durch Arbeitsgruppen, in denen alle Mitarbeiterebenen vertreten sind. Eine solche Vorgehensweise dient einerseits der Akzeptanzbildung bei den Mitarbeitern, aber vorrangig einer transparenten und für alle nachvollziehbaren Projektentwicklung, bei der die Interessen aller Mitarbeiter vertreten werden.

Die Basis für alle Optimierungsmaßnahmen stellt eine belastbare und möglichst neutrale Bestandsaufnahme der aktuellen Situation im Betrieb dar. Auf dieser

Basis, möglichst unter Heranziehung von Erfahrungen anderer Betriebe, sollten die geplanten Maßnahmen diskutiert und den betriebsspezifischen Bedingungen angepasst werden. Dabei sind insbesondere vor dem Hintergrund der in den vergangenen Jahren in vielen Betrieben bereits vollzogenen Leistungserhöhung mögliche Vor- und Nachteile von Optimierungsmaßnahmen sowie Aspekte der körperlichen Belastbarkeit der Müllwerker bewusst einzubeziehen.

Erfahrungen zeigen, dass sich nur die Maßnahmen, die von allen Beteiligten mitgetragen werden, in nachhinein in der Praxis bewähren und den geplanten Effekt erzielen.

Abkürzungsverzeichnis

1 + x	Fahrzeugbesatzung: 1 Fahrer und x Lader	ggf.	gegebenenfalls
Abb.	Abbildung	GS	Gebietsstruktur
AI	Abfuhrintervall	HL	Heckladerfahrzeug
Anz.	Anzahl	KW	Kalenderwoche
AP	Altpapier	l	Liter
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz	L	Lader
AZM	Arbeitszeitmodell	LK	Landkreis
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	LVP	Leichtstoffverpackungen
Beh.	Behälter	MA	Mitarbeiter
Beh. _e	Behältereinheit	ME	Mülleimer
Beh./100 m	Behälterdichte (Anzahl Behälter auf 100 m Sammelstrecke)	mind.	mindestens
Bes.	Besatzung	MGB	Müllgroßbehälter
bez.	bezahlte	MT	Mülltonne
BImSchV	Bundes-Immissionsschutz-Verordnung	RM	Restabfall
Bio	Bioabfall	S + T + E	Sammlung, Transport und Entladung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	S + T + E/U	Sammlung, Transport und Ent-/Umladung
E	Einwohner	SL	Seitenladerfahrzeug
EDV	Elektronische Datenverarbeitung	SG	Sammelgebiet
erf.	erforderlich	spez.	spezifische
F	Fahrer	tgl.	täglich
FA	Festaufbau	TQ	Teilnehmerquote
FL	Frontladerfahrzeug	TS	Teilservice
F + L	Fahrer und Lader	TVöD	Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst
gem.	gemischt (Mischreviere)	UA	Umladeanlage
getr.	getrennt (Klein- und Großbehälterreviere)	UVV	Unfallverhütungsvorschrift
		VS	Vollservice
		WA	Wechselaufbau

Glossar

Abfuhr

Summe der Vorgänge → *Sammlung*, → *Transport* und → *Entladung* (S + T + E)

Abfuhrintervall

Zeitlicher Abstand zwischen zwei (Regel-)Entleerungen eines Behälters

Abfuhrkosten

Kosten für die → *Abfuhr* (ohne → *Entsorgungskosten*). Soweit die Kosten für die Behälterbereitstellung (Kapital- und Betriebskosten) für den jeweiligen Untersuchungsansatz relevant sind, sind diese Kosten berücksichtigt

Behälterdichte

Anzahl der zur → *Sammlung* bereitgestellten Behälter, bezogen auf die Sammelstrecke des Fahrzeugs, gemessen in Behälter je 100 m Sammelstrecke; [Beh./100 m]

Behältereinheiten

Größe, die die Unterschiede (Behältergröße, Material, Handling etc.) von → *Klein-* und → *Großbehältern* bei der → *Sammlung* berücksichtigt

Behältervolumen

Rauminhalt des Sammelbehälters gemessen in Kubikmeter; [m³]

Bereitstellungsgrad

Anteil der zur Entleerung bereitgestellten Sammelbehälter bezogen auf die maximale Anzahl der regelmäßig zu leerenden Behälter in Prozent; [%]

Direkttransport

unmittelbarer Transport des gesammelten Abfalls zur → *Entsorgungsanlage* ohne Umladung oder Nutzung von → *Wechselaufbausystemen*

Entladung

Leeren des Sammelfahrzeugs in/auf einer Entsorgungsanlage, umfasst alle Tätigkeiten in/auf dieser Anlage wie z. B. Transporte auf der Anlage, Warten vor der Waage oder Verwiegung des Fahrzeugs

Entsorgungskosten

Kosten, die für die Entsorgung der Abfälle anfallen. In diesen Kosten sind sämtliche Folgekosten (bzw. -erlöse) enthalten

Frontladerfahrzeug

Sammelfahrzeug bei dem die Ladevorrichtung an der Front des Fahrzeugs angebracht ist

Gebietsstruktur

Struktur eines Sammelabschnittes oder Sammelgebietes, beschrieben anhand der Anzahl Wohneinheiten, der einzelnen Häuser und deren Zuordnung zueinander durch Einteilung in verschiedene Gebietsstrukturklassen

getrennte Sammlung

separate Touren für → *Kleinbehälter* (MGB ≤ 360 bzw. ME oder MT) und → *Großbehälter* (MGB ≥ 500)

Großbehälter

Sammelbegriff für Behälter mit einem Volumen ≥ 500 Liter (hier i. d. R. bis MGB 1.100)

Heckladerfahrzeug

Abfallsammelfahrzeug, bei dem die Ladevorrichtung am Heck angebracht ist

Holsystem

Abfälle werden vom Grundstück bzw. vom Fahrbahnrand des Abfallerzeugers abgeholt

Identifikations- und Wägesystem

System, bei dem während des Kippvorgangs spezifische Behälterdaten elektronisch erfasst werden

Kleinbehälter

Sammelbegriff für Behälter mit einem Volumen ≤ 360 Liter

Mehrkommerfahrzeug

Sammelfahrzeug mit geteiltem Laderaum für die integrierte Abfuhr von mindestens zwei getrennten Abfallfraktionen (hier Zweikammerfahrzeug)

Mülleimer (ME)

Nicht rollbares Abfallsammelgefäß mit 35 und 50 Litern Nutzvolumen; DIN 6628

Müllgroßbehälter (MGB)

Normiertes Abfallsammelgefäß, das für den einfacheren Transport mit Rollen ausgestattet ist; DIN EN 840

Seitenladerfahrzeug

Sammelfahrzeug, bei dem die Ladevorrichtung an der Seite angebracht ist; i. d. R. erfolgt die Entleerung der Behälter mittels eines automatischen Greifarms durch den Fahrer

Transport

Fahrten des Sammelfahrzeugs vom Betriebshof zum Sammelgebiet, vom Sammelgebiet zur Ent-/Umladestelle, von der Ent-/Umladestelle zum Sammelgebiet, von der Ent-/Umladestelle zum Betriebshof (entspr. „Befördern“ nach KrW-/AbfG)

Teilservice (Benutzertransport)

Behälter werden vom Benutzer am Abfuhrtag am Fahrbahnrand zur Abfuhr bereitgestellt und nach ihrer Entleerung wieder an ihren Standplatz auf dem Grundstück zurückgestellt

Umladung

Umladung der eingesammelten Abfälle vom Sammelfahrzeug auf größere Transporteinheiten

Vollservice (Mannschaftstransport)

Sammelmannschaft übernimmt das Herausstellen der gefüllten Behälter und nach dem Laden auch das Hineinstellen

Wechselaufbausystem

System, bei dem der Aufbau des Sammelfahrzeugs austauschbar ist, (mehrere) Wechselaufbauten können unabhängig vom Sammelfahrzeug zur (Entsorgungsanlage transportiert werden

Zwischenfahrten

Fahrten während der Sammlung vom Anfang eines Sammelabschnittes bis zum ersten Ladepunkt, zwischen den einzelnen Ladepunkten und vom letzten Ladepunkt eines Sammelabschnittes bis zum Ende eines Sammelabschnittes

Weiterführende Literatur

(Auswahl)

- **Becker, G.; Lohmann, M.; Mathys, W.; Neumann, H.-D. (2001)**
Methoden zur Minderung der Keimfreisetzung bei Schüttvorgängen an Abfallsammelfahrzeugen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2001
- **Dornbusch, H.-J (2005)**
Untersuchungen zur Optimierung der Entsorgungslogistik für Abfälle aus Haushaltungen; Dissertation an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock, Ahlen, 2005
- **Gallenkemper, B.; Bilitewski, B. et al. (2003)**
BMBF-Vorhaben „Kostensenkung in der kommunalen Abfallentsorgung und Stadtreinigung“; Abschlussbericht Entsorgungslogistik, INFA, Ahlen, 2003

Bisher in dieser Reihe erschienen

Nº 57	Bildung im Wandel – Schulen ans Netz	4/2006
Nº 56	Breitbandanbindung von Kommunen Durch innovative Lösungen Versorgungslücken schließen Grundlagen – Beispiele – Ansprechpartner	1-2/2006
Nº 55	Intelligenter Energieeinsatz in Städten und Gemeinden Klimaschutz und Kostensenkung: Gute Beispiele aus dem Wettbewerb „Energiesparkommune“	1-2/2006
Nº 54	Mit starken Kommunen Aufschwung und Reformen Bilanz 2005 und Ausblick 2006 der deutschen Städte und Gemeinden	3/2006
Nº 53	Gemeinsam für Deutschland – mit Mut und Menschlichkeit Bewertung des Koalitionsvertrages zwischen CDU, CSU und SPD aus kommunaler Sicht	12/2005
Nº 52	Mobile Kommunikation Anwendungsbeispiele für Kommunen, Bürger und Wirtschaft (Nur Online-Version)	12/2005
Nº 51	Interkommunale Zusammenarbeit – Praxisbeispiele, Rechtsformen und Anwendung des Vergaberechts	10/2005
Nº 50	Erfolgreiche Abstimmungsprozesse beim Aufbau der Mobilfunknetze Ergebnisse einer Befragung zur Zusammenarbeit von Kommunen und Netzbetreibern	9/2005
Nº 49	Forderungen der deutschen Städte und Gemeinden an die Bundesregierung und den Bundestag – Ohne starke Kommunen keine erfolgreichen Reformen und kein Aufschwung	9/2005
Nº 48	Kommunal Finanzen in struktureller Schieflage Datenreport Kommunal Finanzen 2005 Fakten, Trends, Einschätzungen (nur Online-Version)	7/2005
Nº 47	Gemeinden sagen Ja zu Kindern – Konzepte und Maßnahmen für mehr Kinder- und Familienfreundlichkeit in Städten und Gemeinden	6/2005
Nº 46	Zukunft der Kommunen	5/2005
Nº 45	Neustart in der Arbeitsmarktpolitik fortsetzen Bilanz 2004 und Ausblick 2005 der deutschen Städte und Gemeinden“	1-2/2005
Nº 44	„Die Kommunen sind nicht die Kolonien des Staates“ Beiträge von Dr. Wulf Haack aus 25 Jahren Tätigkeit im Deutschen Städte- und Gemeindebund (nur Online-Version)	12/2004
Nº 43	Auslegungshilfe zu den wegerechtlichen Bestimmungen im neuen Telekommunikationsgesetz	12/2004



DStGB

Deutscher Städte-
und Gemeindebund

Marienstraße 6 · 12207 Berlin

Telefon 030.773 07.0 · Telefax 030.773 07.200

E-Mail dstgb@dstgb.de

www.dstgb.de

Verlag WINKLER & STENZEL GmbH

Postfach 1207 · 30928 Burgwedel

Telefon 05139.8999.0 · Telefax 05139.8999.50

E-Mail info@winkler-stenzel.de

www.winkler-stenzel.de