

# Stoffstrommanagement in der Entsorgungswirtschaft

## Ökonomische Ansätze und praktische Beispiele zur innerbetrieblichen Stoffstromlogistik

B. Schulze

### Abstract

In der Betriebswirtschaft finden sich heute bis ins Detail ausgearbeitete logistische Prozesse. Die in den vergangenen 10-15 Jahren analysierten Einsparpotentiale sind größtenteils umgesetzt worden. Im Bereich der Entsorgungslogistik sind ähnliche Betrachtungen bisher nur sehr schleppend vollzogen worden.

**Durch speziell auf die Belange der Entsorgungswirtschaft zugeschnittene Software-Produkte lassen sich behördliche Anforderungen erfüllen und durch die konsequente Aufdeckung von Kostentreibern ökonomische Vorteile für das Unternehmen erzielen.**

### 1 Einleitung

Den Einsatz von hochautomatisierten technischen Komponenten zur Förderung, Lagerung und Handhabung, wie er analog in der Produktionslogistik angewendet wird, sucht man in der Entsorgungslogistik oft vergeblich.

Hierfür sind im wesentlichen zwei Gründe heranzuführen:

- durch die zeitlich vorgelagerte Position des Produktionsprozesses wird dieser fast zwangsläufig als Ausgangspunkt gesehen
- der Produktionsprozeß ist der Prozeß, der den ökonomischen Nutzen für das Unternehmen bringt - daher steht er in der unternehmerischen Betrachtung stets im Vordergrund

Durch die fortschreitende Suche nach weiteren Kosteneinsparpotentialen rutscht die Entsorgungswirtschaft erst in den letzten Jahren immer stärker in den Focus der Betrachtungen.

Die Abfallwirtschaft ist das letzte Glied in der Produktions- und Wertschöpfungskette eines Produktionsunternehmens.

Ein in den einzelnen Produktionsbereichen ansetzendes Abfallvermeidungskonzept wirkt sich daher immer auch auf die Abfallwirtschaft aus.

Die daraus resultierende Forderung ist eine Verknüpfung und Integration von Produktion und Entsorgung.

Eine Integration kann stufenweise realisiert werden. Da es sich um einen Prozeß handelt, muß ein auf das jeweilige Unternehmen zugeschnittenes Konzept erarbeitet werden, dessen strategisches Ziel eine weitestgehende Integration darstellt. Folgende Ziele könnten zum Inhalt eines solches Konzeptes gehören:

- Einrichtung der Entsorgungsabteilung als funktionsübergreifende Stabsstelle
- Durchführen von ABC-Analysen:
  - für die im Unternehmen anfallenden Abfallarten
  - für die an der Abfallproduktion beteiligten Produktgruppen
  - für die an der Abfallproduktion beteiligten Abteilungen / Kostenstellen
- Einbeziehung der Kosten aus der Wertschöpfungskette der Produktion, die dem Unternehmen in Form von Abfällen verloren gehen.
- Schaffung einer Akzeptanz der Abfallwirtschaft bei allen Organisationsbereichen des Unternehmens (vom Management bis zur Belegschaft)
- Einbeziehung der zu erwartenden Reststoff- und Abfallmengen sowohl bei der Produktplanung als auch bei der Produktionsplanung sowie eine Bewertung der zu erwartenden Kosten.



Abbildung 1: Integrierte Abfallwirtschaft

Eine Integration muß bei der Planung von Neuinvestitionen Beachtung finden. Für die Beschaffung neuer Anlagen muß der produktionsprozeßintegrierte Ansatz ge-

wählt werden, um einen relevanten Vergleich verschiedener Fertigungs- und Produktionsverfahren anstellen zu können und aussagekräftige Kennzahlen zu erhalten.

Um eine möglichst hohe Integrität zu erreichen, müssen die Recheneinheiten der Abfallwirtschaft in Recheneinheiten der Betriebswirtschaft umgerechnet werden, d.h., es müssen gemeinsame Bewertungsmaßstäbe gefunden werden.

Zu Erreichung dieser Ziele ist neben der zu leistenden organisatorischen Arbeit vor allem die

- Schaffung einer vollständigen Transparenz von Abfallmengen- und kosten von entscheidender Bedeutung.

## 2 Voraussetzungen einer Integrierbarkeit von Produktion und Abfallwirtschaft

Bis vor kurzem war der Bereich Entsorgung im Bezug auf die Kommunikation mit anderen Abteilungen eine Insel im Unternehmen. Abfallwirtschaftsdaten wurden im Produktionsbereich ebensowenig verwendet, wie Produktionsdaten im Entsorgungsbereich.

Eine solches Versäumnis läßt sich dauerhaft weder ökonomisch aufrechterhalten, noch können damit die Anforderungen des KrW-/AbfG erfüllt werden:

- **Abfall zur Verwertung** - so umstritten die inhaltliche Definition des Begriffes momentan auch noch sein mag - es zeigt sich die Notwendigkeit, die Abfallströme in die Kapazitätsplanung der Produktion mit einzubinden. Wenn ein Abfall zum Rohstoff eines neuen Produktzyklus werden kann, sollten die einem Produktionsprozeß entstammenden Mengen analog den eingekauften Rohstoffen in die Planung und Steuerung des Unternehmens integriert werden.

Die Abfallwirtschaft ist heute eine hochspezialisierte Branche mit einem sehr hohen Anteil an gesetzlichen Reglementierungen und Richtlinien. In diesem Bereich eingesetzte Software ist entsprechend hochspezialisiert ausgerichtet. Fachhäuser, die in dieser Nische agieren, müssen sehr schnell und flexibel auf den sich rasch wandelnden Markt reagieren können. Bei großen Softwaresystemen, die den Unternehmensbereich Entsorgung „mit abdecken,, ist der Focus im Produktions- und Materialwirtschaftsbereich, die Abfallwirtschaft wird wieder „angehängt,,. Gesamtheitliche Lösungen können aufgrund des differenten Betrachtungswinkels die speziellen Rahmenbedingungen und die hohe Dynamik der Branche oft nicht befriedigend abbilden.

Ein funktionables Programm stellt sich so dar, daß es ganz gezielt die Belange der Abfallwirtschaft beinhaltet und eine Vielzahl von Schnittstellen bietet, über welche es in die bestehende EDV-Landschaft integriert werden kann.

Zudem zeigt die Erfahrung, daß bereits oft unterschiedlichste EDV-Systeme in verschiedenen Teilbereichen des Unternehmens im Einsatz sind. Es ist dann ökonomisch nicht sinnvoll und organisatorisch kaum darstellbar, eine eingeführte und in seinen Teilfunktionen in anderen Bereichen funktionierende EDV-Lösung zugunsten eines in der Abfallwirtschaft benötigten Systems abzulösen.

Wichtig bei der strategischen Parallelführung mehrerer Systeme ist die Minimierung redundanter Informationen. Folgende Schwachstellen gilt es dabei zu vermeiden:

- eine Mehrfacheingabe gleicher Daten bedeutet unnötigen Mehraufwand
- bei einer Änderung eines Datensatzes muß diese Änderung in allen Systemen durchgeführt werden - hoher Pflegeaufwand
- mögliche Widersprüchlichkeit der Daten - Dateninkonsistenz
- die Akzeptanz für den Einsatz einer Software sinkt mit steigendem Eingabeaufwand und steigender Fehlerhäufigkeit

Für die Integration in bestehende Systeme sind zwei Determinanten von entscheidender Bedeutung:

- die technische Anbindbarkeit
- und
- die inhaltliche Anbindbarkeit

#### **zur technischen Anbindbarkeit:**

Es sind Datenabgleichmechanismen in beide Richtungen vorzusehen. Zum einen sollte das abfallwirtschaftliche EDV-System Daten einlesen können, zum anderen sollte es in standardisiertem Datenformat Informationen zu Verfügung stellen können. Auf diese Weise kann in jedem der Systeme wahlweise Datenpflege betrieben werden. Dauerhaft sollte dann aber lediglich ein System als Datenserver fungieren. Als ein weitgehend standardisiertes Format kann das ASCII-Format gesehen werden. Dieses Format wird von einem großen Teil gängiger Softwarepakete unterstützt und kann betriebssystemübergreifend eingesetzt werden.

Neben dem ASCII-Format existiert eine Vielzahl „höherer,, Schnittstellenformate zur gezielteren und komfortableren Kommunikation zwischen verschiedenen Softwareprodukten. In der Praxis wird dennoch immer wieder auf das ASCII-Format zurückgegriffen, da es sich aufgrund seiner universellen Einsatzfähigkeit, insbesondere der Unabhängigkeit von der Plattform, als besonders unproblematisches Schnittstellenformat darstellt.

#### **zur inhaltlichen Anbindbarkeit:**

Innerhalb der anzubindenden Softwaresysteme muß sichergestellt sein, daß es Daten gibt, die als Bezugsinformation beidseitig verfügbar sind. Nur dann ist es möglich,

die Informationen der verschiedenen Applikationen sinnvoll zusammenzuführen. Einige Beispiele für solche gemeinsamen Bezugspunkte können sein:

Die SERM-Methode ermöglicht, neben der Darstellung von Entitäten und Relationen auch die Abbildung von Hierarchien und logischen Zugehörigkeiten innerhalb des Datenmodells. In Verbindung mit der Spezifikation der erweiterten PPS-Funktionen entsteht so ein umfassendes Informationsmodell der umweltorientierten PPS.

- Kostenstellen
- Kostenträger
- Materialstamnummer
- betriebsübliche Materialbezeichnung

Für die Erfassung der anfallenden Daten in einem System kommen heute folgende grundsätzlich Strategien mit ihren tendenziellen Vor- und Nachteilen in Frage:

**Händische Dateneingabe:**

- **Vorteile:** hohe Flexibilität, geringer Organisationsaufwand, geringe Kosten
- **Nachteile:** geringe Bediensicherheit, hohe Gefahr von Fehleingaben

**Barcodesystematik:**

- **Vorteile:** hohe Bediensicherheit, einfache Handhabung
- **Nachteile:** hoher Organisationsaufwand, geringe Flexibilität

**elektronische Waage mit Datenübergabe:**

- **Vorteile:** einfache Handhabung, minimierte Fehlerquellen,
- **Nachteile:** Investitionsaufwand für elektronisches Waageterminal

**externe Datenbank:**

- **Vorteile:** vorhandene Struktur kann weiter genutzt werden (hohe Akzeptanz), verminderter Eingabeaufwand, minimierte Fehlerquellen, Vermeidung von Datenredundanzen
- **Nachteile:** Anpassungsaufwand, Beibehaltung alter Strukturen (u.U. nicht optimal)

Hier muß im Einzelfall geprüft werden, welche Systematiken sinnvoll sind. Es bestehen zu berücksichtigende Interdependenzen zwischen

- der Anzahl interner Abfallströme
- der gesamten Abfallmenge
- der Anzahl der Benutzer des Erfassungssystems
- und dem gewünschter Detaillierungsgrad

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Einführung eines Software-Tools zur Erfassung von Abfallströmen ist die Einfachheit der Datenerfassungsmaske und die Flexibilität der Programmstruktur. Nur, wenn die Arbeitsabläufe durch die Einführung einer Software auch wirklich unterstützt werden und es nicht einen hohen Arbeitsmehraufwand bedeutet, ist eine Akzeptanz bei den Mitarbeitern gegeben.

### 3 Kosten-Nutzen-Betrachtung

Die Erfahrung aus verschiedenen Unternehmen zeigt, sofern überhaupt eine Kostenkontrolle durchgeführt wird, beschränkt sich diese oft lediglich auf die externen Entsorgungskosten.

Diese können sich aus folgenden Komponenten zusammensetzen:

- variable und fixe Transportkosten
- variable und fixe Entsorgungskosten
- Behältermieten
- Wiegekosten
- Begleitscheinkosten
- Analysekosten
- etc...

Bei wenigen Unternehmen werden noch die internen Entsorgungskosten über Verrechnungssätze berücksichtigt:

- Personalkosten der Entsorgungsabteilung
- Fuhrparkkosten
- Gebäudebetriebskosten
- Lagerhaltungskosten
- etc...

Dies sind in jedem Fall Positionen, die bei einer verursachungsgerechten Kostenzuordnung Beachtung finden müssen.

Da ein hoher Fixkostenanteil enthalten ist, stellt sich eine mögliche Einsparung an Abfallströmen (hier: 50%) zunächst wie folgt dar:

Bei einem Rückgang der zu entsorgenden Abfälle entwickeln sich die Kosten entlang der Linie  $K_1$  bis zum Punkt  $\frac{1}{2} B$ . Eine Reduzierung der Kosten entlang der Linie  $K_2$  kann erreicht werden, wenn die komplette Entsorgung fremdvergeben wird. Zunächst können sich tatsächlich höhere Kosten bei einer 100%igen Auslastung ergeben. Diese erklären sich aus den entstehenden Kosten zuzüglich der kalkulierten Gewinne des Fremdunternehmens. Wird bei einem solchen, ebenfalls rein proportionalem angenommenem Kostenverlauf das Abfallaufkommen um die Hälfte reduziert, ergeben sich die Kosten im Schnittpunkt von  $K_2$  und  $\frac{1}{2} B$ .

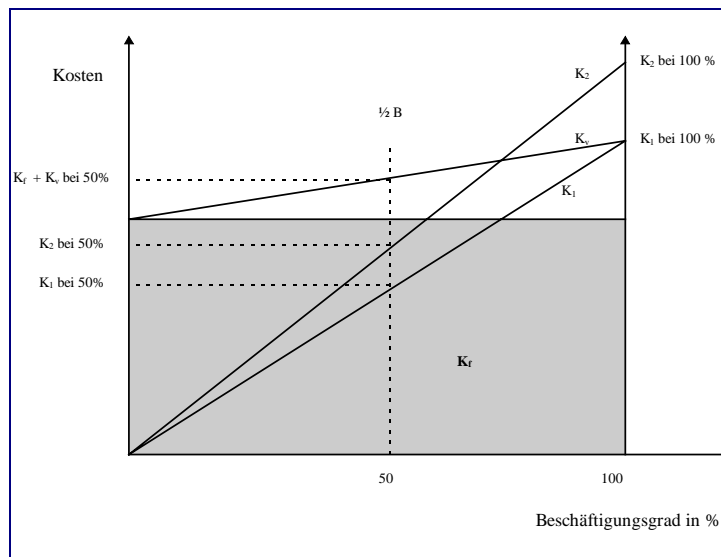


Abbildung 2: Kosten im Verhältnis zum Beschäftigungsgrad

Über diese reine Betrachtung der externen Entsorgungskosten hinaus, stellt sich noch ein Kostenkomplex dar, der bisher kaum Berücksichtigung gefunden hat. Dieser wird hier mit Produktionsausschußkosten bezeichnet. Der Begriff beinhaltet die gesamten Entsorgungskosten, geht aber noch weit darüber hinaus.

Er enthält zusätzlich

- **die Einkaufskosten des späteren Produktionsausschusses**
- und

- **die Kosten der Wertschöpfungskette des Unternehmens**

Wie setzen sich diese Kosten genau zusammen? In einem Produktionsprozeß werden zwei Stoffströme S1 und S2 betrachtet. Bei beiden Stoffströmen handelt es sich um eine [to] des gleichen Produktionsausschusses A.

- **Die Mengen entsprechen sich**
- **Die Entsorgungskosten entsprechen sich ebenfalls**
- **Der Stoffstrom S2 hat aber bereits einen großen Teil der Wertschöpfungskette durchlaufen.** Der bis zu dem Zeitpunkt des Ausfalls investierte Aufwand ist für das Unternehmen nicht mehr nutzbar, er geht verloren.

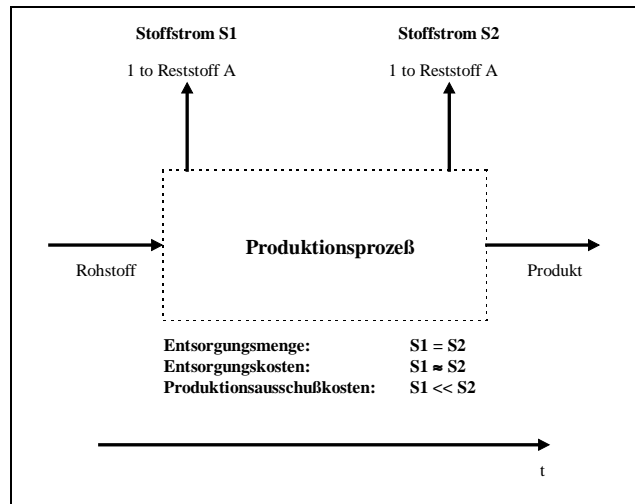


Abbildung 3: Zeitpunkt der Abfallentstehung

Dies bedeutet für die Produktionsabfälle im Umkehrschluß: Gelingt die Einsparung von 3% der Abfallmenge, werden nicht nur 3% der Entsorgungskosten eingespart, sondern 3% der Kosten, die im Durchlauf durch das Unternehmen anfallen. Dies sind

- **die Beschaffungskosten**
- **die Handlingskosten**
- **die Lagerkosten**
- **die Produktionskosten**
- **die Kapitalkosten etc.....**

Mögliche Einsparungen im Bereich der Produktionsausschußkosten dependieren entsprechend stark von den im Unternehmen anfallenden Abfallarten. Je mehr Abfälle der direkten Produktionslinie (Beispiel: Lackreste aus der Lackproduktion) entstammen, umso höher die obigen Kosten.

Nicht betroffen von diesen Kosten sind beispielsweise Verpackungsmaterialien sowie Hilfs- und Betriebsstoffe.

Diese Betrachtung ist für ein produktionsintegriertes Abfallmanagement von großer Bedeutung.

Amortisationsrechnungen und Aufwand/Nutzen-Rechnungen werden durch die Berücksichtigung dieser Kosten stark beeinflusst.

Werden bei einer Investitionsplanung lediglich die Entsorgungskosten aufgeführt, hat der Abfallvermeidungsaspekt einen sehr geringen monetären Stellenwert.

Betrachtet man hingegen die gesamten Produktionsausschußkosten, so ist das Volumen durchaus berücksichtigungswürdig, eine Amortisation entsprechend kurz.



Der Detaillierungsgrad, also das Maß für die Tiefe der Detaillierung, kann sowohl aus Sicht der Organisationseinheiten (vertikale Detaillierung) als auch aus Sicht des Abfallstroms (horizontale Detaillierung) variiert werden. Hier muß individuell ein optimaler Punkt gefunden werden, der den investierten Arbeits- und Eingabeaufwand in einer Kosten-/ Nutzenbetrachtung rechtfertigt. Die Erfahrung zeigt hier, daß in ABC-Analysen festgestellt werden sollte, welche Abfallarten die Kostentreiber im Unternehmen darstellen.

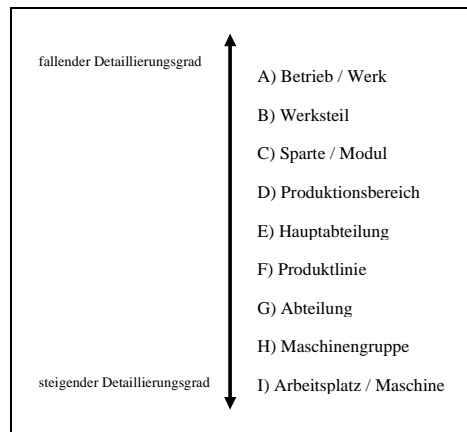


Abbildung 4, vertikale Detaillierung

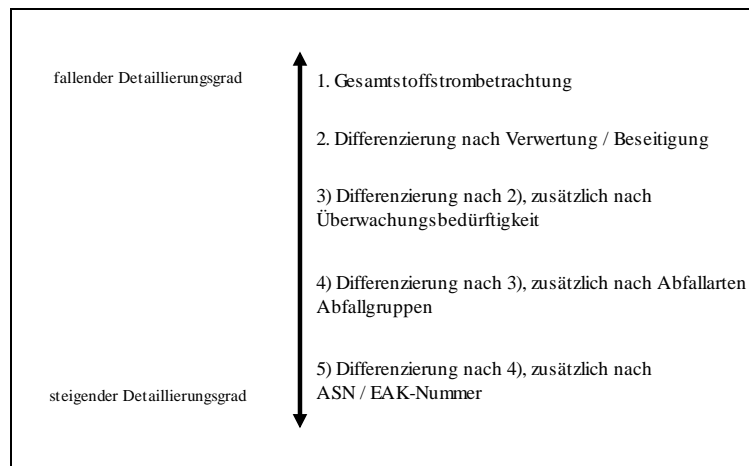


Abbildung 5: horizontale Detaillierung

In der Regel lohnt es sich auch nur bei den kostenträchtigsten Abfallarten, eine konsequente Rückverfolgung der Stoffströme bis in die kleinste Organisationseinheit vorzunehmen.

Die Untersuchungen ergaben hier je nach Unternehmen sinnvolle Betrachtungstiefen sowohl bei sehr flachen horizontalen und vertikalen als auch bei sehr tiefen Detaillierungsgraden.

Dies ist zum einen abhängig von den abgeschätzten Einsparpotentialen und somit von Fertigungsstruktur und -organisation, zum anderen von den gesteckten Zielen, die erreicht werden sollen.

Die Detaillierungstiefe ist für die Darstellung lediglich der gesetzlichen Anforderungen der Kreislaufwirtschaft weitaus flacher als beispielsweise für die exakte Darstellung von Mengen- und Geldströmen zur abfallverursachenden Maschine.

Wenn die Abfallströme bis zu den einzelnen Maschinen erfaßt werden sollen, so zeigt die Erfahrung, sollten aufgrund der anfallenden Datenmengen die Mitarbeiter verstärkt mit einbezogen werden. Dazu können beispielsweise alle Mitarbeiter mit PC's ausgerüstet werden, über die sie die eigenen Abfallströme datentechnisch erfassen und gleichzeitig Labels mit den entsprechenden Informationen erstellen. Die Etiketten weisen die verursachende Kostenstelle aus und sind auf die befüllten Abfallbehälter zu kleben. In der Entsorgungsabteilung werden die Abfälle anhand der Aufkleber identifiziert und lediglich noch die Mengen festgestellt, der Stoffstrom selber ist bereits EDV-technisch erfaßt. Über das Erfassungsdatum, das dem Stoffstrom automatisch vom System zugewiesen wird, lassen sich die Abfallströme später genau dem Produktionsvolumen gegenüberstellen.

Über Verrechnungssätze, die alle relevanten Entsorgungskosten enthalten, lassen sich die Abfallströme zudem monetär exakt den Verursachern zuordnen.

Die Erfahrung zeigt einen wichtigen Grundsatz für die Ermittlung des optimalen Detaillierungsgrades auf. Diese zunächst triviale Aussage hat durchaus seine Berechtigung, wie die Abbildung 6: ermittelte Detaillierungsgrade, zeigt.

- Erfassung nur der Daten, die später bei Auswertungen auch tatsächlich genutzt werden

Die bei einer Erhebung zu diesem Thema untersuchten Unternehmen wiesen unterschiedlichste Detaillierungsgrade bei der Erfassung und späteren Datenauswertung auf.

Deutlich wird dies an Abbildung 6. Hier wurde für jedes untersuchte Unternehmen eine Gegenüberstellung von erfassten und ausgewerteten Daten vorgenommen. Die Kantenlängen der dargestellten Flächen ergeben sich aus der vertikalen und horizontalen Detaillierungstiefe entsprechend den Abbildungen 4 und 5.

Der Gesamtdetaillierungsgrad (z.B. G5) ergibt sich somit als Fläche aus dem Produkt von vertikaler (G) und horizontaler (5) Detaillierung.

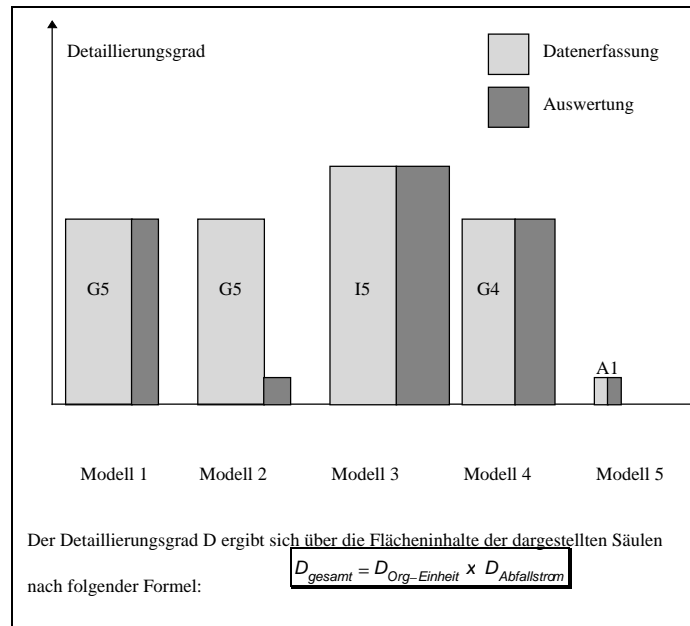


Abbildung 6: ermittelte Detaillierungsgrade bei verschiedenen Unternehmen

Als musterhaft ist eindeutig Unternehmen 3 zu nennen, welches Abfalldaten sehr detailliert erfaßt und wieder auswertet. Wenig effektiv hingegen arbeitet Unternehmen 2, welches zwar ähnlich detailliert Informationen sammelt, diese aber später brach liegen läßt und nicht konsequent zur Prozeßoptimierung und Abfallvermeidung nutzt.

#### 4 **Schlußbemerkung**

Eine Software für das Abfallmanagement sollte heute neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen auch die betriebswirtschaftlichen Anforderungen der Betriebe an die Entsorgungsabteilung erfüllen. Dies manifestiert sich ebenso in der Darstellung wie in der möglichen monetären Bewertung von internen Stoffströmen. Eine Software für diesen speziellen Bereich der Unternehmen sollte über umfangreiche Schnittstellen mit der bestehenden EDV-Landschaft verzahnbar sein.

Insgesamt ist der Einsatz von operativer Software in der Entsorgungslogistik aber erst in den Anfängen. Die in den Produktionsprozessen angewandten Systematiken werden in den nächsten Jahren noch stärker in der Entsorgung Einzug halten.

Eine konsequente Weiterentwicklung dieser Tendenz ist das Zusammenwachsen mit der Materialwirtschaft bis zur vollständigen Integration. Entsprechend ist die Schaffung von Transparenz der internen Abfallströme der erste und zugleich wichtigste Schritt in Richtung einer Optimierung der Entsorgungslogistik.