

Logistik Perspektiven

Entsorgungslogistik

Aus Abfall wird Rohstoff

Prof. Dr.-Ing.
R. Jünemann,*

Dr.-Ing.
K.-H. Wehking**

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Logistik besonders für den Bereich der Produktion, der Beschaffung und Distribution als wichtiges Element der modernen Fabrik herausgestellt. Dies gilt sowohl für die operative Ebene der logistischen Subsysteme im Bereich der automatischen Lagerung, des Transportes und der Handhabung, als auch der informationstechnischen Verknüpfung und der Steuerung der Gesamtfabrikationsanlage. Die Logistik hat wichtige Rationalisierungspotentiale in den Unternehmen aktiviert, und durch sie sind hohe Automatisierungsgrade erreicht worden. Die Arbeiten der Logistik sind bisher fast ausschließlich im Bereich der Produktion, d. h. der Warenversorgung konzentriert gewesen. Unberücksichtigt blieben die Fragestellungen der Entsorgung. Obwohl leicht nachvollziehbar ist, daß bei der Produktion von Gütern zwangsläufig auch Nebenprodukte und Abfälle entstehen, hat man sich bisher weder mit dem Materialfluß noch mit den hier eingesetzten Techniken für Transport, Handhabung, Lagerung sowie informationstechnischer Verknüpfung der Entsorgung beschäftigt.

Vereinfachend lassen sich die heute üblichen Entsorgungsstrategien durch die Teilschritte, Sammlung des Abfalls, Transport des Abfalls und Deponierung kennzeichnen.

Es ist zu erkennen (Abb. 2), daß auf allen Stufen der Versorgungsseite, wie z. B. der Produktion, des Handels oder des Konsums zu entsorgende Stoffströme als Abfall entstehen und auf Deponieflächen endgelagert werden bzw. in erheblich geringerem Maße in Müllverbrennungsanlagen verbrannt werden.

Nur für wenige Produkte, wie beispielsweise Glas, Papier und Pappe werden Recycling-Vorgänge heute der Deponierung vorgeschaltet.

Daß diese Vorgehensweise für die Zukunft nicht mehr tragbar ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß das heutige Deponievolumen in der Bundesrepublik Deutschland (bei konstanter Abfallmenge) voraussichtlich nur noch für 15–20 Jahre ausreicht. Auch aus Gründen der Schonung der Rohstoffreserven ist die Deponierung von Abfällen die schlechteste der denkbaren Alternativen, wenn sie mit modernen denkbaren Recycling-Techniken verglichen wird.

Basierend auf dieser Ausgangssituation hat der Gesetz-

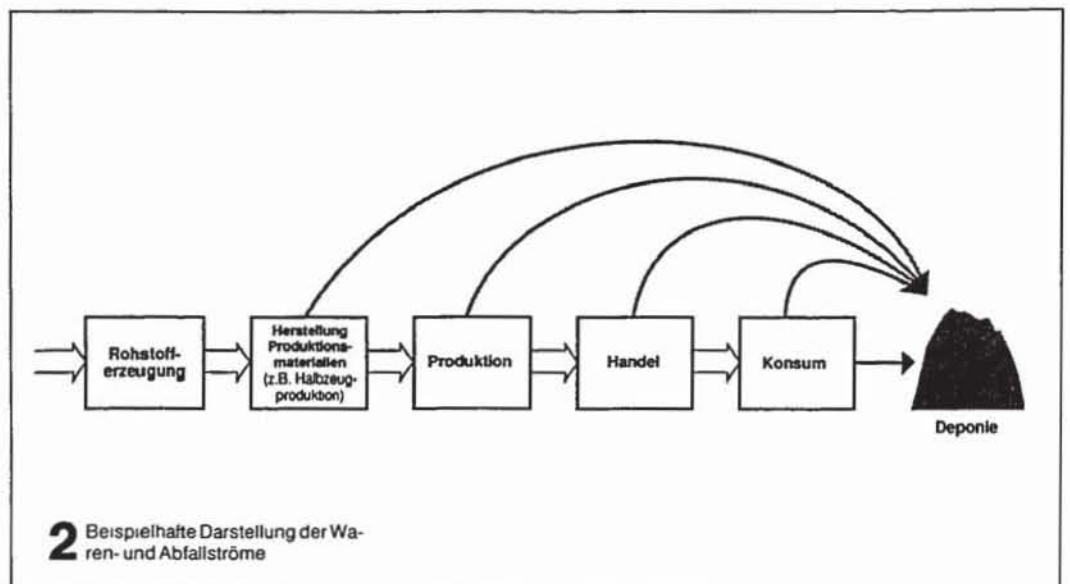
geber mit dem Gesetz zur Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (August 1986) für zukünftige Lösungen die Richtung vorgegeben. Höchste Priorität kommt demnach der Abfallvermeidung zu. Der Gedanke hierbei ist, die Produktion von Produkten so auszurichten, daß die Abfallmenge minimiert wird, indem bei den Produktionsprozessen Nebenprodukte entstehen. Diese können weiter zu Sekundärrohstoffen aufbereitet und somit dem Wirtschaftskreislauf wieder zugeführt werden.

Ist die Realisierung dieses Vermeidungsgedankens nicht möglich, schreibt das Gesetz die Verminderung der Abfallmenge vor. Ziel der Verminderung ist es, z. B. durch Verbrennungsprozesse bzw. andere Aufbereitungsverfahren, die schließlich zu lagern den Restmengen so klein wie möglich zu halten, wobei diese Restmengen außerdem in einer Art und Weise dem Endlager zugeführt werden müssen, in der sie nicht biologisch schädlich werden können. Die sich aus der Forderung der Vermeidung bzw. Verminderung von Abfall ergebenden Folgerungen an die Organisation und die Technik der Entsorgung werden von ihrer Größenordnung und ihrem Anspruch her deutlich, wenn man

sich vergegenwärtigt, daß beispielsweise im Jahre 1984 allein in der Bundesrepublik Deutschland etwa 230 Mio. t Abfälle entstanden sind. Hier von sind nur 30 Mio. t Hausmüll bzw. hausmüllähnlicher Gewerbemüll. In den verbleibenden 200 Mio. Tonnen ist auch der Sondermüll mit seinen diffizilen Problemen enthalten. Trotz der Komplexität und Schwierigkeit dieses Problems, und obwohl beispielsweise in der Entsorgungswirtschaft bekannt ist, daß etwa 40–60% der Entsorgungskosten auf die primären Logistikaufgaben entfallen, sind die zur Verfügung stehenden technischen, organisatorischen und planerischen Hilfsmittel, die den privaten und kommunalen

Entsorgungsgesellschaften zur Verfügung stehen, absolut unzureichend. Dies sollen die folgenden 3 Beispiele exemplarisch zeigen:

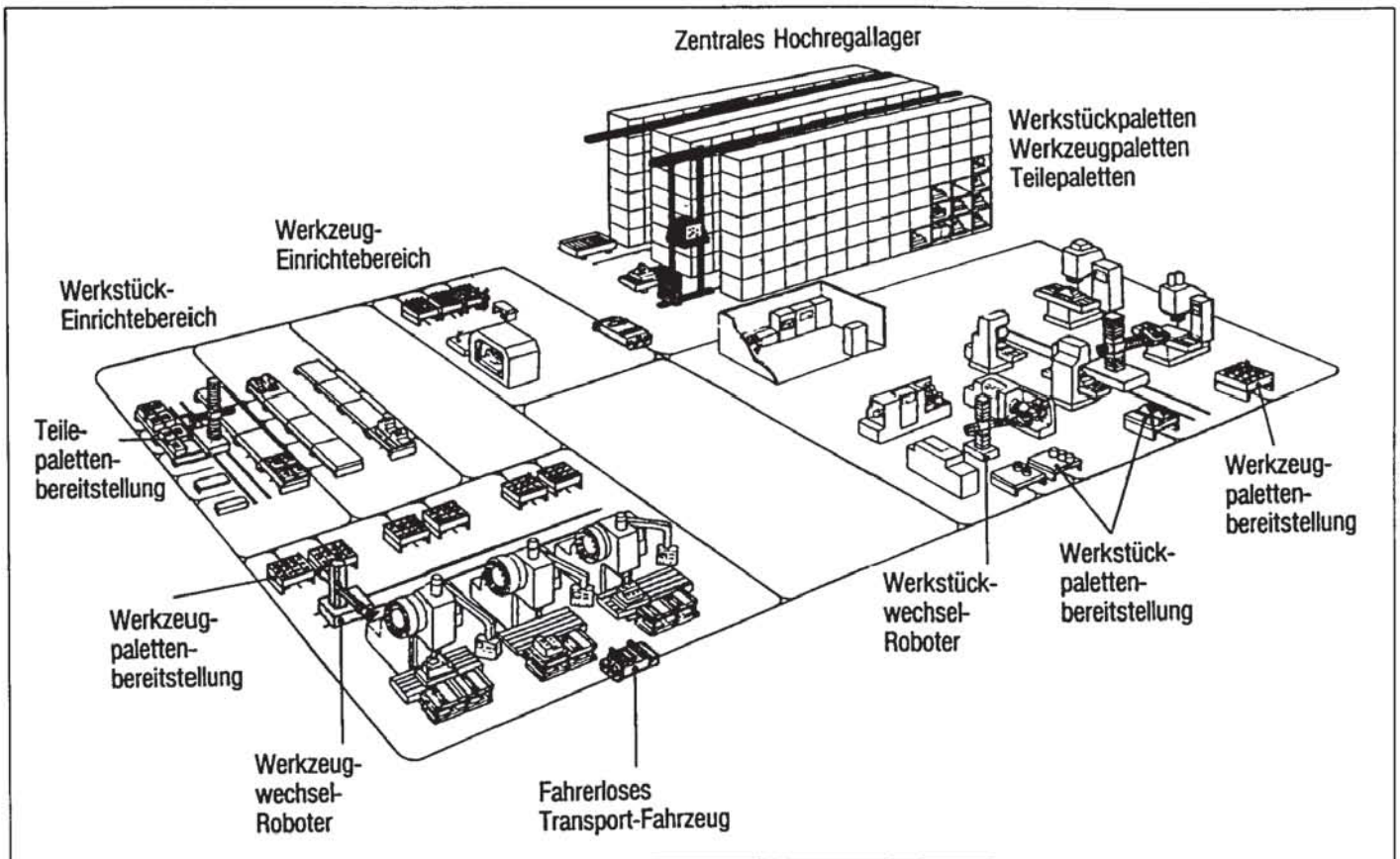
— Die für die Hausmüllsammmlung eingesetzten Müllfahrzeuge mit einer Normalbesatzung von einem Fahrer und zwei Bedienern sind im Vergleich zu innerbetrieblichen Transportmitteln in der Produktion eher als altertümlich anzusehen. Der Automatisierungsgrad ist entsprechend dem hohen Personaleinsatz außerordentlich gering. Außerdem muß festgestellt werden,



2 Beispielhafte Darstellung der Waren- und Abfallströme

* Leiter Fraunhofer-Institut für Transporttechnik und Warendistribution (ITW), Dortmund

** Ebenfalls ITW, Dortmund



daß es sich bei diesen Fahrzeugen bis auf den Sonderbehälteraufbau um nahezu übliche Straßen-LKW handelt, die von ihren Fahrzeugkomponenten (wie Motor, Getriebe, Kupplung usw.) eigentlich für den Streckentransport ausgelegt sind. Bei der Hausmüllent-

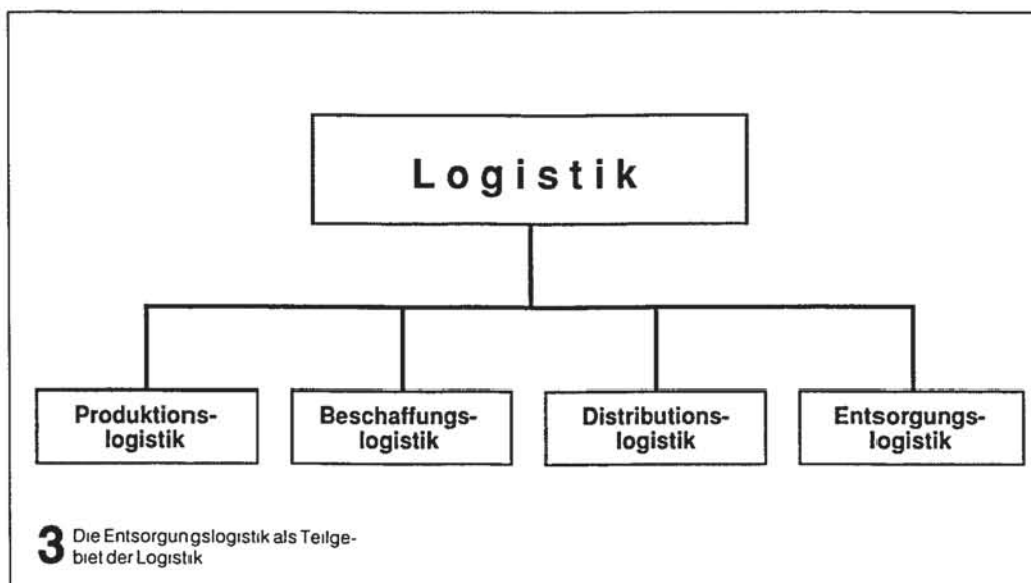
sorgung werden sie aber gerade bei der Teilaufgabe des Sammelns ausschließlich im Kurztransport mit Stop-and-go-Verkehr eingesetzt. Auch eine spezielle Unterscheidung der Fahrzeuge nach ihren logistischen Funktionen in Sammel- und Transportfahrzeuge

wurde bei den üblichen Techniken bis heute in der Serie nicht vorgenommen.

— Eine der Hauptaufgaben innerhalb der Entsorgung ist das Sortieren und Klassifizieren unterschiedlicher, nicht miteinander verbindbarer Entsorgungsgüter. Ein jedermann

1 Logistikkomponenten in der modernen Fabrik

bekanntes Beispiel stellen hier z. B. Sondermüllaktionen für Haushalte, etwa für Arzneien, Lacke, Verdünnungen, Pflanzenschutzmittel usw., dar. Solche Produkte müssen nach Verträglichkeitsgesichtspunkten sortiert und zu größeren Gebinden zusammengeführt werden. Für diese Handhabungsaufgaben stehen kaum Automatisierungshilfen zur Verfügung. Auch für die notwendige Zwischenlagerung dieser Stoffe vor und nach den Sortiervorgängen sind in den hierfür vorgesehenen Abfallzwischenlagern keine modernen Lagerkonzepte und Lagerhilfsmittel realisiert. Überwiegend erfolgt die einfache Bodenlagerung auf Paletten. Optimierungen der Lagerleistungen, z. B. hinsichtlich des Füllungsgrades oder der Umschlagzeit, sind somit bisher überhaupt nicht in Angriff genommen.



3 Die Entsorgungslogistik als Teilgebiet der Logistik

Logistik Perspektiven

— Die durch das Abfallgesetz beabsichtigte Vermeidung von Abfällen, d. h. die Umstellung von Produktionsprozessen, ist nur dann erfolgreich umzusetzen, wenn innerhalb der heutigen Fabrikanlagen, basierend auf einer systematischen Ist-Analyse, eine Erfassung der Entsorgungsmaterialströme und eine Bewertung hinsichtlich der Umweltrelevanz dieser Entsorgungsgüter erfolgt. Anhand dieser Grunddaten ist dann im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Konstrukteuren, Fertigungs-/Verfahreningenieuren und Logistikern eine Umstellung der Produktion im Sinne einer Vermeidung von Abfällen möglich. Da heute solche ganzheitlichen Betrachtungen der Produktion unter dem Gesichtspunkt der Abfallvermeidung nicht stattfinden und die hierfür notwendigen Hilfsmittel und Methoden auch nicht vorhanden sind, ist im Sinne der Gesetzesrealisierung ein großer Nachholbedarf festzustellen. Anhand der dargestellten Beispiele wird deutlich, daß die Logistik (Abb. 3) neu strukturiert werden muß, und daß der Entsorgungslogistik innerhalb der Entsorgungswirtschaft umfangreiche zukunftsweisende Aufgaben zufallen. Die zukünftigen Aufgaben und Schwerpunkte der Entsorgungslogistik können nach dem jetzigen Stand unseres Wissens wie folgt definiert werden (Abb. 4):

Entwicklung, Planung und Betrieb von Transport-, Handhabungs- und Lagerprozessen speziell für die Entsorgungswirtschaft

Entsprechend der Vielschichtigkeit und Komplexität des Stoffes Abfall, der hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften weder eindeutig einem Festkörper noch einer Flüssigkeit zuzuordnen ist, sondern sich ähnlich einem Schüttgut verhält, müssen die Kernprozesse der Logistik, nämlich das Transportieren, Handhaben und Lagern neuartige, dem Abfall angepaßte

Technologien entwickelt werden. Ziel muß es sein, einerseits den Automatisierungsgrad deutlich im Vergleich zu heute zu erhöhen, und zweitens mit Hilfe der logistischen Kernfunktionen Entsorgungssysteme aufzubauen, mit denen eine optimale, betriebswirtschaftlich rechenbare Entsorgung realisiert werden kann.

Konkret ist es hier vor allen Dingen notwendig, neuartige Fahrzeugsysteme für die getrennten Aufgaben des Sammelns und Transportierens zu entwickeln. Ein sehr gutes Beispiel für die systematischen Entwicklungen stellt das MSTs (Multi-Service- und Transportsystem) der Firma Edelhoff in Iserlohn dar. Wie anhand der Abb. 5 zu erkennen ist, wird mit Hilfe des sogenannten Packerfahrzeuges die Sammlung der Hausmüllleerbehälter durchgeführt. Hier ist durch eine Greifvorrichtung eine Automatisierung dieser bisher rein manuellen Tätigkeiten möglich geworden. Über eine spezielle Pressvorrichtung wird ein neu entwickelter Container befüllt. Nach der Sammlung kann dieser Container über eine separate Hydraulikvorrichtung in einem Zwischenlagerplatz abgestellt werden oder mittels Kippvorrichtung entleert werden. Ein

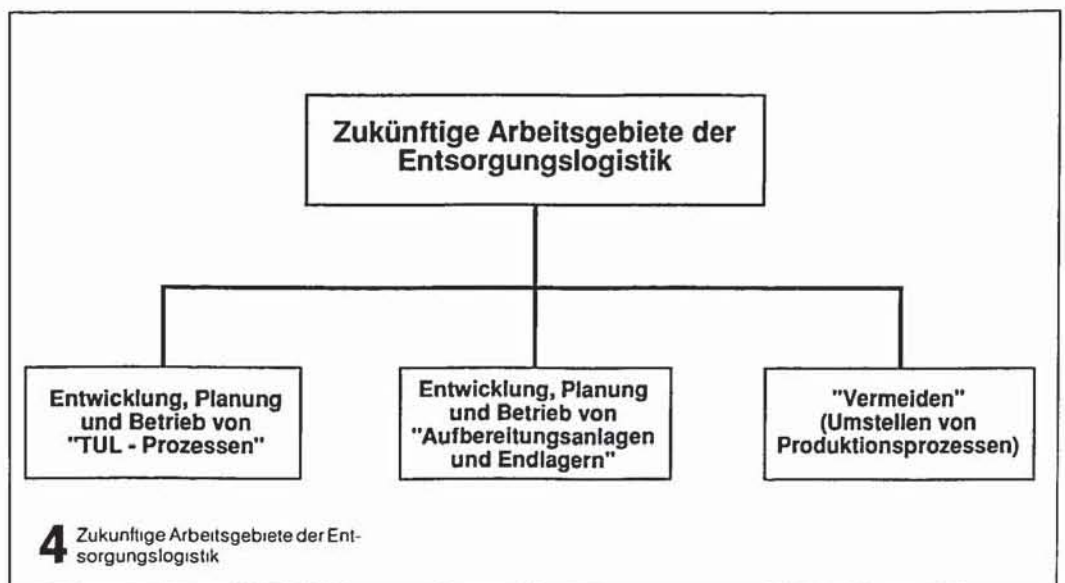
speziell zum System gehörendes Transportfahrzeug kann die Container aus dem Zwischenlager aufnehmen und transportieren. Man erkennt hieran nicht nur die Erreichung eines wesentlich höheren Automatisierungsgrades, sondern vor allen Dingen die Trennung der Logistikeilfunktionen Sammeln und Transportieren. Hierdurch wird es auch ermöglicht, daß Entsorgungsgüter später über größere Strecken transportiert werden können, wobei auch andere Verkehrsträger wie Bahn und Schiff einbezogen werden sollen. Durch die Lagerfunktion der Container wird außerdem eine längere Zwischenlagerung in den geschlossenen Einheiten möglich.

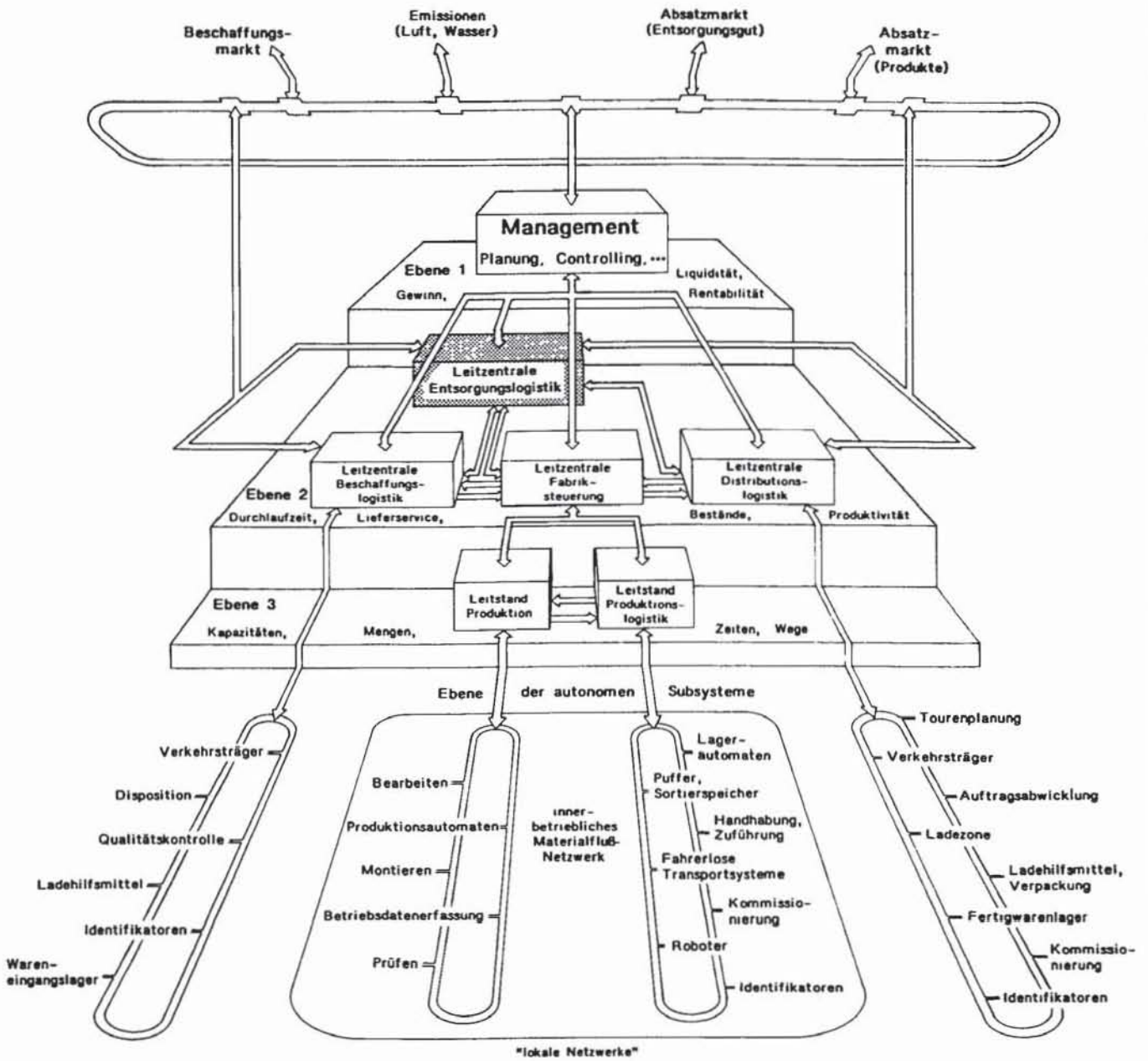
Entwicklung, Planung und Betrieb von Aufbereitungsanlagen und Endlagern

Wie vorne bereits beschrieben, muß sich in der Zukunft die Abfallentsorgung von der Denkweise des Sammelns, Transportierens und Deponierens trennen und dazu übergehen, die gesamte logistische Kette auf die Aufbereitungsprozesse auszurichten. Das Kriterium muß sein, die vorhandenen Abfallmengen durch Aufbereitungsanlagen soweit zu reduzieren wie überhaupt nur denkbar. Beispielsweise

erfüllen diese Funktionen für den Hausmüllbereich die Müllverbrennungsanlagen. Hierdurch ist eine starke Reduktion der Abfallmenge bis hin auf die bei der Verbrennung entstehenden Schlacken möglich. Nur noch diese Schlackentrückstände müssen dann deponiert werden.

In der Zukunft müssen somit großtechnische Aufbereitungsanlagen entstehen, die vergleichbar einer umgekehrt arbeitenden chemischen Fabrik in der Lage sind, alle anfallenden Entsorgungsgüter aufzubereiten. Hierbei schließt der Begriff Aufbereitung sämtliche Verfahren der Verbrennung, Kompostierung, Pyrolyse usw. mit ein. Um solche Anlagen verfahrenstechnisch sinnvoll einzusetzen, sind Verbundanlagen notwendig, bei denen z. B. die Restwärme eines Verfahrensschrittes als Energiequelle für einen anderen Aufbereitungszweck dient. Gleichzeitig können bei solchen Verbundanlagen durch die Installation von zentralen Luft- und Wasseraufbereitungsanlagen die Emissionen auf ein Minimum reduziert werden. Außerdem sind vermutlich nur mit solchen großtechnischen Anlagen sowohl die technologischen Probleme lösbar als auch eine vertretbare betriebswirtschaftliche





Logistik Perspektiven

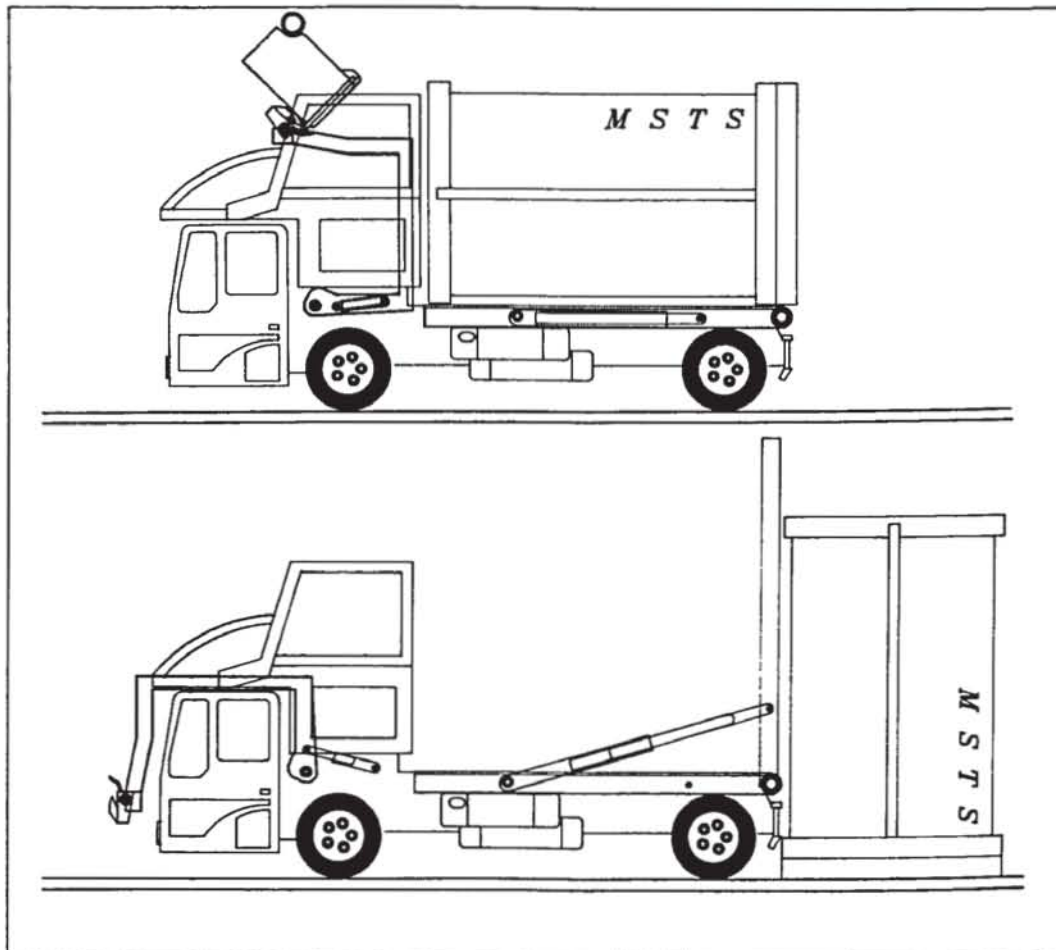
Rechnung realisierbar. Solche Aufbereitungsanlagen, die neben der Verbrennung dann beispielsweise auch über Recycling-Anlagen für Glas, Pappe, Kunststoffe und Gummi verfügen, können nur dann betrieben werden, wenn ihnen die jeweils geeigneten Abfallmengen entsprechend den Anforderungen der Logistik

- in der richtigen Menge,
- von der richtigen Sorte,
- im richtigen Zustand,
- am richtigen Ort,
- zum richtigen Zeitpunkt, bereitgestellt werden.

Umstellung von Produktionsprozessen mit dem Ziel der Vermeidung von Abfällen

Die speziellen Anforderungen des Gutes Abfall bedingen spezielle logistische Subsysteme für Handhabung, Transport und Zwischenlagerung vor und nach der Aufbereitung sowie für die Endlagerung der Reststoffe. Außerdem werden geeignete Planungs- und Steuerungshilfsmittel für solche Anlagen benötigt. Gerade für die Planung solcher Anlagen existieren heute kaum Hilfsmittel.

Entsprechend den Erfordernissen des Abfallgesetzes müssen in der Zukunft Vermeidungsstrategien entwickelt werden. Hierfür ist es, wie vorne bereits beschrieben, notwendig, Produktionsprozesse umzustellen. Die hierfür notwendigen Konzeptentwicklungen werden in der Zukunft nur dann möglich sein, wenn man in den Industrieunternehmen neben den bereits bekannten und im Rahmen der Versorgungslogistik auch propagierten Leitständen für die Produktion, die Beschaffung und Distribution (Abb. 6) eine zusätzliche Leitzentrale der Entsorgungslogistik einrichtet. Aufgabe dieser Leitzentrale muß es sein, die Materialströme des Entsorgungsgutes sowie die Mengen zu erfassen und zu analysieren, um hierdurch die Frage zu klären, inwieweit eine Umstellung der Produktionsprozesse in der



5 System Edelhoff, Packerl

Entsorgungsstrategien

Waste disposal strategies



Vermeidung und Verminderung von Abfall

Avoidance and reduction of waste

Sammel- und Transportfahrzeuge

Waste collecting and transport vehicles

Umstellung von Produktionsprozessen

Conversion of production processes

Transport-, Handhabungs- und Lagerprozesse

Transport, handling and storage processes

Aufbereitungsanlagen

Reprocessing plants

Art möglich ist, daß nicht mehr Abfälle, sondern Sekundärrohstoffe entstehen.

Aufgrund der im Bereich der Entsorgungswirtschaft für die Zukunft unbedingt zu lösenden Probleme des Umweltschutzes und der Schonung der endlichen Ressourcen kommen spezielle Fragestellungen auf die Logistik zu, die eine völlig neue Herausforderung darstellen. Daher wird die Entsorgungslogistik in der Zukunft einen besonders hohen Stellenwert innerhalb der Logistik bekommen, und aus ihr werden zwangsläufig innovative Ideen für neuartige Logistikprodukte zur Lösung der anstehenden Probleme entwickelt werden müssen. ■