
2.1 Prozessorientierung und Wertschöpfung in der Logistik

2.1.1 Entwicklung der Logistik zur Querschnittsfunktion

Die Logistik wurde lange als betriebliche Funktion bezeichnet, in deren Aufgabenbereich Transport-, Lager- und Umschlagvorgänge im und zwischen Unternehmen fallen. Diese Aufgaben wurden für die Wertschöpfung als weniger bedeutend eingestuft und daher lange vernachlässigt.¹

Erst als in den 80er Jahren die Rationalisierungspotenziale der Logistik erkannt wurden, bauten die Unternehmen eigene Logistikabteilungen auf, die übergreifend alle Transport-, Umschlag- und Lageraktivitäten (TUL-Aktivitäten) übernahmen. Durch die Einrichtung einer solchen Abteilung lassen sich Spezialisierungsvorteile erzielen, beispielsweise durch Einrichtung eines Zentrallagers, in dem alle Materialien bevorratet werden. Nur durch die Bündelung der Lageraktivitäten des Unternehmens lohnt sich einerseits die Investition in eine Lagertechnik und können andererseits die Vorteile der Zentrallagerung, wie z. B. geringere Bestände und bessere Auslastung der Mitarbeiter im Lagerbereich, erzielt werden.

Die funktionsorientierte Organisation in Bereiche wie Einkauf, Produktion, Marketing/Vertrieb und auch Logistik ermöglichen eine hohe Spezialisierung der einzelnen Abteilungen auf die dort jeweils anfallenden Aufgaben. Entsprechend haben diese Abteilungen ihre internen Abläufe auf das Abteilungsziel hin ausgerichtet. Betrachtet man den Warenfluss durch ein in dieser Weise organisiertes Unternehmen, so werden Rohstoffe optimal beschafft (z. B. Waren werden von den günstigsten Lieferanten eingekauft und Rabatte ausgenutzt). Die Rohstoffe werden im Wareneingangslager zwischengepuffert und anschließend bestmöglich weiterverarbeitet (Ziele der Produktion sind u. a. hohe

¹ Vgl. Weber (1995, S. 16).

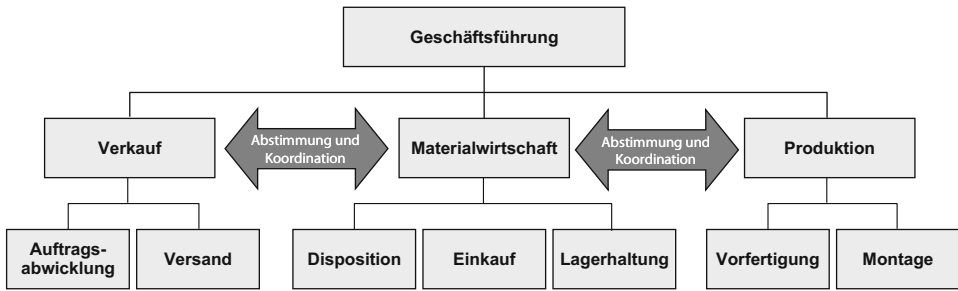


Abb. 2.1 Schnittstellenproblematik der Aufbauorganisation. (In Anlehnung an Nicolai (2009, S. 184))

Auslastung der Maschinen und geringe Rüstzeiten). Anschließend werden die Fertigwaren gelagert, bis sie durch den Vertrieb bestmöglich verkauft werden. In einem solchen Unternehmen durchlaufen die Waren mindestens drei Abteilungen, an deren Schnittstellen es zu erheblichen Problemen, z. B. durch mangelnde Kommunikation oder Zeitverlusten, kommen kann.²

Diesen Zusammenhang verdeutlicht Abb. 2.1:

Über die Analyse und Lösung materialflussbezogener Steuerungsprobleme änderte sich die Sicht auf die Logistik. Ihre zentrale Aufgabe wird heute im Management der gesamten Prozesskette vom Lieferanten bis zum Kunden gesehen. Die Logistik hat dabei ihre Aufgaben über die einzelnen Funktionen des Unternehmens hinweg als bereichsübergreifende Service- bzw. Dienstleistungsfunktion wahrzunehmen (= Querschnittfunktion der Logistik).³ Dabei ist Stellung der Logistik bzw. der darin integrierten Materialwirtschaft innerhalb eines Unternehmens von mehreren Faktoren abhängig. Hierbei spielen z. B. die Produktstruktur, die Kernkompetenz des Unternehmens, der Beitrag der Logistik zum Unternehmensgewinn sowie der Einfluss des Logistikmanagements innerhalb des Unternehmensmanagements eine wichtige Rolle.

Abbildung 2.2 zeigt diese geänderte Sicht auf die Logistik.

Dabei überlagert die Prozessorganisation die bereits vorhandene Aufbauorganisation⁴ eines Unternehmens, wodurch eine prozessorientierte Matrixorganisation entsteht. Die

² Vgl. Arndt (2008, S. 32 f).

³ Schulte (1996, S. 35 ff).

⁴ „Unter Aufbauorganisation versteht man die sachliche und logische Aufteilung einer Gesamtaufgabe in Teilaufgaben und deren spätere Zusammenfassung zu Aufgabenkomplexen und Organisationseinheiten, sodass die Erfüllung der Unternehmensziele gewährleistet wird.“ Nicolai (2009, S. 25).

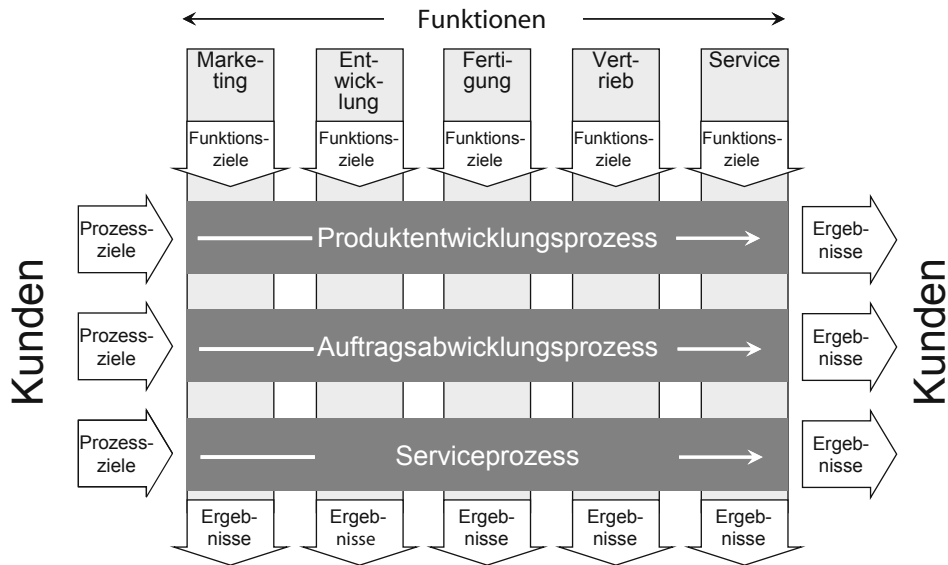


Abb. 2.2 Logistische Prozesse als Querschnittsfunktionen. (In Anlehnung an Nicolai (2009, S. 186))

funktionsübergreifenden Prozesse werden von einem Prozessmanager über mehrere Stellen oder Abteilungen hinweg betreut.⁵

2.1.2 Prozessorientierung der Logistik

In der Abb. 2.2 wurde der Begriff „Prozess“ eingeführt, ohne näher auf dessen Bedeutung einzugehen. Dies wird in dem nun folgenden Kapitel nachgeholt.

In der Literatur hat sich noch keine allgemeingültige Definition des Prozessbegriffs herausgebildet. Nach ISO 8402 ist ein Prozess durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

- Er besteht aus einer Menge von Mitteln und Tätigkeiten. Zu den Mitteln können Personal, Geldmittel, Anlagen, Einrichtungen, Techniken und Methoden gehören.
- Diese Mittel und Tätigkeiten stehen in Wechselbeziehungen.
- Ein Prozess erfordert Eingaben.
- Ein Prozess gibt Ergebnisse aus.

⁵ Vgl. Nicolai (2009, S. 185).

Weiter lässt sich ein Prozess als eine Folge von Tätigkeiten definieren, deren Ergebnis eine Leistung für den Kunden darstellt. Harrington⁶ beschreibt den Prozess als eine oder eine Gruppe von Aktivitäten, die einen Input haben, ihm einen Mehrwert geben und einen Output für einen internen oder externen Kunden erzeugen. Dabei nutzen Prozesse die Unternehmensressourcen, um sichtbare Ergebnisse zu erbringen.

Für das Verständnis der nachfolgenden Kapitel reicht folgende Definition aus:

Ein Prozess stellt die inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Abfolge der Funktionen dar, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlichen Objekts (z. B. Information) ausgeführt werden können. (Vgl. Turowski (1996, S. 211))

Die Unternehmensprozesse können in Haupt- oder Geschäftsprozesse und unterstützende Prozesse unterteilt werden.

Als Geschäftsprozesse werden die erfolgsrelevanten grundlegenden Unternehmenstätigkeiten, die zur Umsetzung der Unternehmensziele und Sicherung des Unternehmenserfolgs dienen, definiert. Sie beschreiben die wesentlichen Aufgaben, die das Geschäftsfeld eines Unternehmens charakterisieren.

Ein Geschäftsprozess besteht damit aus einer zusammenhängenden geschlossenen Folge von Tätigkeiten, die zur Erfüllung einer betrieblichen Aufgabe nötig sind.

Prozesse können in Teilprozesse zerlegt werden, so dass eine hierarchische Struktur entstehen kann.

Mehrere aufeinander folgende Prozesse bilden eine Prozesskette:

Unter einer Prozesskette versteht man die formale, hierarchisch strukturierte Zusammenfassung von Prozessen, die einem gemeinsamen Prozessziel dienen.

Ein Geschäftsprozess liegt oft „quer“ zur Aufbauorganisation, d. h. er tangiert mehrere Abteilungen (s. Abb. 2.2).

Damit lassen sich zusammenfassend folgende Kriterien für Geschäftsprozesse definieren:

- wertschöpfend,
- funktionsübergreifend,
- kundenorientiert,
- von strategischer Bedeutung für das Unternehmen,
- möglichst ein Prozessverantwortlicher vorhanden,
- Ziele und Messgrößen sind definiert.

Der Einkaufsprozess kann z. B. aus den nacheinander folgenden Prozessen bestehen:

- Ermittlung des Bedarfs,
- Suche von Lieferanten,
- Ausschreibung der Teile bzw. Einholung von Angeboten,

⁶ Vgl. Harrington (1991, S. 9).

- Auswahl des optimalen Lieferanten,
- Vergabe des Auftrages.

Der sich daran anschließende Produktionsprozess beinhaltet möglicherweise folgende Teilprozesse:

- Wareneingangsprüfung der vom Einkauf bestellten Teile,
- Einlagerung im Produktionslager,
- Auslagerung an die Fertigung,
- Vormontage der Teile in der Fertigung,
- Zwischenlagerung,
- Endmontage der Teile,
- Einlagerung im Zentrallager.

Die Wertschöpfungskette, d. h. die Kette der Geschäftsprozesse, kann die einzelnen Bereiche eines Unternehmens (Hersteller) wie Entwicklung, Beschaffung, Materialwirtschaft, Fertigung, Vertrieb und Distribution betreffen, sich aber auch auf die Kette „Lieferanten – Hersteller – Kunden“ (Supply Chain und eSupply Chain) beziehen.⁷

Unter dem Begriff des Supply Chain Managements werden somit nicht nur die Ansprechpartner in den logistischen Bereichen wie Beschaffung, Transport, Qualitätssicherung und Produktion verstanden. Vielmehr wird hier die gesamte Wertschöpfungskette mit einbezogen. Diese erstreckt sich von den Lieferanten, Modullieferanten, Systemlieferanten zum Hersteller mit Bereichen wie Entwicklung, Vertrieb, Marketing und Controlling.⁸ Vom Hersteller spannt sich die Wertschöpfungskette über mehrere Ebenen weiter bis zum Kunden. Innerhalb der Wertschöpfungskette können wiederum Kooperationen der einzelnen Stufen stattfinden.

2.2 Logistische Prozesse

Die Beschreibung der Logistischen Prozesse beginnt mit den drei übergeordneten Prozessen Auftragsabwicklung, Lagerhaltung und Transport. Diese drei Prozesse sind den Ausführungen vorangestellt, da sie an nahezu jeder Stelle der Logistischen Kette stattfinden können. Fragestellungen aus dem Bereich der Lagerhaltung sind beispielsweise unabhängig davon, ob ein Lager die Fertigwaren des Lieferanten, den Wareneingang beim Produzenten oder die Fertigwaren innerhalb des Distributionsnetzes umfassen.

⁷ Vgl. Wannenwetsch und Nicolai (2002, S. 3 ff).

⁸ Vgl. Wannenwetsch (2002b, S. 196 ff).

Oft werden die mit der Lagerung und dem Transport verbundenen Technologien unter den Begriff Materialflusstechnik zusammengefasst.

Der Begriff Materialfluss bedeutet gemäß der VDI-Richtlinie 3.300 die räumliche, zeitliche und organisatorische Verkettung aller Vorgänge bei der Gewinnung, Be- und Verarbeitung sowie der Verteilung von stofflichen Gütern innerhalb festgelegter Bereiche. Dies erfolgt anhand der Grundfunktionen Fertigen mit Bearbeiten und Prüfen, Bewegen mit Transportieren und Handhaben sowie Ruhen mit Lagern und ungewolltem Aufenthalt.

Die Materialflusstechnik beinhaltet die Verkettung aller Bewegungsvorgänge der technologischen Prozesse von der Gewinnung der Rohstoffe über die Be- und Verarbeitung bis zur Lagerung bzw. Endproduktverteilung. Der Einsatz der Instrumente der Materialflusstechnik erfolgt überall dort, wo Güter über relativ kurze Strecken bewegt werden. Diese beschränkt sich auf den innerbetrieblichen Transport sowie den Warenumschlag an den Unternehmensschnittstellen, d. h. dem Wareneingang und Warenausgang. Die Komponenten der Materialflusstechnik sind Fördermittel, Lager-, Kommissionier-, Handhabungs-, Montage-, Umschlag- und Verpackungstechnik sowie die Ladeeinheitenbildung, Informations- und Steuerungstechnik. Die Materialflusstechnik bildet die Gesamtheit der Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse. Folglich wird in Unternehmen zwischen einem externen Güterfluss und einem innerbetrieblichen Materialfluss differenziert. Der externe Güterfluss umfasst den Transport von Gütern mittels Verkehrsmitteln wie Bahn, Schiff oder LKW über weite Strecken. Die ganzheitliche Steuerung und Verfolgung der Güter vom Wareneingang bis zum Warenausgang führt zu einem optimalen Materialfluss. Hierbei ist die systematische Ablaufunterstützung von großer Bedeutung. Im Materialfluss lassen sich Transparenz und Effizienz ohne passende Informationsflussmittel und digitale Systeme nicht realisieren. Folglich bilden die Steuerungstechnik und die Informationsverarbeitung die Eckpfeiler eines Fördersystems.

Die Materialflussanlage besteht aus dem Leitreechner, dem Materialflussrechner und der Steuerung. Die Datenübertragung erfolgt hier leitungsgebunden (z. B. Koaxialleitung), nicht leitungsgebunden (z. B. Funk, Laser) bzw. materialgebunden. Diese bewirken die informationstechnische Synthese der Leit-, Steuerungs- und Feldebene. Zur Reduktion des Verdrahtungsaufwandes werden Bussysteme eingerichtet. Hierdurch können Fahrauftragsdaten, Identifikationsdaten und andere wesentliche Informationen zwischen den verschiedenen Ebenen übertragen werden. Zudem existieren materialflussbegleitende Informationsträger, die der Materialidentifikation dienen und in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden. Hierbei sind insbesondere die optische (z. B. Barcode) und elektronische Codierung (z. B. Transponder) hervorzuheben. Eingesetzt wird die elektronische Codierung bei programmierbaren Datenträgern. Angewendet wird diese Codierung, wenn sich die objektbezogenen Daten im Materialfluss modifizieren. Die optischen Datenträger weisen die größte Verbreitung auf, da sie preiswert und zuverlässig sind. Die Datenerfassung erfolgt durch Laserscanner. Bei elektronischen Datenträgern werden spezielle Schreib-Lese-Geräte eingesetzt.

2.2.1 Auftragsabwicklung

Die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens wird durch die Kunden nicht nur nach Qualität und Preis beurteilt, sondern auch danach, wie die Aufträge, Anfragen und Angebote bearbeitet werden. In der Auftragsabwicklung werden alle Auftragsdaten bis zur Auslieferung der fertig gestellten Produkte verwaltet.⁹

Die wichtigste Informationsquelle für alle logistischen Aktivitäten ist damit der Auftrag als Grundlage für den Informationsfluss in einem logistischen System.¹⁰

Die Kombination eines dem Güterfluss vorausseilenden, ihn begleitenden und ihm nacheilenden Informationsflusses dient allgemein der Planung, Steuerung und Kontrolle des Güterflusses.

Die Sicherstellung des vorausseilenden Informationsflusses sorgt dafür, dass alle betroffenen Stellen rechtzeitig über eintreffende Güter informiert sind. So kann der notwendige Planungs- und Dispositionsspielraum zur wirtschaftlichen Realisierung des Güterflusses gewährt werden, wenn beispielsweise unnötige Wartezeiten im Materialfluss vermieden werden.

Der begleitende Informationsfluss stellt sicher, dass die betroffenen Bereiche mit den Informationen, die zur operativen Ausführung von Lager-, Umschlag- und Transportaufgaben erforderlich sind, ausgestattet sind. Dazu gehören z. B. Informationen über Handhabung gefährlicher Güter. Darüber hinaus soll der begleitende Informationsfluss die Verfolgung des Auftragsbearbeitungsstatus, das Ergreifen von Maßnahmen zur Beschleunigung oder Verzögerung und das Nachverfolgung der Güter bis zum Eintreffen am Empfangsort sicherstellen.

Zum nacheilenden Informationsfluss gehören die Rechnungsstellung und die Rückmeldung des Empfängers über die Qualität des Auftrages.

Abbildung 2.3 zeigt den Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Unternehmensbereichen zur erfolgreichen Abwicklung eines Kundenauftrags.

Die Übermittlung des Auftrages erfolgt mit Hilfe eines ausgefüllten Auftragsformulars, das u. a. folgende Informationen beinhaltet:

- Auftragsnummer, Auftragsdatum,
- Kundenadresse, Kundennummer,
- Branche des Kunden,
- Verkäufer/Verkaufsgebiet,
- Artikelbezeichnung, Artikelnummer,
- Menge der bestellten Artikel, Bruttopreis,
- Verkaufsbedingungen, Rabatte,
- Transportmittel, zu berechnender Versandkostenanteil,
- Versandanschrift, Liefertermin.

⁹ Vgl. Oeldorf und Olfert (2004, S. 344).

¹⁰ Vgl. Schulte (2009, S. 473).

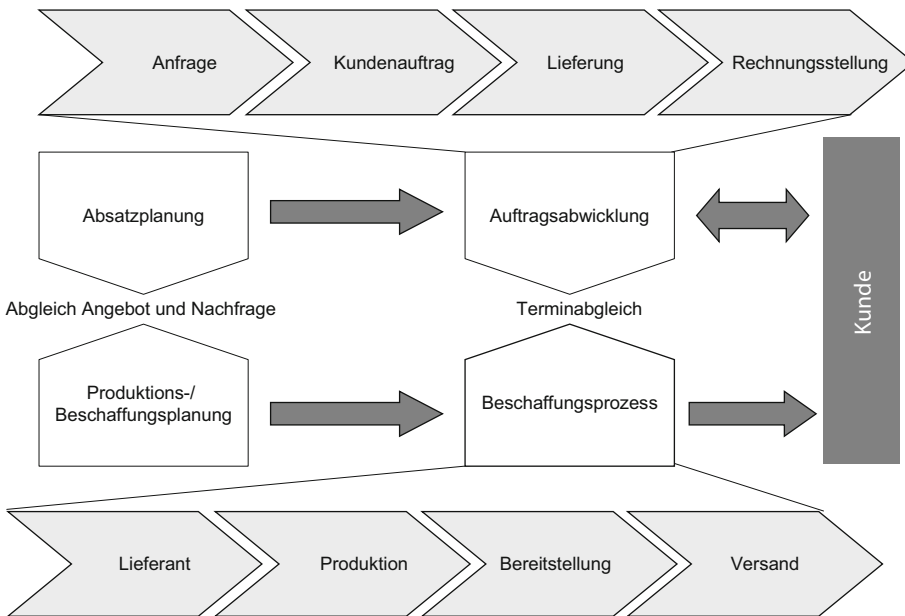


Abb. 2.3 Abwicklung eines Kundenauftrages

Richtigkeit und Vollständigkeit eines Auftrages sind deshalb so wichtig, weil sie Input für das gesamte System sind und Fehler erst bei Lieferung der Waren an den Empfangspunkt (Kunde) deutlich werden.

Darüber hinaus ist der Auftrag des Kunden Informationsquelle für eine Vielzahl von Unternehmensbereichen (Produktion, Lagerhaltung, Beschaffung, Personaleinsatz etc.).¹¹

Unterschieden wird zwischen externen und internen Aufträgen. Externe Aufträge bezeichnen Kundenaufträge, die einerseits als Bindeglied zur Distributionslogistik des Lieferanten und andererseits als Bindeglied zur Beschaffungslogistik des Kunden wirken.

Interne Aufträge sind Aufträge zwischen Unternehmensbereichen, z. B. ein Auftrag zur Materiallieferung aus der Produktion an das Lager oder Lieferaufträge zwischen Zentral- und Regionallager. Oft werden in größeren Unternehmen Kundenaufträge in interne Teilaufträge aufgesplittet und erst in der Verpackung oder im Versand wieder zusammengeführt.

Die Auftragsabwicklung im engeren Sinn kann definiert werden als Zusammenfassung „aller administrativen, d. h. den Informationsfluss betreffenden Tätigkeiten vom Zeitpunkt der Kundenanfrage bis zur Rechnungserstellung“.¹²

Im weiteren Sinn lässt sich die Auftragsabwicklung definieren als marktgerechte Steuerung der Material-/Informationsflüsse vom Rohmaterialienlieferant bis zum Endkunden.

¹¹ Vgl. Schulte (2009, S. 473).

¹² Vgl. Mertens (2009, S. 25).

Sie wird damit zum umfassenden Konzept aller am Auftragsdurchlauf beteiligten Funktionsbereiche und kann als zentraler Aufgabenbereich zur Erfüllung der Leistungsverpflichtung innerhalb der industriellen Produktion angesehen werden.¹³

In der DIN 69905 ist die Auftragsabwicklung definiert als die „Aufgabendurchführung vom Anfang bis zum Ende eines Auftrages“. Auftrag bedeutet in diesem Zusammenhang nicht der Vertrag zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, sondern die Menge der zu erbringenden Leistungen¹⁴.

Die Auftragsabwicklung ist also das Bindeglied zwischen den externen Informationen und deren interner Umsetzung, indem sie die vom Markt gestellten Aufträge in konkrete innerbetriebliche Vorgaben und Handlungsweisen umwandelt. Damit berührt die Auftragsabwicklung nahezu alle Unternehmensbereiche, wie die direkte Leistungserstellung, die angrenzenden administrativen Bereiche, sowie die Kontroll- und Informationsstellen.

Die Auftragsabwicklung lässt sich in die Angebotserstellung und die Auftragsbearbeitung unterteilen. Die Angebotserstellung umfasst die Unterbreitung eines dem Kundenwunsch entsprechenden Leistungsangebots mit Preis und möglichem Liefertermin. Die Auftragsbearbeitung wird durch die Auftragserteilung des Kunden ausgelöst und umfasst je nach Auftragsart und Kunde Tätigkeiten wie die Bonitätsprüfung¹⁵, die Arbeitsplanung und -steuerung, die Disposition der zu beschaffenden Materialien, die Erstellung der Versanddokumente und die Fakturierung.¹⁶ Im Allgemeinen läuft die Auftragsbearbeitung in mehreren Stufen ab. Nach der Kennzeichnung des Auftrags (z. B. durch eine Auftrags- oder Kundennummer) wird die Bestellung auf ihre Vollständigkeit und sachliche Richtigkeit geprüft. Anschließend wird festgestellt, ob das bestellte Gut bereits im Lager vorhanden ist oder ob es neu angefertigt werden muss. Nach der Bestimmung eines internen Fertigstellungstermins werden schließlich auftragsungebundene und auftragsgebundene Produktionsunterlagen gesammelt und erstellt.¹⁷

Die für die Auftragsabwicklung benötigte Zeit ist ein wesentlicher Bestandteil der Lieferzeit. Diese wird nicht nur durch die physischen Bewegungen der Güter zwischen Liefer- und Empfangspunkt und (bei auftragsorientierter Fertigung) für die eigentliche Produktion determiniert, sondern hängt auch wesentlich von der Zeit für die im Vorfeld stattfindenden Kommunikationsvorgänge und die Bearbeitung der Auftragsdokumente ab.¹⁸

Zudem wird die Auftragsabwicklung auch in technische Auftragsabwicklung und kaufmännische Auftragsabwicklung unterteilt. Zu den technischen Aspekten gehören die

¹³ Vgl. Mertens (2009, S. 25).

¹⁴ Vgl. Din 69905 Projektwirtschaft – Projektabwicklung – Begriffe.

¹⁵ Die Bonitätsprüfung bezeichnet die Prüfung der Kreditwürdigkeit des Vertragspartners vor Vertragsabschluss.

¹⁶ Als Fakturierung wird ein Vorgang im Rechnungswesen bezeichnet, bei dem einem kunden eine Rechnung über erfolgte Lieferungen und/oder Leistungen erstellt wird.

¹⁷ Vgl. Kummer et al. (2009, S. 301).

¹⁸ Vgl. Pfohl (2010, S. 74).

Erstellung des Angebotes an den Kunden, die Konstruktion, die Arbeitsvorbereitung, die Beschaffung bzw. die Teilefertigung sowie die Montage und der Versand.

Die kaufmännische Auftragsabwicklung umfasst die Kalkulation des Auftrages, den Einkauf und die zugehörige Finanzbuchhaltung.¹⁹

2.2.2 Lagerhaltung

Durch die so genannten Mega-Trends der Logistik, wie zunehmende Globalisierung der Märkte, Verkürzung der Produktlebenszyklen und zunehmender Wettbewerb stehen den Unternehmen immer kürzere Reaktionszeiten für ihre Entscheidungen zur Verfügung. Dies hat auch eine veränderte Sicht auf die Lagerbestände zur Folge.

Die Lagerhaltung (= Bestandsmanagement) umfasst alle Entscheidungstatbestände, die einen Einfluss auf die Lagerbestände haben.²⁰ Während noch vor einigen Jahren die Sicherstellung des Produktionsprozesses zu vergleichsweise hohen Lagerbeständen an Roh- und Fertigmateriale führte, ist heute das Bestandsmanagement dazu angehalten, Lagerbestände deutlich zu reduzieren. Dies soll aber bei Aufrechterhaltung einer hohen Verfügbarkeit gewährleistet werden.

Daher kann das Bestandsmanagement auch folgendermaßen definiert werden²¹:

Bestandsmanagement beschäftigt sich mit der Betrachtung aller im Unternehmen vorhandenen Lagerbestände mit dem Ziel, die Kapitalbindung zu senken und eine höhere Umschlaghäufigkeit zu erzielen. Bestände können in Form von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Zwischen-, Halb- und Fertigprodukten entlang der gesamten Logistischen Kette auftreten.

Der Lagerbestand bildet einen Puffer zwischen Input- und Outputflüssen von Gütern, wenn diese Flüsse sich zeitlich und/oder quantitativ unterscheiden. Nur durch eine vollständige Synchronisation aller Input- und Outputströme kann daher auf Lagerbestände verzichtet werden, was sich in der betrieblichen Praxis nur in Ausnahmefällen realisieren lässt.²²

2.2.2.1 Funktionen der Lagerhaltung²³

Die im Folgenden vorgestellten Funktionen gelten zunächst unabhängig von einer bestimmten Lagerart und haben – in Abhängigkeit von der jeweiligen Unternehmenssituation – unterschiedlich große Bedeutung. Es wird gezeigt, warum es – trotz aller Bemühungen zur Bestandsreduzierung – in einigen Fällen sinnvoll sein kann, Lagerbestände vorzuhalten.

¹⁹ Vgl. Rohweder (1996, S. 120).

²⁰ Vgl. Pfohl (2010, S. 87).

²¹ Vgl. Kummer et al. (2009, S. 264).

²² Vgl. Pfohl (2010, S. 87).

²³ Vgl. z. B. Pfohl (2010, S. 88 f), Schulte (2009, S. 228 f), Ehrmann (2008, S. 340 f).

Lagerbestände entstehen dann, wenn ein Unternehmen Größendegressionseffekte²⁴ beim Einkauf, im Transport oder bei der Produktion ausnutzen möchte. So können beispielsweise bei der Beschaffung größerer Mengen bessere Einkaufspreise (Mengenrabatte) erzielt werden. Häufig kann dabei ein größeres und damit kostengünstigeres Transportmittel eingesetzt werden. Also immer dann, wenn die Mengenrabatte bzw. Transportkosteneinsparungen höher sind als die Lagerungskosten lohnt sich der Aufbau eines Lagerbestandes. In der Produktion kann häufig eine höhere Stückzahl günstiger hergestellt werden, da die Rüstkosten entfallen, so dass sich auch hier der Aufbau eines Lagerbestandes als sinnvoll erweisen kann.

Eine weitere Funktion des Lagerbestandes ist der Ausgleich von Angebot und Nachfrage. Beispielsweise bietet der Einzelhandel das ganze Jahr über Äpfel aus Deutschland an. Da die Erntezeit nur wenige Wochen umfasst, müssen die Äpfel gelagert werden, um das ganzjährige Angebot sicherzustellen. Ein weiteres Beispiel ist die saisonal stark erhöhte Nachfrage nach Speiseeis. Um die Produktionskapazitäten trotz der saisonalen Nachfrage kontinuierlich auslasten zu können, müssen die Fertigprodukte bis zum Abverkauf gelagert werden.

Darüber hinaus erleichtern Lagerbestände die Spezialisierung der Produktion in verschiedenen Werken eines Unternehmens oder zwischen arbeitsteilig organisierten Supply Chains. Wenn keine einsatzsynchrone Anlieferung der Bauteile an den Montagebetrieb möglich ist, führt die Spezialisierung zwar zu niedrigeren Produktionskosten, bringt aber in der Regel den Aufbau von Lagerbeständen mit sich.

Der Aufbau von Lagerbeständen eignet sich auch zu Spekulationszwecken. So werden Beschaffungs- oder Fertigwarenlager aufgebaut, wenn mit einem Anstieg der Preise für diese Produkte zu rechnen ist. Das beschaffende Unternehmen baut einen Wareneingangsbestand auf, wenn es die Produkte zu dem noch aktuell gültigen niedrigen Preis erwerben möchte, der Lieferant spekuliert darauf, dass eine Verknappung des Angebotes die Preise weiter steigen lässt. Doch nicht nur der Preis kann Gegenstand von Spekulationsbemühungen der Unternehmen sein, auch eine erwartete Verknappung von Rohstoffen oder ein Streik beim Zulieferer, der die Versorgungssituation des Unternehmens beeinträchtigen kann, führt zum Aufbau von Lagerbeständen.

Weiter bieten Lagerbestände Schutz vor Unsicherheit. Steigt die erwartete Nachfrage beispielsweise deutlich an, so kann diese aus einem Lagerbestand befriedigt werden. Sinkt die Nachfrage dagegen, baut sich ein Bestand an Fertigwaren auf, wenn die Produktion nicht kurzfristig gedrosselt werden kann.

Lager können eine Sortierfunktion übernehmen. So wird die Lackierung von Rohkarossen im Fahrzeugbau möglichst in größeren Losen gleicher Farbe und von helleren Farben hin zu dunkleren durchgeführt. Vor der Lackiererei befindet sich daher ein Lager, in dem die unterschiedlichen Rohkarossen gesammelt und anschließend in Losen gleicher Farbe lackiert werden.

²⁴ Engl. Economies of scale.

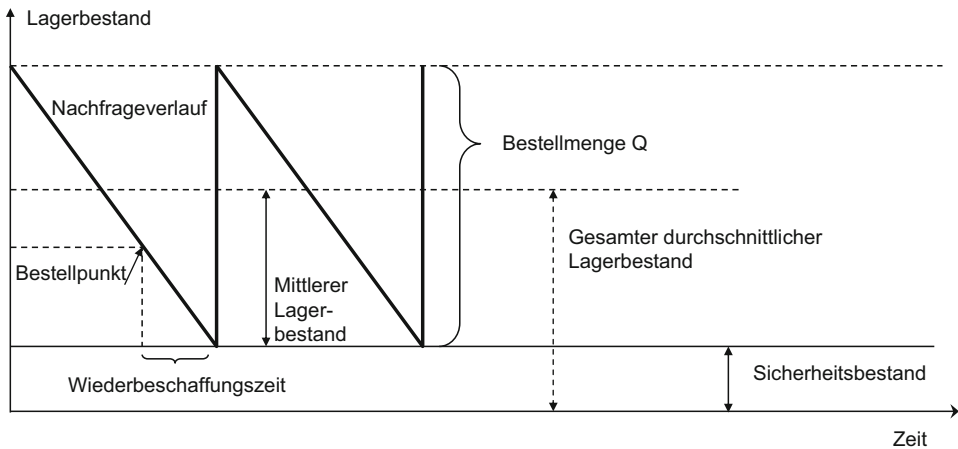


Abb. 2.4 Elemente des Lagerbestandes. (Vgl. z. B. Oeldorf und Olfert (2004, S. 179))

Eine Bereitstellungsfunktion erfüllt das Lager dann, wenn auf den Lagerplätzen die Produkte dem Kunden zur Abholung bereitgestellt werden, z. B. in den Regalen eines Supermarktes.

Letztlich ist der Aufbau von Lagerbeständen immer dann erforderlich, wenn die Lagerung Bestandteil der Wertschöpfung ist, beispielsweise müssen Weine oder Käse für den Reifeprozess mehrere Monate oder sogar Jahre gelagert werden.

2.2.2.2 Lagerhaltungsaufgaben

Bei der Gestaltung der Lagerhaltung sind grundsätzlich folgende vier Fragen zu beantworten:²⁵

- Welches Produkt soll gelagert werden?
- Wie viel soll von dem jeweiligen Produkt gelagert werden?
- Welche Menge des Produktes soll zum Auffüllen des Lagerbestandes bestellt werden?
- Wann soll diese Menge bestellt werden?

Durch die Beantwortung dieser Fragen wird die Höhe des Lagerbestandes festgelegt. Die erste Frage entscheidet, ob für ein bestimmtes Produkt überhaupt ein Bestand angelegt wird, die weiteren drei Fragen legen für den Fall des Aufbaues eines Lagerbestandes dessen Höhe fest.

Abbildung 2.4 zeigt die Elemente des Lagerbestandes aufgrund der Bestandsergänzung und -sicherung.

Der Lagerbestand setzt sich aus der Bestellmenge und dem Sicherheitsbestand (= eiserner Bestand) zusammen. Je größer die Bestellmenge ist, umso seltener muss bestellt

²⁵ Vgl. Pfohl (2010, S. 90).

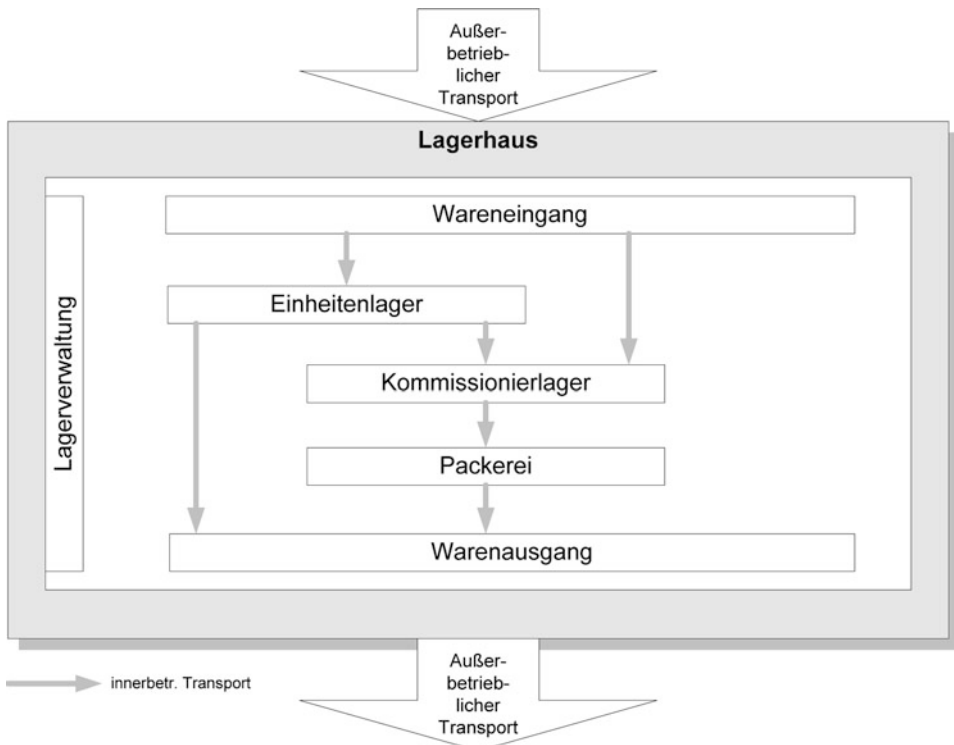


Abb. 2.5 Lagerhausbereiche. (Vgl. Pfohl (2010, S. 118))

werden, aber umso größer ist der durchschnittlich im Lager vorhandene Bestand (= mittlerer Lagerbestand).

Der Sicherheitsbestand ist dann erforderlich, wenn die tatsächliche Nachfrage höher ist als die prognostizierte. Für diesen Fall kann aus dem Sicherheitsbestand die Nachfrage in der Wiederbeschaffungszeit gedeckt werden. Kann die Nachfrage immer exakt prognostiziert werden, ist kein Sicherheitsbestand erforderlich. Durchschnittlich liegt im Lager der mittlere Lagerbestand zuzüglich des Sicherheitsbestands. Diese Menge bezeichnet man auch als gesamten durchschnittlichen Lagerbestand.

2.2.2.3 Lagerhausprozesse

Lagerhäuser (im Folgenden kurz „Lager“ genannt) dienen der vorübergehenden Aufbewahrung von Gütern im logistischen Netzwerk. Sie sind Liefer- und Empfangspunkte für Waren, sowie Auflösungs- oder Konzentrationspunkte.

In einem Lager sind unterschiedliche Funktionsbereiche voneinander abzugrenzen, die in Abb. 2.5 dargestellt sind²⁶.

²⁶ Vgl. Pfohl (2010, S. 118).

Der Wareneingang ist zuständig für die physische Annahme angelieferter Waren, die notwendige Dokumentation, die Weitergabe der Güter sowie die Weiterleitung der Eingangsdaten (Informationsfluss, Datenübertragung).

Dazu gehört zunächst die Prüfung der Begleitpapiere hinsichtlich korrekter Lieferadresse, Menge und Richtigkeit der angelieferten Produkte. Danach werden die Waren vom Anlieferfahrzeug (meist LKW) abgeladen. In Abhängigkeit zur Vertragsgestaltung mit dem Lieferanten und der Bedeutung der Materialien für den Produktionsprozess, erfolgt anschließend eine Wareneingangsprüfung. Sie stellt neben Mängeln in Menge und Richtigkeit, auch die Qualität fest. Je nach Branche und Produkt kann sich die Qualitätsprüfung im Wareneingang auf eine optische Prüfung zur Feststellung äußerer Beschädigungen beschränken oder aber durch spezielle Labortests ermittelt werden. Die Wareneingangsprüfung sorgt gegebenenfalls für eine Regulierung des Schadens und die Rücksendung.

Entspricht die Ware den vereinbarten Annahmeanforderungen kann der Eingang der Waren bestätigt, Lieferscheine, ggf. Zolldokumente und andere Eingangsdaten zur Weiterverarbeitung an die entsprechenden Stellen geleitet werden. Die Produkte werden zur Produktion oder zum Lager gebracht. In einigen Fällen muss im Wareneingang erst die Lagerfähigkeit hergestellt werden, z. B. durch Umladen auf ein geeignetes Lager- und Transporthilfsmittel oder durch Umpacken.

Das Einheitenlager dient der Zeitüberbrückung von Materialien, die in derselben Einheit (z. B. Palette) eingelagert, gelagert und ausgelagert werden. Aus dem Einheitenlager gelangen die Waren entweder direkt zum Warenausgang oder in die Kommissionierung. Im letzten Fall bezeichnet man dann das Einheitenlager auch als Reservelager.

Im Kommissionierlager werden die Artikel für die Kommissionierung, d. h. die Zusammenstellung von Artikeln für einen Kundenauftrag, bereitgehalten. Das Kommissionierlager kann als eigenes Lager oder als Bereich des Einheitenlagers organisiert sein.

Nach der Kommissionierung gelangen die fertig kommissionierten Aufträge zur Packerei. Dort werden sie zu versandfertigen Einheiten zusammengestellt, wobei der Versand nicht nur zu externen Kunden, sondern auch an innerbetriebliche Stellen erfolgen kann.

In der Packerei werden der Sendung auch die erforderlichen Versanddokumente beigefügt. Danach werden die Sendungen im Warenausgang für den Versand bzw. bis zur Abholung durch den Kunden zwischengelagert. Zu den Aufgaben des Warenausgangs gehören die Entgegennahme der Waren aus der Packerei, die nach Kunden oder Versandart geordnete Lagerung und das Verladen.

Der Materialfluss innerhalb des Lagers wird durch den innerbetrieblichen Transport sichergestellt. Zum außerbetrieblichen Transport gehören die Anlieferung vom Lieferanten zum Lager und der Transport zu den Kunden.

Die Lagerverwaltung dient der Steuerung und Koordination aller im Lager ablaufenden Lager- und Transportprozesse. Sie stellt eine Verbindung zur Auftragsabwicklung und zur Lagerbestandsverwaltung her.

2.2.2.4 Lagerinfrastruktur

Bei der Planung der Lagerinfrastruktur sind u. a. folgende Aufgabenstellungen zu lösen:

- Ermittlung der erforderlichen Lager- und Verkehrsflächen.
- Größe und Ausgestaltung der Arbeitsflächen, z. B. für Wareneingang, Warenausgang und Packerei.
- Auswahl der Lagereinrichtung und deren Kapazität.
- Auswahl und Dimensionierung des innerbetrieblichen Transportsystems.

Exkurs Dimensionierung von Lagerflächen nach DIN 227

Die Ermittlung der erforderlichen Lagerflächen kann beispielsweise anhand der DIN 277 durchgeführt werden. Diese Norm unterstützt die Ermittlung von Grundflächen und Rauminhalten bei Bauwerken oder Teilen von Bauwerken im Hochbau. Hauptsächlich für die Flächenermittlung von Gebäuden mit mehreren Nutzungen kann diese Vorschrift angewendet werden.

Im ersten Teil (aktuelle Ausgabe: 2.2005) der DIN 277 werden die Regeln für die Berechnung von Flächen- und Rauminhalten von Bauwerken festgelegt. Anhand dieser Flächen- und Rauminhalte können sowohl die Herstellungskosten von Gebäuden als auch Miet- und Kaufpreise abgeschätzt werden. Darüber hinaus können die Nutzungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit verschiedener Gebäude miteinander verglichen werden. Der zweite Teil (aktuelle Ausgabe: 2.2005) gliedert die in Teil 1 definierte Nutzfläche von Gebäuden nach Gruppen unterschiedlicher Nutzungsarten und listet Beispiele für die Zuordnung von Räumen und Flächen zu den einzelnen Nutzungsarten auf. Im dritten Teil (aktuelle Ausgabe: 4.2005) werden Messgrößen und Bezugseinheiten für Baukostengruppen auf der Grundlage der DIN 276 Kosten im Hochbau festgelegt. Ferner sind in dieser Norm die wichtigsten Begriffe festgelegt.

Brutto-Grundfläche (BGF)	Netto-Grundfläche + Konstruktionsgrundfläche
Netto-Grundfläche (NGF)	Nutzfläche + Technische Funktionsfläche + Verkehrsfläche
Konstruktions-Grundfläche (KGF)	Summe der aufgehenden Bauteile aller Grundrissebenen eines Bauwerks (Wände, Stützen, Pfeiler, auch die Grundflächen von Schornsteinen, nicht begehbaren Schächten, Türöffnungen, Nischen und Schlitzfenstern zählen zur KGF, eine Ausnahme bilden leichte Trennwände ohne statische Funktion).
Nutzfläche (NF)	Summe der Grundfläche mit Nutzungen, d. h. derjenige Teil der NGF, der der Nutzung des

	Bauwerks aufgrund seiner Zweckbestimmung dient.
Technische Funktionsfläche (TF)	Teil der NGF in dem zentrale betriebstechnische Anlagen untergebracht sind.
Verkehrsfläche (VF)	Teil der NGF, der dem Zugang zu den Räumen, dem Verkehr innerhalb des Bauwerks und auch dem Verlassen im Notfall dient. Bewegungsflächen innerhalb von Räumen zählen nicht dazu.
Brutto-Rauminhalt (BRI)	Rauminhalt des Baukörpers ohne Fundament, der von den äußeren Begrenzungsflächen des Bauwerks umschlossen wird.
Netto-Rauminhalt (NRI)	Summe der Rauminhalte aller Räume, deren Grundflächen zur NGF gehören.
Konstruktionsrauminhalt (KRI)	Differenz zwischen Brutto- und Netto-Rauminhalt

Die Auswahl und Gestaltung der Lagerinfrastruktur beeinflusst die Kosten für das Lager in hohem Maße. Die wichtigsten Determinanten für Auswahl der geeigneten Lagereinrichtungen sind:

- physikalische Eigenschaften der zu lagernden Güter,
- Gewicht der Lagereinheiten und deren Abmessungen
- Lagertechnologie,
- Fördertechnik, eingesetzte Transportmittel
- Transporthilfsmittel (Ladungsträger),
- Verpackung,
- Lagerumschlaghäufigkeit der Artikel,
- Geforderte Verfügbarkeit, Leistungsgrößen (z. B. In- und Auslagerungen je Zeiteinheit)
- Raumnutzung, Stapel- und Lagerhöhe
- Wirtschaftlichkeit (z. B. Lagerkosten je Lagereinheit, Investitionsaufwand je Lagereinheit)
- Erforderliche Lagerkapazität
- Anzahl der zu lagernden Artikel
- Bestand je Artikel, der gelagert werden muss
- Lagerstrategie und Umschlagsleistung (Lagerbestand, Lagerumschlag)

Das Lagergut kann in feste, flüssige und gasförmige Güter eingeteilt werden. Bei den festen Lagergütern unterscheidet man nach Schütt- und Stückgut (s. Abb. 2.6).

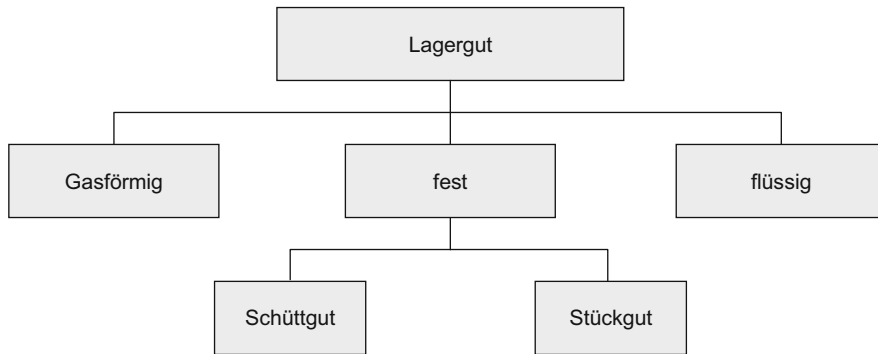


Abb. 2.6 Einteilung des Lagergutes. (In Anlehnung an Schulte (2001, S. 263))

Bei Schüttgütern handelt es sich um stückige, körnige oder staubförmige Güter, wie z. B. Erze, Zement, Steinkohle, Sand und Erden. Sie können durch ihre physikalischen Eigenschaften, wie z. B. Korngröße oder Schüttgewicht, charakterisiert werden. Stückgut wird zahlenmäßig erfasst durch z. B. Anzahl der Bauteile, Behälter und Paletten und durch die Hauptabmessungen, Gewicht oder Stapelfähigkeit gekennzeichnet.

Die Lagerumschlagshäufigkeit (LU) gibt an, wie oft sich das im Lager befindliche Material innerhalb einer Periode (meist 1 Jahr) umschlägt; d. h. wie oft sich das Material im Lager verbraucht oder verkauft und durch Neueinlagerung ersetzt wurde. Bei der Lagerumschlagshäufigkeit wird also der Materialverbrauch mit dem Lagerbestand in Beziehung gesetzt.

$$LU = \frac{\text{Lagerabgänge pro Periode}}{\text{durchschnittlicher Lagerbestand}}$$

Betrachtet man die Periode für ein Jahr, so erhält man die Formel (vgl. Ø Lagerdauer):

$$LU = \frac{365 \text{ Tage}}{\text{durchschnittliche Lagerdauer}}$$

Beispiele:

1. Aus dem Lager eines Unternehmens wurden innerhalb eines Geschäftsjahres insgesamt 300 Stück eines Artikels für die Produktion entnommen. Der durchschnittliche Lagerbestand des Artikels betrug 25 Stück. Wie groß ist die Umschlagshäufigkeit?

$$LU = \frac{\text{Lagerabgänge pro Periode}}{\text{durchschnittlicher Lagerbestand}} = \frac{300 \text{ Stück}}{25 \text{ Stück}} = 12$$

Die Umschlagshäufigkeit beträgt 12, das bedeutet, dass sich das Lager 12 Mal pro Jahr oder einmal pro Monat umschlägt.

2. In einem Unternehmen beträgt die durchschnittliche Lagerdauer 45 Tage. Wie groß ist die Umschlagshäufigkeit?

Tab. 2.1 Einteilung der Lager

<i>Statische Lager</i>		<i>Dynamische Lager</i>	
Einfache, technisch anspruchslose ortsfeste Lager ohne bewegliche Teile		Lager mit beweglichen Elementen	
<i>Bodenlagerung</i>	Blocklager	<i>Mit beweglicher Lagereinheit</i>	Durchlaufregal
	Zeilenlager		Einschubregal
<i>Regallagerung</i>			Satellitenregal
	Fachbodenregal	<i>Mit beweglichem Regal</i>	Verschieberegale
	Palettenregal		Umlaufregal
	Ständerregal	<i>Mit beweglichem Fördermittel</i>	Paternoster/Karusselllager
	Behälterregal		Hochregallager
	Wabenregal		
	Kragarmregal		

$$LU = \frac{365 \text{ Tage}}{\text{durchschnittliche Lagerdauer}} = \frac{365}{45} = 8$$

Die Umschlagshäufigkeit beträgt 8 – d. h. das Lager schlägt sich 8 Mal pro Jahr oder alle 45 Tage um.

2.2.2.5 Lagertechnik für Stückgut

Die im Lager eingesetzte Lagertechnik lässt sich nach unterschiedlichen Kriterien einteilen. Für die folgenden Ausführungen ist eine Unterteilung nach statischen und dynamischen Lagern sinnvoll (Tab. 2.1).

Bei der Anordnung der Lager- und Verkehrsflächen kann zwischen einachsigen und mehrachsigen Betrieb unterschieden werden. Beim einachsigen Betrieb steht nur ein Arbeitsgang (Flur) zur Einlagerung und Auslagerung zur Verfügung. Gibt es einen Flur zur Einlagerung und einen davon getrennten zur Auslagerung spricht man von mehrachsigen Betrieb (Abb. 2.7).

Als Einlagerungsgrundsätze gelten:

- **fifo** (first in, first out): was zuerst eingelagert wurde, wird als erstes wieder ausgelagert. Hierbei wird die Alterung der Güter verhindert.
- **lifo** (last in, first out): was zuletzt eingelagert wurde, wird als erstes ausgelagert. Dies ist bei der Blocklagerung oder bei Lagerung in Einschubregalen meist der Fall. Die Einlagerung nach dem lifo-Prinzip kann aber auch aus Gründen der Wegoptimierung erfolgen.
- **hifo** (highest in, first out): hierbei handelt es sich um ein rein buchhalterisches Prinzip. Werden zu unterschiedlichen Zeiträumen oder von unterschiedlichen Lieferanten gleiche Waren zu unterschiedlichen Preisen bezogen, so wird bei der Entnahme und Abbuchung immer so getan, als wäre die Ware mit dem höchsten Preis/Wert raus gegangen. Dadurch sinkt der „Wert“ der eingelagerten Ware, also des gebundenen Kapitals.

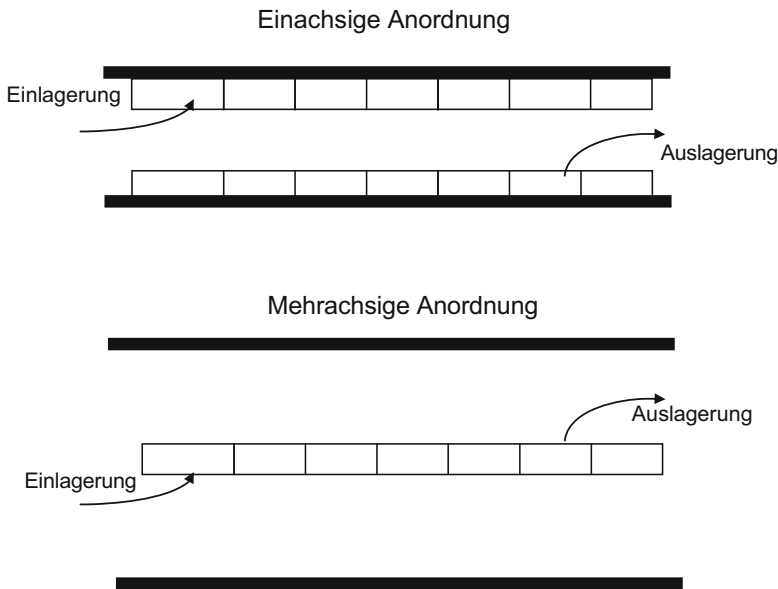


Abb. 2.7 Unterschiedliche Möglichkeiten zur Ein- und Auslagerung

- **lofo** (Lowest In – First Out): hierbei wird als Erstes das niederstwertige Element entnommen.

Im Rahmen des Rechnungswesens gibt es zudem noch zwei weitere Arten bei den Verbrauchsfolgeverfahren, nämlich das

- **kifo** (Konzern In – First Out) und **kilo** (Konzern In – Last Out). Sie besagen, dass die vom Konzernunternehmen erworbenen Gegenstände zuerst bzw. zuletzt verbraucht oder verkauft werden.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Lagertechniken nach ihren Haupteinsatzfällen und den wichtigsten Vor- und Nachteilen charakterisiert.

Bei der **Bodenlagerung ohne Lagergerät** stehen die Güter auf dem Boden. Beispiele hierfür sind Schüttgüter (Kies, Sand), Fahrzeuge oder Baustoffe – diese sind aber meist verpackt.

Statische Lager

Blocklager²⁷ Hierbei werden Lagergüter in großen Blöcken auf dem Boden gelagert. Die Wareneinlagerung und -entnahme erfolgt von einem zentralen Gang aus. Abbildung 2.8 zeigt eine schematische Darstellung eines Blocklagers.

²⁷ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 230), Schulte (2009, S. 232).

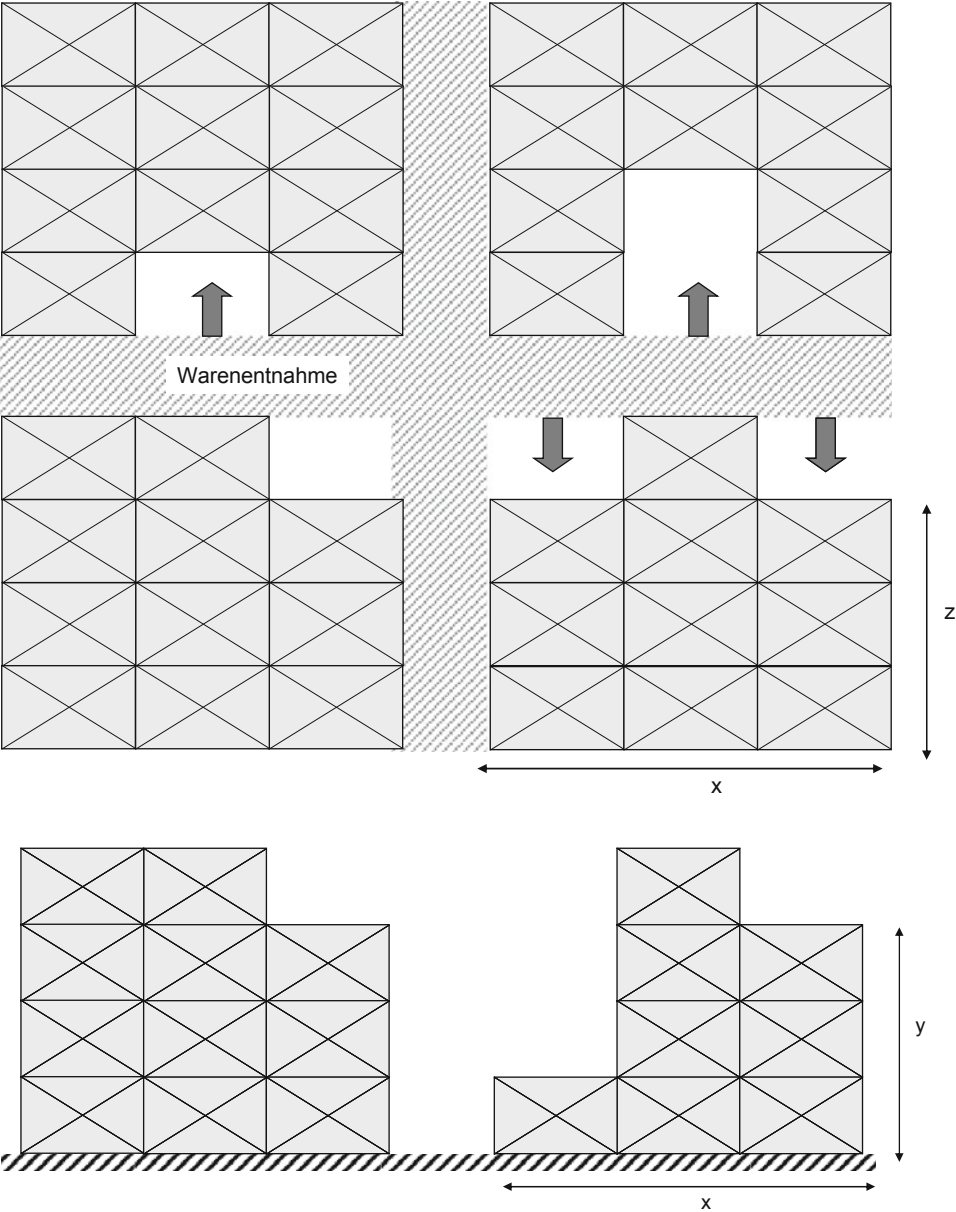


Abb. 2.8 Blocklagerung

Einsatzfälle

- Stapelfähiges, d. h. druckunempfindliches, formstabiles Lagergut
- Geringe Artikelvielfalt
- Große Mengen je Artikel

Vorteile

- Niedrige Investitionskosten
- In der Regel niedrige Lagerkosten
- Hohe Flexibilität
- Geringe Störanfälligkeit
- Geringer Personalbedarf
- Meist niedrige Anforderungen an das Lagergebäude

Nachteile

- Keine Lagerort- und Bestandstransparenz bei größerer Artikelanzahl
- Warenentnahme nur an wenigen Stellen möglich
- Keine Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Schwierige Bestandsführung und -kontrolle
- Geringe Automatisierungsmöglichkeit
- Beschädigungsgefahr beim Handling

*Zeilenlager*²⁸ Bei der Zeilenlagerung werden die Güter auf dem Lagerboden in Zeilen gelagert, um den Zugriff zu erleichtern. Durch die Zeilenlagerung erhöht sich der Raumbedarf (s. Abb. 2.9).

Einsatzfälle

- Stapelfähiges Lagergut
- Geringe bis mittlere Bestände pro Artikel

Vorteile

- Hohe Flexibilität
- Niedrige Investitionskosten
- Geringe Störanfälligkeit
- Hohe Verfügbarkeit
- Gute Anpassung an gegebene Raumsituationen

²⁸ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 230), Schulte (2009, S. 232).

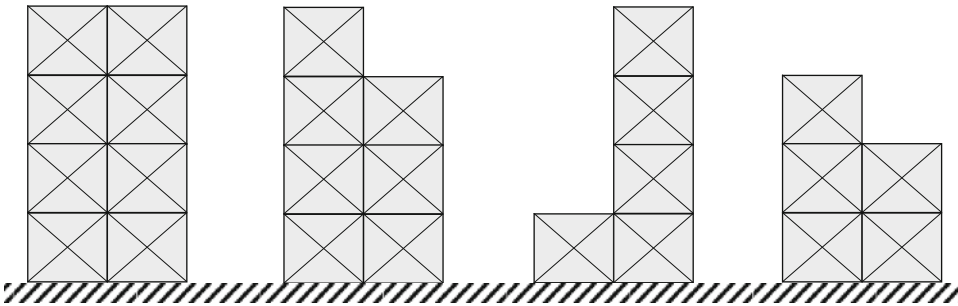


Abb. 2.9 Zeilenlagerung

Nachteile

- Geringe Automatisierungsmöglichkeit
- Bei größerer Artikelzahl besteht eine ungünstige Bestandsführung und Kontrolle
- Geringe Flächennutzung

Bei der Regallagerung werden die Güter in mehreren Ebenen mit Hilfe eines Regalsystems gelagert. Der direkte Zugriff auf die gelagerten Güter ist jederzeit möglich, bei guter Raumnutzung.

Die Regallagerung kann statisch und dynamisch erfolgen.

Bei der statischen Lagerung werden die Lagergüter von der Einlagerung bis zur Auslagerung nicht bewegt, während bei der dynamischen Lagerung Bewegungen stattfinden. Man unterscheidet:

- Bewegung der Lagergüter in feststehenden Regalen, z. B. Durchlaufregale
- Bewegung der Lagergüter mit den Regalen, z. B. Umlaufregale
- Bewegung der Lagergüter auf Fördermitteln mit Lagerfunktion, z. B. Rollenbahnen mit Lagerfunktion

*Fachbodenregal*²⁹ Fachbodenregale bestehen aus Ständern und eingehängten oder eingeschraubten Fachböden. Als Zubehörteile stehen Schubladen, ausziehbare Fachböden, Trennbleche etc. zur Verfügung, wodurch Fachbodenregale für unterschiedliche Güter geeignet sind. Bei einer manuellen Bedienung dürfen die Regale nicht höher als ca. 2 m sein, größere Höhen sind entweder durch ein Einsatz von Hilfsmitteln (Leitern oder Stapler) oder durch eine Mehrgeschossanlage zu realisieren. Dabei werden Zwischenebenen eingezogen, die mit Treppen oder Aufzügen verbunden sind.

²⁹ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 231).

Einsatzfälle

- Lagerung unterschiedlichster Artikel in verschiedenen Mengen
- Umfangreiche Sortimente mit geringen bis mittleren Beständen pro Artikel (z. B. Verschleißteile, Normteile)

Vorteile

- Gute Raumnutzung
- Direkte Zugriffsmöglichkeit zu den Gütern
- Hohe Flexibilität bei Strukturänderungen, da Lager leicht umrüstbar sind
- Hohe Umschlagsleistung
- Einfache Lagerorganisation
- Gute Kontrollmöglichkeiten der Bestände
- Geringe Störanfälligkeit
- Relativ niedrige Investitionskosten (abhängig von der Ausstattung)
- Relativ niedrige Betriebskosten

Nachteile

- Geringe Automatisierungsmöglichkeit
- Schlechte Greifmöglichkeit im oberen und unteren Bereich
- Körperlicher Kraftaufwand
- Nur eingeschränkte Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Hoher Personalaufwand bei manueller Bedienung (Wegstrecken, Greifleistungen)

*Palettenregal*³⁰ Palettenlager nehmen die auf Paletten zusammengefassten Güter auf. Die Regale sind dazu mit Auflageträgern ausgestattet.

Das Palettenregal gilt als „Klassiker“ in der Lagertechnik. Die Bauweise mit Breitgängen ist eine der bevorzugten Lösungen. Über Front- oder Schubmaststapler können die Palettenregale bedient werden.

Palettenregale sind auch für Schwerlasten geeignet und ermöglichen die Aufnahme von Gütern bis zu einer Feldlast von bis zu 40.000 kg. Die übliche Bauhöhe beträgt ca. 10 m.

Einsatzfälle

- Schwere Artikel
- Breites Sortiment der zu lagernden Artikel
- Hohe Bestände je Artikel

³⁰ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 232).

Vorteile

- Hohe Flexibilität, da gute Anpassung an unterschiedliche Lagergüter
- Direkte Zugriffsmöglichkeit zu den Gütern
- Günstige Organisationsmöglichkeit
- Transparenz, d. h. gute Kontrollmöglichkeiten der Bestände
- Geringe Störanfälligkeit
- Einfache Automatisierungsmöglichkeit

Nachteile

- An bestimmtes Lagermittel (Palette) gebunden
- Flächennutzungsgrad ca. 40–65 % in Abhängigkeit des Bediengerätes
- Schlechte Raumausnutzung
- Umsetzung des fifo-Prinzips nur durch organisatorische Maßnahmen möglich
- Häufig lange Wegstrecken

*Ständerregal*³¹ Hierbei handelt es sich um ein frei stehendes Regal ohne zusätzliche Fixierungen am Boden oder an der Wand.

Einsatzfälle

- Kleinteile
- Geringer Bestand der Artikel
- Keine schweren Artikel

Vorteile

- Direkte Zugriffsmöglichkeit zu den Gütern
- Transparenz
- Günstige Organisationsmöglichkeit
- Gute Kontrollmöglichkeiten der Bestände
- Geringe Störanfälligkeit

Nachteile

- Schlechte Raumausnutzung
- Umsetzung des fifo-Prinzips nur durch organisatorische Maßnahmen möglich
- Nur für bestimmte Güter einsetzbar

³¹ Vgl. z. B. Heiserich et al. (2011, S. 64).

Behälterregal Das Behälterregal dient der Lagerung standardisierter Behälter, für die das Regal, bezogen auf die Behältergrößen und Formen, ausgelegt wurde.³²

Einsatzfälle

- Kleinteile
- Geringer Bestand der Artikel

Vorteile

- Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Hohe Umschlagsleistungen
- Hohe Raumnutzung
- Möglichkeit zur Automatisierung

Nachteile

- Hohe Investitionskosten, insbesondere bei Automatisierung
- An bestimmtes Lagermittel (Behälter) gebunden
- Aufwändige Vorbereitung der Artikel für die Einlagerung (Umpacken in Behälter erforderlich)

*Wabenregal*³³ Dieses Regal ist insbesondere für die Aufnahme von Langgut geeignet. Das Langgut z. B. Rohre, Stangenmaterial, liegt in kanalähnlichen neben- oder übereinander liegenden Fächern, die entweder aus starren Rahmenstützen aufgebaut sind oder durch Übereinandersetzen von U-förmigen Rahmen in bestimmten Abständen hintereinander angeordnet entstehen. Die Bedienung erfolgt über die Stirnseite.³⁴

Einsatzfälle

- Lagerung von Langgut
- Schutz der Lagergüter vor Beschädigung durch Knicken

Vorteile

- Gute Zugriffsleistung
- Hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Güter
- Gute Raumvolumennutzung

³² Vgl. Oeldorf und Olfert (2004, S. 320).

³³ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 235).

³⁴ Vgl. Martin (2006, S. 362).

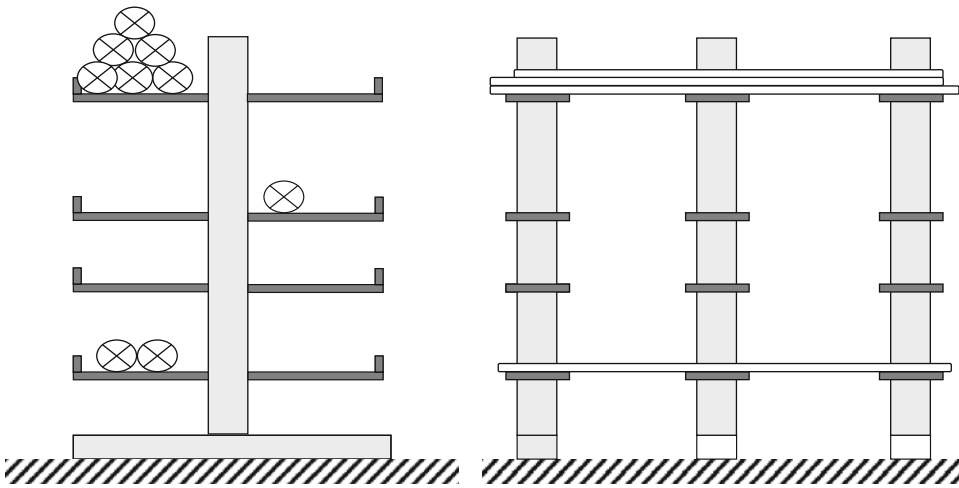


Abb. 2.10 Kragarmregal

Nachteile

- Geringe Automatisierungsmöglichkeit
- Hohe Investitionskosten

Kragarmregal Diese Lager bestehen aus einer Mittelstütze und einem Bodenriegel, sowie ein- oder doppelseitig angebrachten Kragarmen. Die Bedienung erfolgt über die Längsseite.³⁵

Das Lagergut kann mit oder ohne Ladehilfsmittel auf den Kragarmen gelagert werden (Abb. 2.10).

Einsatzfälle

- Lagerung von Langgut
- Lagerung von stoß- und druckunempfindlichen Materialien

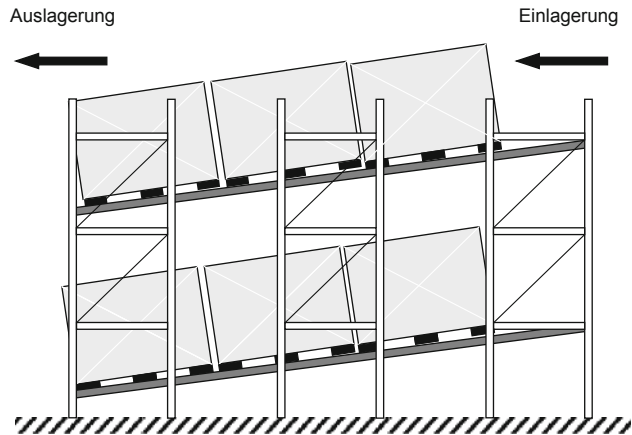
Vorteile

- Gute Zugriffsleistung
- Anpassungsfähigkeit
- Gute Raumvolumennutzung

Nachteile

- Geringe Automatisierungsmöglichkeit
- Beschädigung des Lagergutes durch die Kragarme möglich

³⁵ Vgl. Martin (2006, S. 362).

Abb. 2.11 Durchlaufregale

Dynamische Lager mit beweglicher Lagereinheit

*Durchlaufregal*³⁶ Bei dieser Regalkonstruktion sind die Durchlaufkanäle für Paletten oder Behälter nebeneinander und/oder übereinander angeordnet. Die Paletten oder Behälter werden aufgabeseitig auf die geeigneten Rollbahnen gestellt und bewegen sich mittels Schwerkraft zur Entnahmeseite. Bei Schwerlastbetrieb ist auch der Einsatz von elektrischen Antrieben zur Fortbewegung der Lagergüter möglich (Abb. 2.11).

Einsatzfälle

- Lagerung von Artikeln, die zwingend nach dem fifo-Prinzip ein- und ausgelagert werden müssen
- Geringe Sortimentsbreite mit hohem Bestand
- Lagerung von Produkten mit hohen Lagerungsanforderungen (z. B. Kühlprodukte)

Vorteile

- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Übersichtlichkeit
- Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Beschickung und Entnahme sind unabhängig voneinander
- Leichte Bestandsüberwachung
- Hohe Zugriffsleistung

³⁶ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 235 f).

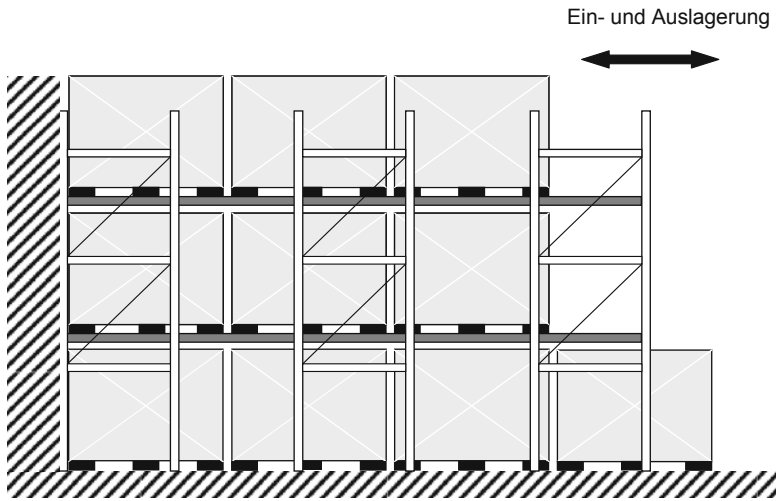


Abb. 2.12 Einschubregale

Nachteile

- Kein Zugriff auf Einzelpaletten
- Hohe Investitionskosten
- Hohe Anforderung an die Verpackung des Lagergutes (Beschädigung möglich)
- Hohe Störanfälligkeit

Einschubregal Einschubregale sind Schwerkraftregale, wobei eine Palette auf eine Rollbahn innerhalb eines Lagerkanals gestellt und durch die nächste Palette weitergeschoben wird³⁷ (Abb. 2.12).

Einsatzfälle

- Geringe Sortimentsbreite mit hohem Bestand
- Lagerung von Produkten mit hohen Lagerungsanforderungen (z. B. Kühlprodukte)

Vorteile

- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Übersichtlichkeit

³⁷ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 237).

Nachteile

- Kein Zugriff auf Einzelpaletten
- Keine Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Hohe Investitionskosten
- Hohe Anforderung an die Verpackung des Lagergutes (Beschädigung möglich)
- Hohe Störanfälligkeit

Satellitenregal Bei den Satellitenregalen wird durch Hintereinanderlagerung von mehreren Paletten ein höherer Raumnutzungsgrad erreicht. Die Regalbedienung erfolgt über einen schienengeführten Verteilwagen in jeder Ebene. Zur senkrechten Bewegung werden ein- oder mehrere Aufzüge eingesetzt. Der Verteilwagen besitzt einen sogenannten Satelliten, der in die Lagerkanäle einfährt, sich unter der Palette positioniert, diese anhebt und zum Verteilerfahrzeug zurück bringt.³⁸

Einsatzfälle

- Geringe Sortimentsbreite mit hohem Bestand
- Lagerung von Produkten mit hohen Lagerungsanforderungen (z. B. Kühlprodukte)

Vorteile

- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Einfache Erweiterbarkeit

Nachteile

- Kein Zugriff auf Einzelpaletten
- Hohe Investitionskosten
- Hohe Störanfälligkeit

Dynamische Lager mit beweglichem Regal

*Verschieberegale*³⁹ Die Regalkörper werden auf seitlich verfahrbaren schienengebundenen Fahrgestellen angebracht, um Bediengänge öffnen und schließen zu können (Abb. 2.13).

Einsatzfälle

- Aufnahme eines breiten Sortiments auf engstem Raum
- Einzelzugriff auf die Artikel

³⁸ Vgl. Martin (2009, S. 377).

³⁹ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 237).

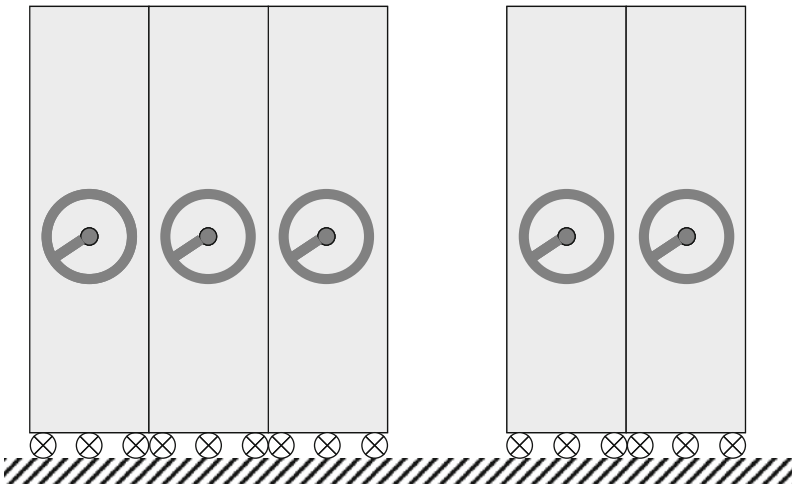


Abb. 2.13 Verschieberegale

Vorteile

- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Übersichtlichkeit
- Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Einzelzugriff auf jeden Lagerplatz
- Schutz des Lagergutes

Nachteile

- Geringe Zugriffsleistung
- Geringe Automatisierungsmöglichkeit
- Schlechte Erweiterungsmöglichkeit
- Hohe Investitionskosten
- Geringe Zugriffsgeschwindigkeit durch Wartezeiten zur Öffnung des Regals

*Umlaufregal*⁴⁰ Hierbei handelt es sich um eine Lagerart mit Lagergestellen, in dem das Lagergut zusammen mit dem Lagergestell entweder horizontal (Karusselllager) oder vertikal (Paternoster) bewegt wird.

*Paternosterregal*⁴¹ Bei diesem Lager werden die Lastaufnahmeeinrichtungen (Fachböden) zwischen zwei parallelen vertikal umlaufenden Ketten eingehängt, die i. d. R. mit einem

⁴⁰ Vgl. Arnold (2008, S. 655 f).

⁴¹ Vgl. Arnold (2008, S. 655 f).

Elektromotor angetrieben werden. Der Antrieb und die Steuerung bewirken den Transport der angeforderten Fachebene zur Entnahmeöffnung.

Einsatzfälle

- Lagerung von Kleinteilen oder Akten
- Einzelzugriff auf die Artikel
- Etagenpaternoster für Langgut und Ballen (z. B. Teppichballen)
- Schwerlastpaternoster für Lasten bis 50 t

Vorteile

- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Saubere Lagerungsmöglichkeit
- Berechtigungskonzept einfügbar, daher hohe Sicherheit
- Übersichtlichkeit
- Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Einzelzugriff auf jeden Lagerplatz
- Schutz des Lagergutes

Nachteile

- Hohe Störanfälligkeit
- Schlechte Erweiterungsmöglichkeit
- Hohe Investitionskosten

*Karusselllager*⁴² Das Karusselllager ist ein automatisiertes Lagersystem. Es besteht aus einer Reihe von Trageinheiten mit Fachböden, die auf einer ovalen Bahn umlaufen. Auf diesem Weg gelangen die angeforderten Waren zum Bedienpersonal.

Einzelne Karusselllager werden dabei ohne Gangflächen direkt aneinander gereiht und dienen gleichzeitig zum Kommissionieren und Lagern.

Einsatzfälle

- Lagerung und Kommissionierung in einem System
- Hoher Schutz der Artikel

Vorteile

- Hohe Ein- und Auslagerleistung
- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Saubere Lagerungsmöglichkeit
- Berechtigungskonzept einfügbar, daher hohe Sicherheit
- Übersichtlichkeit

⁴² Arnold (2008, S. 655 f).

- Umsetzung des fifo-Prinzips möglich
- Einzelzugriff auf jeden Lagerplatz
- Schutz des Lagergutes

Nachteile

- Schlechte Erweiterungsmöglichkeit
- Hohe Investitionskosten
- Hohe Wartungskosten
- Hohe Störanfälligkeit
- Geringe Flexibilität

Dynamische Lager mit beweglichem Regal mit beweglichem Fördermittel

*Hochregallager*⁴³ Hierbei handelt es sich um ein Grundfläche sparendes, mittels Stahlkonstruktion in der Höhe ausgedehntes Lager. Die Ein- und Auslagerung erfolgt bis zu einer Höhe von ca. 10 m mit Schubmaststaplern, bis zu einer Höhe von ca. 14 m mit Schmalgangstaplern und bis zu einer Höhe von 45 m automatisiert durch spezielle Regalbediengeräte.

Einsatzfälle

- Breites Artikelspektrum mit hohen Beständen
- Schnelle Ein- und Auslagerung
- Hohe Lageranforderungen durch das Lagergut (z. B. Tiefkühlager)

Vorteile

- Hohe Anpassung an unterschiedliche Lagergüter
- Gute Zugriffsmöglichkeiten auf einzelne Artikel
- Hohe Transparenz
- Günstige Lagerorganisation
- Gute Bestandsüberwachung
- Hoher Automatisierungsgrad
- Niedriger Personalbedarf
- Hohe Umschlagsleistung

Nachteile

- Hohe Investitionskosten
- Hohe Betriebskosten
- Aufwändige Erweiterungsmöglichkeit
- Hohe Störanfälligkeit

⁴³ Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 233).

*Lagerplatzzuordnung*⁴⁴ In einem Lagerhaus werden tausende Artikel unterschiedlichster Form und Beschaffenheit gelagert. Um dabei den verfügbaren Platz optimal zu nutzen und das Lagerhaus effizient zu betreiben, ist eine klare und koordinierte Lagerplatzzuordnung notwendig. Die Wahl der Art und des Ortes der Einlagerung richtet sich nach Gewicht, Menge, Verpackung, Empfindlichkeit, Gefährlichkeit, Wert, Haltbarkeit, Verwendungsart und Umschlagshäufigkeit des einzulagernden Gutes. Grundsätzlich bieten sich dazu zwei verschiedene Möglichkeiten der Lagerplatzzuordnung an: die feste Lagerplatzzuordnung und die vollständig freie bzw. chaotische Lagerplatzzuordnung.

Bei der festen Lagerplatzzuordnung wird jeder Artikel auf einem festgelegten Platz eingelagert. Eine sehr einfache Art, den Lagerplatz für einen Artikel festzulegen besteht darin, Artikel immer an ein und demselben Ort zu lagern. Charakteristisch für diese feste Lagerplatzzuordnung ist, dass die Warengruppen getrennt gelagert werden. Dies hat den Vorteil, dass Artikel einfach gefunden werden können. Somit kann auf die Waren auch zugegriffen werden, wenn die elektronische Lagerbestandsverwaltung ausfällt. Allerdings kann so die Auslastung der Lagerhauskapazität insbesondere bei schwankenden Lagerbeständen je Warengruppe gering sein.

Eine Variante dieser Lagerplatzzuordnung ist die Zuordnung eines Lagerplatzes innerhalb fester Bereiche. Dies kann durch eine Querverteilung oder eine freie Lagerplatzzuordnung innerhalb fester Zonen vorgenommen werden.

Bei der festen Lagerplatzzuordnung besteht das Problem, dass ein Artikel nicht ausgelagert werden kann, wenn z. B. ein fest installiertes Fördermittel wie ein Regalbediengerät in einem Hochregallager ausfällt. Diesem Problem kann begegnet werden, indem mehrere Ladeeinheiten eines Artikels über verschiedene Gänge verteilt werden. Diese Querverteilung hat zudem den Vorteil, dass bei stark nachgefragten Artikeln gleichzeitig auf mehrere Gassen zugegriffen werden kann. Dazu ist ein IT-System mit einer Zuordnungsdatei erforderlich, aus der entnommen wird, an welchem Lagerplatz welcher Artikel gelagert wird.

Eine weitere Möglichkeit, die Lagerplätze effizient zu vergeben, ist, Warengruppen z. B. nach deren Zugriffshäufigkeit zu trennen und für die einzelnen Warengruppen vorgegebene Bereiche festzulegen. Bei dieser Zonung sollten Artikel, die häufig ein- und ausgelagert werden, nahe am Ein- bzw. Auslagerungspunkt gelagert werden. Artikel mit einem großen Volumen je Verkaufseinheit sollten hingegen entfernt vom Ein- bzw. Auslagerungspunkt gelagert werden, um die – für den Transport benötigten – Wege für möglichst viele Artikel gering zu halten. Dazu kann die Klassifizierung der Artikel mit Hilfe einer ABC-Analyse vorgenommen werden. Ein Vorteil der freien Lagerplatzzuordnung innerhalb fester Zonen liegt darin, dass die Waren häufiger umgeschlagen werden. Allerdings reduziert sich dadurch die Lagerkapazität. Zudem ist ein IT-System erforderlich, das eine effiziente Zonung vornimmt und den Lagerplatz der einzelnen Artikel verwaltet.

Wenn es in einem Lagerhaus keine nach Güterart festgelegte Ordnung gibt, spricht man von einer freien Lagerplatzzuordnung, Einzelplatzlagerung oder chaotischen Lagerung. Dabei kann jedes Gut an jedem gerade freien Platz gelagert werden. Es wird das Ziel

⁴⁴ Vgl. z. B. Pfohl (2010, S. 120 f), Kummer et al. (2009, S. 280 f).

verfolgt, den Lagerraum optimal auszunutzen – möglichst auch bei stark schwankender Nachfrage. Da die Güter bei der chaotischen Lagerung an zufällig freien Lagerplätzen gelagert werden, ist bei einer großen Anzahl von Lagerplätzen eine elektronische Steuerung und Kontrolle der Ein- und Auslagerung erforderlich. Dies übernimmt eine elektronische Datenverarbeitungsanlage, die einem einzulagernden Gut automatisch einen Lagerplatz der erforderlichen Größe anweist. Sie registriert dabei, welches Gut in welchen Mengen an welchem Lagerplatz gelagert ist.

2.2.2.6 Lagertechnik für Schüttgut

Freilager Hierbei handelt es sich um Lagerplätze im Freien, auf denen auf einem befestigten Boden Schüttgüter zu Haufen (Halden) aufgeschüttet werden. Zur Abtrennung der einzelnen Lagergüter oder zur Stabilisierung der Halden können sie mit Stützmauern umgeben sein. Freilager bieten keinen Schutz vor Witterungseinflüssen, so dass sich diese Lagerungsform nur unempfindliche Güter, z. B. Sande, Kiese oder Steinkohle, eignet. Die Lagerkapazität wird durch die Höhe der Lagerplatzeinfassung, die Schüttdichte und den Schüttwinkel des Gutes bestimmt.

Gebäudelager Werden die Schüttgüter zum Schutz vor witterungsbedingten Einflüssen in geschlossenen Räumen gelagert, so spricht man von einem Gebäudelager. Der Einsatz von Klimaanlage dient dem Schutz bestimmter Lagergüter.

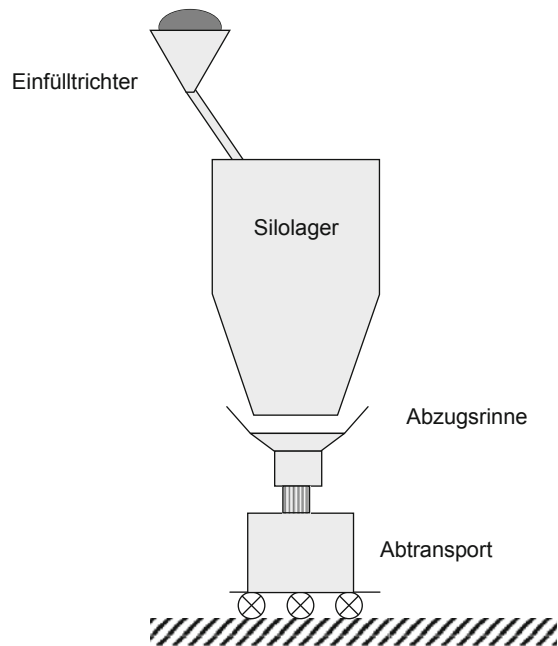
*Silos (Bunker)*⁴⁵ Empfindliche Schüttgüter werden aufgrund ihrer Stoffeigenschaften in Silos oder Bunkern gelagert. Dabei handelt es sich um Speicher, die aus senkrecht stehenden Metall- oder Betonhohlkörpern mit verschiedenen Querschnitten bestehen. Die Gutzufuhr erfolgt von oben, die Entnahme am unteren Auslauf durch einen konischen oder keilförmigen, geneigten Auslaufrichter mit entsprechendem Verschluss und Austragstechnik, was ein Nachrutschen des Gutes aufgrund der Schwerkraft voraussetzt. Das Lagergut muss sich durch gute Fließeigenschaften und hoher Druckbeständigkeit auszeichnen. Das Fließverhalten wird durch Korngröße, Schüttdichte, Temperatur und Feuchtigkeit des Gutes bestimmt. Darüber hinaus ist die Bauform des Silos (z. B. Höhe im Verhältnis zum Durchmesser, Querschnittsform, Größe und Form des Auslaufs, Neigung des Entnahmetrichters) von großer Bedeutung.

Die Entnahme bei kohäsionlosen, d. h. freifließenden Schüttgütern ist vergleichsweise einfach über z. B. eine Zellenradschleuse oder einen Schieber möglich. Bei kohäsive, d. h. zusammenhaltenden Schüttgütern ist die Entnahme schwieriger und kann über eine spezielle Fördertechnik, z. B. Förderschnecke, realisiert werden.

Abbildung 2.14 zeigt ein Beispiel für ein Silolager.

⁴⁵ Die Begriffe Bunker und Silo werden häufig synonym verwendet, vornehmlich im bergmännischen Kontext findet man den Begriff „Bunker“ für die Lagerung unter Tage.

Abb. 2.14 Schematische Darstellung eines Silolagers



2.2.2.7 Kommissionierung

Kommissionieren ist das Zusammenstellen von bestimmten Teilmengen (Artikeln) aus einer bereitgestellten Gesamtmenge (Sortiment) aufgrund von Bedarfsinformationen (Auftrag). (Schulte (2009, S. 252))

Die Kommissionierung gehört zu den wichtigsten Aufgaben im Lagerbereich.

Dabei kann es sich um interne Aufträge (= produktionsorientierte Aufträge) oder externe Aufträge, d. h. Kundenaufträge (= absatzorientierte Aufträge) handeln.

In Abb. 2.15 wird die Kommissionierung im innerbetrieblichen Materialfluss dargestellt.

Begriffsrelationen in der Kommissioniertechnik Die Beziehung zwischen den Begriffen Sortiment, Auftrag, Bereitstellereinheit, Artikel, Position und Auftrag wird in veranschaulicht (Abb. 2.16).

Durch den Auftrag (= Bedarfsinformation, Order) wird dem Kommissionierer mitgeteilt, welche Artikel in welcher Menge er aus dem Lager zu entnehmen hat. Das Sortiment (= Gesamtsortiment, Waren, Güter) bezeichnet die Summe aller eingelagerten Artikel eines Unternehmens.

Als Position (= Auftragszeile, Kommissioniereinheit) wird eine Zeile im Kommissionierauftrag bezeichnet. Die Bereitstellereinheit (= Lagereinheit) gibt an, wie der Artikel im Kommissionierlager gelagert wird, z. B. eine Palette mit 200 Kartons. Die Entnahmeeinheit (= Greifeinheit, Pickeinheit) gibt die kleinste Einheit an, die kommissioniert werden kann, z. B. ein Karton mit 20 Stück Seife.

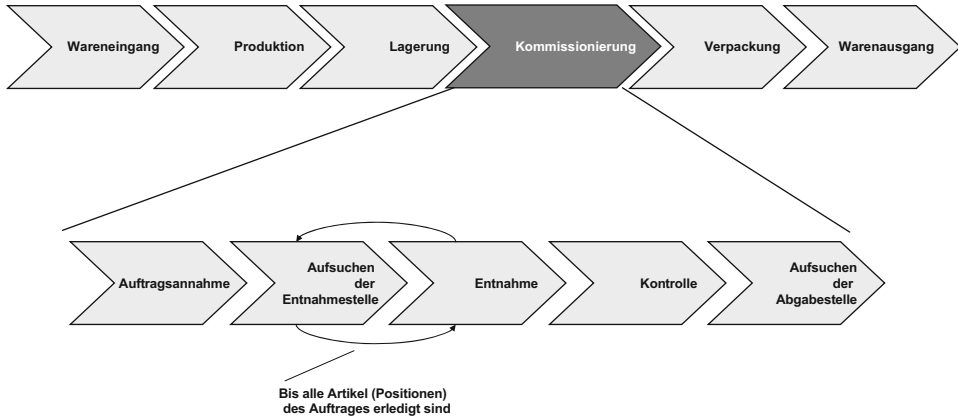
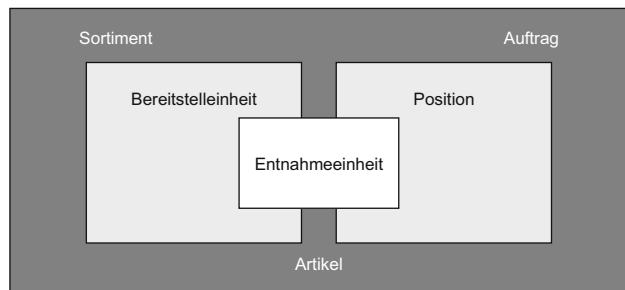


Abb. 2.15 Prozesskette der Kommissionierung. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 252))

Abb. 2.16 Begriffsrelationen in der Kommissioniertechnik



Ein Kommissioniervorgang setzt sich aus folgenden Schritten zusammen:⁴⁶

1. Transportinformationen vorgeben (für Güter und/oder Kommissionierer)
2. Gütertransport zum Bereitstellort
3. Bewegung des Kommissionierers zum Bereitstellort
4. Entnahmeinformationen vorgeben
5. Entnahmeeinheit wird durch den Kommissionierer entnommen
6. Entnahmeeinheiten abgeben
7. Entnahmevorgänge quittieren
8. Sammeleinheitentransport zur Abgabe
9. Vorgabe der Transportinformationen für die angebrochenen Bereitstelleinheiten
10. Die angebrochenen Bereitstelleinheiten werden transportiert.

⁴⁶ Vgl. Schulte (2009, S. 256).

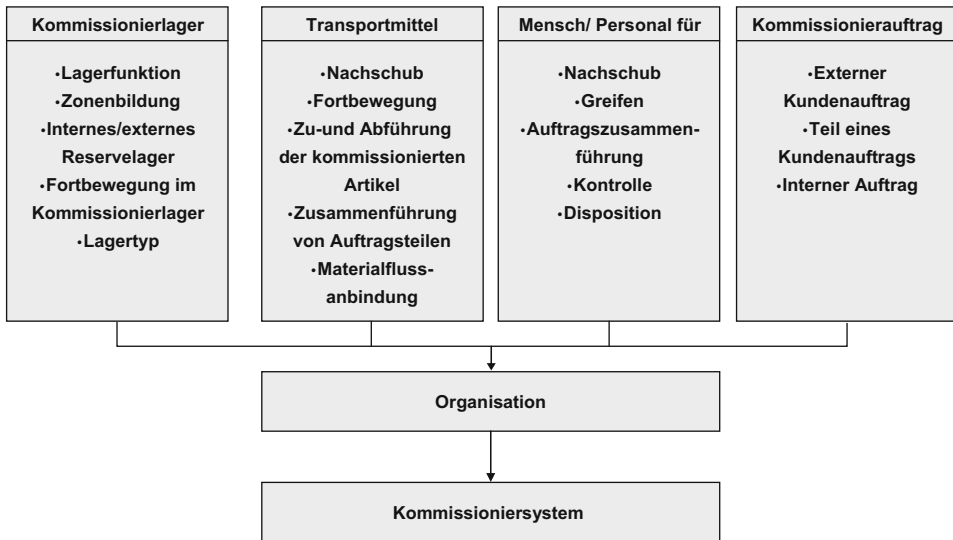


Abb. 2.17 Entscheidungsalternativen und Elemente von Kommissioniersystemen. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 253))

Die Entscheidungsalternativen in Kommissioniersystemen betreffen die Elemente

- Kommissionierlager
- Transportmittel
- Mensch
- Kommissionierauftrag

In Abb. 2.17 werden die Entscheidungsalternativen in Kommissioniersystemen dargestellt.

Bereitstellung der Waren für die Kommissionierung Die Bereitstellung kann entweder statisch nach dem Prinzip „Person-zur-Ware“ oder dynamisch „Ware-zur-Person“ erfolgen.⁴⁷

Bei der Bereitstellung „Person zur Ware“ bewegt sich der Kommissionierer eindimensional, d. h. entweder zu Fuß oder mittels Fahrzeug ohne Hub, in einer vorher festgelegten Reihenfolge durch das Kommissionierlager. Zu den Kommissionierlagern gehören alle „klassischen“ Regalsysteme wie Fachbodenregale, Kragarmregale, Palettenregale sowie Durchlaufregale als ein- oder mehrgeschossige Ausführungen. Nutzt der Kommissionierer Hilfsmittel wie Kommissionierstapler oder Regalbediengeräte spricht man von einer zweidimensionalen Fortbewegung.

⁴⁷ Vgl. Ehrmann (2008, S. 352).

Einsatzfälle

- Mittlere Entnahmemengen pro Position sind ein kleiner Teil der bereitgestellten Menge
- Entnahmen sind ohne Hilfsmittel möglich
- Hohe Anzahl an Positionen je Auftrag
- Abwicklung von Eilaufträgen
- Kurzfristige Kapazitätserhöhung durch zusätzlichen Personaleinsatz

Vorteile

- Alle Artikel im Zugriff
- Flexibel gegenüber stark schwankenden Anforderungen
- Kürzere mittlere Auftragsdurchlaufzeiten
- Geringer Investitionsaufwand

Nachteile

- Geringere Kommissionierleistungen pro Kommissionierer bei Aufträgen mit weniger Zeilen wegen großer Wegezeitanteile
- Keine optimale Arbeitsplatzgestaltung
- Nachschubsteuerung aufwändiger

Die Kommissionierung wird durch folgende Hilfsmittel unterstützt:

- Laufkarte (= Kommissionierliste)
- Barcode-Label (Als Strichcode, Balkencode oder Barcode (engl. bar für Balken) wird eine optoelektronisch lesbare Schrift bezeichnet, die aus verschiedenen breiten, parallelen Strichen und Lücken besteht. Der Begriff Code steht hierbei für die Abbildung von Daten in binären Symbolen. Die Daten in einem Strichcode werden mit optischen Lesegeräten, wie z. B. Barcodelesegeräten (Scanner) oder Kameras, maschinell eingelesen und elektronisch weiterverarbeitet).
- RFID-Tags: (RFID = Radio-frequency identification) ermöglicht die automatische Identifizierung und Lokalisierung von Gegenständen. Ein RFID-System besteht aus einem Transponder, der sich an der Ware befindet und diese kennzeichnet, sowie einem Lesegerät zum Auslesen der Transponder-Kennung. Das Lesegerät enthält eine Software (ein Mikroprogramm), das den eigentlichen Leseprozess steuert, und eine RFID-Middleware mit Schnittstellen zu weiteren EDV-Systemen und Datenbanken. In der Regel erzeugt das Lesegerät ein elektromagnetisches Hochfrequenzfeld geringer Reichweite. Damit werden nicht nur Daten übertragen, sondern auch der Transponder mit Energie versorgt. Vorteile dieser Technik ergeben sich aus der Kombination von Kleinheit der Transponder, der Auslesemöglichkeiten mehrerer Einheiten in einem Arbeitsschritt (Bulkfassung) und

dem mittlerweile geringem Preis der Transponder (teilweise im Cent-Bereich). Diese neue Technik verdrängt zunehmend den heute noch weit verbreiteten Barcode.⁴⁸

- Handheld-Datenerfassungsgeräte (Laserscanner) dienen dem Auslesen von Daten aus Datenträgern, z. B. Barcode oder RFID-Transponder. Handheldgeräte verfügen über eine eigene Stromversorgung und ein breites Anwendungsspektrum mit einer Vielzahl von Funktionen.
- Pick-by-voice: Bei der Kommissionierung nach „Pick-by-Voice“ werden dem Kommissionierer über Headset die einzelnen Positionen akustisch mitgeteilt. Der Vorteil dieser Methode ist, dass der Kommissionierer die Hände frei hat.
- Pick-to-light: Bei Pick-to-Light-Systemen erfolgt die Steuerung des Kommissionierers über ein optisches Signal. Jedes Lagerfach ist mit einer Signallampe, einem Display und einer Quittierungstaste ausgestattet. Über die Signallampe wird dem Kommissionierer das Lagerfach angezeigt, aus dem die Ware zu entnehmen ist, das Display gibt die entsprechende Anzahl an. Nach Entnahme quittiert der Kommissionierer die Entnahme und wird zum nächsten Fach geleitet.

In der letzten Zeit werden zunehmend Kommissionierautomaten und Kommissionierroboter eingesetzt.⁴⁹

Die Verwendung von Kommissionierautomaten bereitet in der Praxis noch Schwierigkeiten, da die sehr schnell arbeitenden Maschinen nicht breit eingesetzt werden können. Sie eignen sich nur für die Kommissionierung von Waren mit bestimmten Abmessungen und Verpackungen sowie Ladehilfsmitteln.

Auch Kommissionierroboter bereiten in der praktischen Anwendung noch Schwierigkeiten. Sie müssen mit universell einsetzbaren Greifeinrichtungen und aufwändigen Bildverarbeitungssystemen ausgestattet sein, um die komplexen Kommissioniertätigkeiten ausführen zu können.

Bei der Bereitstellung Ware zur Person werden die Waren aus einem in der Regel automatisierten Lager meist mit automatischen Geräten zum ortsfesten Arbeitsplatz des Kommissionierers transportiert. Als Regale können horizontale und vertikale Umlaufregale, automatische Behälterlager sowie Palettenlager eingesetzt werden.

Einsatzfälle

- Mittlere Entnahmemengen pro Position sind ein großer Teil der bereitgestellten Menge
- Entnahmen nur mit Hilfsmittel möglich
- Geringe Anzahl an Positionen je Auftrag
- Gleichmäßig hohe Auslastung

⁴⁸ Ausführliche Informationen z. B. bei Finkenzeller (2008).

⁴⁹ Vgl. Ehrmann (2008, S. 354).

Vorteile

- Hohe Kommissionierleistung, da Wegezeiten entfallen
- Optimale Gestaltung der Entnahmearbeitsplätze
- Einsatz von Entnahmehilfsmitteln (z. B. Kränen bei sehr schweren Teilen) möglich
- Bearbeitung, wie Schneiden, Wiegen, Abmessen etc. möglich

Nachteile

- Nur wenige Artikel im Zugriff
- Wenig flexibel gegenüber stark schwankenden Anforderungen
- Längere mittlere Auftragsdurchlaufzeiten
- Keine Eilaufträge
- Hoher Investitionsaufwand

Kommissionierzonen Bei der Organisation des Kommissioniervorganges ist grundsätzlich zu entscheiden, ob einzonig oder mehrzonig gearbeitet werden soll. Bei dem einzonigen Verfahren sammelt jeder Kommissionierer die Ware aus dem gesamten Lagerbereich.

Bei dem mehrzonigen System ist jedem Kommissionierer ein Lagerteilbereich zugeordnet.

*Kommissionierstrategien*⁵⁰

a. Einstufige oder auftragsbezogene Kommissionierung

Hierbei erfolgt die Zusammenstellung des Auftrages in einem Arbeitsprozess, d. h. der Kommissionierer entnimmt nur für einen Auftrag Position für Position die verschiedenen Artikelmenen, übergibt den kompletten Auftrag an der Sammelstelle und beginnt dann mit der Kommissionierung des folgenden Auftrages.

Eine Variante dieser Strategie ist das gleichzeitige Kommissionieren von zwei oder mehreren Aufträgen, wobei die Artikel am Entnahmeort in die verschiedenen, dem jeweiligen Auftrag zugeordneten Kommissionierbehälter sortiert werden. Dieses Verfahren erspart Wegezeiten.

Eine andere Variante ist das einstufige, mehrzonige Kommissionieren; der Auftrag wandert mit dem Kommissionierbehälter von Lagerzone zu Lagerzone und wird von verschiedenen Kommissionierern komplettiert, bevor die Übergabe zur Sammelstelle erfolgt. Vorteile dieser Variante können darin bestehen, dass durch den Einsatz geeigneter Fördermittel Wegezeiten gespart werden und die Kommissionierleistung durch verbesserte

⁵⁰ Vgl. z. B. Schönsleben (2007, S. 798).

Kenntnisse des „Teilsortiments“ steigt. Der Vorteil dieser einstufigen oder auftragsbezogenen Kommissionierung liegt darin, dass die gesammelten Artikel nicht mehr umsortiert werden müssen.

b. Zweistufige oder artikelbezogene Kommissionierung

Diese Kommissionierstrategie wird dann eingesetzt, wenn aus einem sehr umfangreichen Sortiment viele Aufträge mit wenigen Einzelpositionen kommissioniert werden müssen.

Als erste Stufe wird im Lager nicht mehr auftragsbezogen, sondern artikelbezogen kommissioniert. Das bedeutet, dass der Kommissionierer nach Listen entnimmt, auf welchen die Artikel aus einer Vielzahl von Aufträgen komprimiert und ausgedruckt sind.

In der zweiten Stufe werden die so vorkommissionierten Artikel auftragsbezogen umsortiert, bevor die Übergabe an die Weiterbearbeitung erfolgt. Das Sortieren kann manuell oder durch leistungsfähige Sortieranlagen erfolgen.

Bei dieser Strategie ist es oftmals sinnvoll, das Lager in unterschiedliche Kommissionierungszonen aufzuteilen, also mehrzonig zu arbeiten.

2.2.2.8 Leittechnik im Lager

Bei Warehouse Management Systemen handelt es sich um Software, die der effizienten Steuerung, Verwaltung und Überwachung aller Prozesse in einem Lagersystem dient. In dem System werden Kundenaufträge erfasst und bearbeitet, der innerbetriebliche Transport und das Hofmanagement abgebildet sowie die Fördertechnik gesteuert und verwaltet. Darüber hinaus unterstützt das Warehouse Management System die Mengen- und Platzverwaltung und Steuerung des Nachschubes. Ferner können in dem System der Transporteinheiten gebildet und das Tourenmanagement abgewickelt werden.

Mobile Datenterminals dienen der Informationsübermittlung.

Ein Stapler-Leitsystem führt die Stapler in einem Logistiksystem unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien optimiert durchs Lager. Kriterien für die Optimierung sind u. a. kürzeste Anschlussfahrt, Auftragsprioritäten, Fahrauftragstypen, Fahrzeugfunktionen, Kapazitäten für Anhänger, Ladungsträgertypen und Fahrzeugtypen. Wartezeiten und Leerfahrten der Fahrzeuge werden reduziert.

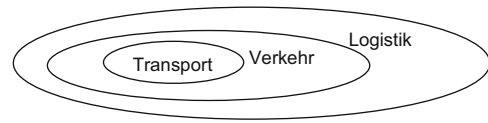
Das Datenterminal dient der Beauftragung von Staplern, der Auftragsannahme und -quittierung, sowie der Auftragsvisualisierung.

2.2.3 Transport

2.2.3.1 Begriffsabgrenzung und Definitionen

Für die Begriffe „Transport“ und „Verkehr“ findet sich in der Literatur keine einheitliche Abgrenzung, oft findet eine synonyme Verwendung statt.

Abb. 2.18 Hierarchie der Untersuchungsbereiche Transport, Verkehr und Logistik. (Vgl. Ihde (2001, S. 15))



Nach Ihde besteht zwischen den Begriffen „Transport“, „Verkehr“ und „Logistik“ eine hierarchische Beziehung.⁵¹ Unter Transport wird der Begriff mit dem engsten Bedeutungsumfang verstanden, nämlich den reinen Beförderungsvorgang von A nach B mit Hilfe eines Transportmittels. Als Verkehr bezeichnet Ihde die Organisation des Transportes. Nach Oelfke⁵² hat der Verkehr die Aufgabe, „der Wirtschaft und damit auch dem Verbraucher bei der Überwindung des Raumes zu dienen“. Objekte des Verkehrs sind Güter, Personen und Informationen. In Abgrenzung zum Transport, der sowohl Orts- als auch Orts- und Zeittransformation sein kann, zählen zum Verkehr zusätzlich die organisatorischen, kaufmännischen und infrastrukturellen Einrichtungen, die eine Orts- und Zeittransformation erst ermöglichen. Transport umfasst damit eher die einzelwirtschaftliche Raumüberbrückung, wohingegen der Verkehr die Gesamtheit aller Transporte und deren Rahmenbedingungen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht bezeichnet.

Der Begriff Logistik steht in der Hierarchie über den Begriffen Transport und Verkehr und umfasst die Optimierung aller Vorgänge, die in der gesamten Wertschöpfungskette von der Entstehung eines Gutes bis hin zur Entsorgung anfallen.⁵³

Abbildung 2.18 zeigt die Hierarchie der drei Begriffe.

Für die folgenden Ausführungen werden die Begriffe Transport und Güterverkehr synonym verwendet und die Definition nach Pfohl zugrunde gelegt.

Unter Transport versteht man die Raumüberbrückung oder Ortsveränderung von Transportgütern mit Hilfe von Transportmitteln. Jedes Transportsystem besteht aus einem Transportgut, dem Transportmittel und dem Transportprozess. (Pfohl (2010, S. 149))

Man unterscheidet zwischen innerbetrieblichem und außerbetrieblichem Transport. Innerbetriebliche Transporte finden innerhalb eines Werkes (vom Wareneingang zum Lager, vom Lager zur Produktion oder innerhalb der Produktion) oder innerhalb eines Lagers statt. Außerbetriebliche Transporte finden zwischen dem Unternehmen und seinen Kunden, zwischen den Werken und zu den Lagern des Unternehmens, sowie zwischen einzelnen Lagerstandorten eines Unternehmens (Lager-Lager-Transporte) statt.

Das Transportproblem in einem logistischen Netzwerk ist gekennzeichnet durch das Transportgut, die Struktur und Beschaffenheit des Liefergebietes, den Standort der Liefer- und Empfangspunkte, sowie durch die Art des Angebotes und der Nachfrage nach Transportleistungen.

⁵¹ Vgl. Ihde (1991, S. XI).

⁵² Vgl. Oelfke (2000, S. 16).

⁵³ Vgl. Ihde (1991, S. 1–15).

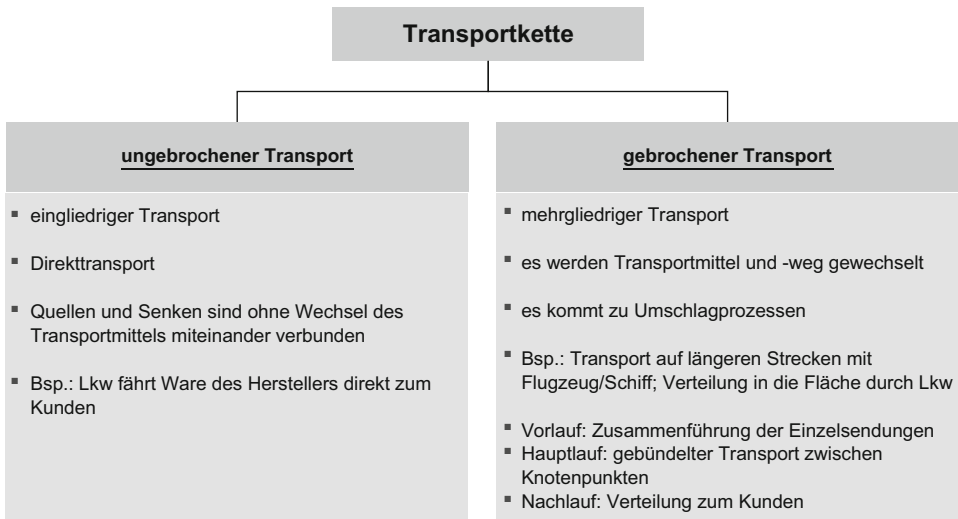


Abb. 2.19 Möglichkeiten zum Aufbau von Transportketten. (Vgl. Pfohl (2010, S. 159))

Für die Lösung des Transportproblems sind die beiden folgenden Fragen zu beantworten:

- Welches ist das günstigste Transportmittel?
- Welches ist der günstigste Transportprozess?

Die Lösung dieser Fragen besteht im Aufbau einer Transportkette. Darunter ist nach DIN 30781 eine „Folge von technisch und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden“ zu verstehen.

Transportketten können eingliedrig (= ungebrochen) oder mehrgliedrig (= gebrochen) sein. Eingliedrige Transportketten zeichnen sich dadurch aus, dass Liefer- und Empfangspunkt (Quelle und Ziel) ohne Wechsel des Transportmittels durchgeführt werden. Bei einem mehrgliedrigen Transport kommt es zu einem Wechsel des Transportmittels und damit zu Umschlagsprozessen.

Dieser Zusammengang ist in Abb. 2.19 dargestellt.

Das Verkehrssystem setzt sich aus den verfügbaren Verkehrsträgern, der Verkehrsinfrastruktur und den Verkehrsmitteln zusammen.

„Der Begriff Verkehrsträger fasst diejenigen Verkehrsunternehmen zusammen, die mit gleichartigen Verkehrsmitteln auf gleichen Verkehrswegen technisch gleichartige Güterbeförderungen durchführen“⁵⁴, d. h. die Unternehmen bieten Verkehrsleistungen an und bedienen sich einer Verkehrsinfrastruktur. Verkehrsleistungen werden von Verkehrsmitteln erbracht, die technische Einrichtungen (insbesondere Fahrzeuge) zur Beförderung

⁵⁴ Korf (2008, S. 35).

Tab. 2.2 Güterverkehrsaufkommen der Landverkehrsträger (in Mio. t). (Vgl. Kraftfahrtbundesamt, Statistisches Bundesamt)

	2006	2007	2008	2009
<i>Straßengüterverkehr</i>	3.257,0	3.393,9	3.472,9	3.397,3
<i>Davon auf inländischen LKW</i>	2.898,8	2.999,2	3.065,5	3.007,5
<i>Davon auf ausländischen LKW</i>	358,2	394,7	407,4	389,8
<i>Davon Kabotage*</i>	15,2	16,8	17,9	18,1
<i>Eisenbahnverkehr</i>	346,1	361,1	379,0	360,1
<i>Binnenschifffahrt</i>	243,5	249,0	245,6	234,1
<i>Davon auf deutschen Schiffen</i>	82,0	84,1	–	–
<i>Rohrfernleitungen (nur Rohöl)</i>	94,2	90,9	91,0	90,9
<i>Alle Landverkehrsträger</i>	3.940,9	4.094,9	4.188,3	4.082,4
<i>Seeverkehr</i>	299,2	310,9	316,6	259,5
<i>Luftverkehr</i>	3,3	3,5	3,6	3,4

*Als Kabotage bezeichnet man das Recht auf Erbringen von Transportdienstleistungen innerhalb eines Landes durch ein ausländisches Verkehrsunternehmen. Kabotage war bis zum 30. Juni 1998 verboten bzw. durch die Ausgabe eines begrenzten Kontingents beschränkt. Seit dem 1. Juli 1998 ist die Kabotage innerhalb der gesamten Europäischen Union freigegeben. Es gibt jedoch Übergangsregelungen mit den neuen EU-Ost Mitgliedsstaaten. Weitere Informationen siehe z. B. Bundesamt für Güterverkehr (BAG auf www.bag.bund.de)

von Gütern zu Lande, zu Wasser und in der Luft darstellen. Die Verkehrsmittel dienen zur Aufnahme des Transportgutes. Die Verkehrsinfrastruktur umfasst die ortsfesten Anlagen der einzelnen Verkehrszweige, z. B. Schienen- und Straßennetze, Binnenwasserstraßen, Flughäfen sowie Rohrleitungssysteme.

Man unterscheidet sechs Verkehrsträger, die für den Güterverkehr von Bedeutung sind. Das sind der Straßengüterverkehr, der Eisenbahngüterverkehr, der Luftfrachtverkehr, die Binnenschifffahrt, die Seeschifffahrt und der Transport über Rohrfernleitungen. Tabelle 2.2 zeigt die Aufteilung der insgesamt transportierten Gütermengen in Deutschland für die Jahre 2006–2009 bezogen auf die einzelnen Verkehrsträger, den so genannten „Modal Split“.

Als Modal Split werden in der Verkehrswissenschaft die Anteile der einzelnen Verkehrsmittel bzw. die Aufteilung des Gesamtverkehrs auf die einzelnen Verkehrsträger bezeichnet. Eine andere gebräuchliche Bezeichnung im Personenverkehr für Modal Split ist „Verkehrsmittelwahl“. Der Modal Split ist die Folge des Mobilitätsverhaltens der Menschen und der wirtschaftlichen Entscheidungen von Unternehmen einerseits und des Verkehrsangebots andererseits.

Tabelle 2.2 zeigt die Anteile des Güterverkehrs der Landverkehrsträger zwischen 2006–2009. Neben der Angabe der transportierten Tonnage wird die Beförderungsleistung im Güterverkehr zu Lande, zu Wasser und in der Luft (Verkehrsleistung) oft in sogenannten Tonnenkilometern (tkm) gemessen. Diese statistische Kennzahl errechnet sich als Produkt aus dem Gewicht der beförderten Güter und der Versandentfernung:

1 Tonnenkilometer (tkm) = Beförderung von Gütern im Gewicht von 1 t über 1 km

Tabelle 2.2 zeigt, dass bereits im Jahr 2006 mehr als 80 % der über Land transportierten Güter auf der Straße befördert wurden. Der Anteil des Straßenverkehrs hat sich in den darauffolgenden Jahren zunächst weiter vergrößert und ging erst gegen Ende der Wirtschaftskrise 2009 zurück. Studien zufolge ist für die nächsten Jahre wieder mit einer Steigerung zu rechnen. Ursachen dafür liegen in den Kundenanforderungen nach immer schnelleren und flexibleren Transportlösungen. Außerdem herrscht unter Unternehmen im Straßengüterverkehr ein harter Wettbewerb, was zu einem beachtlichen Preisverfall für Transportdienstleistungen in den letzten Jahren geführt hat. Der Straßenverkehr hat auf dieser Weise seine Marktposition gegenüber den konkurrierenden Verkehrsträgern weiter ausgebaut.

Anmerkungen zur Tab. 2.2

LKW:	Bis 1990 ohne Lkw im Werkfernverkehr bis 4 t Nutzlast und Zugmaschinen bis 40 kW; ohne grenzüberschreitenden und freigestellten Nahverkehr; ab 1991 ohne deutsche Lkw bis 6 t zGG oder 3,5 t Nutzlast; ab 2003 neue Datenbasis für ausländische Lkw; deutsche Lkw, ab 1999 mit zuvor nicht erfassten Transporten wie z. B. Abfälle, Lebende Tiere oder Luftfracht-Trucking; bis 2002 ohne Kabotage
Eisenbahn:	Bis 1990 ohne, ab 1991 mit Dienstgutverkehr; bis 1975 nur Stückgutversand im Bundesgebiet; ab 1999 mit Behältergewichten im kombinierten Verkehr
Binnenschiff:	Bis 1999 incl. Seeverkehr der Binnenhäfen mit Häfen außerhalb des Bundesgebietes
Pipeline:	Rohöl- und Mineralölproduktenleitungen über 40 km; ab 1996 nur Rohöl
Flugzeug:	Luftfracht und Luftpost; ab 1998 neue Kilometrierung (Abb. 2.20)

Betriebswirtschaftliche Entscheidungen für einen geeigneten Verkehrsträger erfolgen anhand der Kriterien Transportkapazität, Transportzeit, Transportsicherheit und Transportkosten sowie Netzdichte, Bedienungshäufigkeit (Frequenz), Pünktlichkeit (zeitliche Zuverlässigkeit) und Image des Verkehrsmittels/Verkehrsträgers. Zunehmend spielt auch die Beeinträchtigung der Umwelt eine immer größere Rolle.⁵⁵

2.2.3.2 Straßengüterverkehr

Unter Straßengüterverkehr versteht man Ortsveränderungsprozesse von Gütern durch kraftmaschinengetriebene Fahrzeuge. Dabei wird zwischen dem so genannten Werkverkehr, also den innerbetrieblichen Transport, der zumeist ein Bestandteil eines innerbetrieblichen Produktionsprozesses ist, und dem gewerblichen Verkehr, bei dem der Transport zwischen der Produktion einer Ware und dem Handel oder den Kunden, unterschieden.

Der Großteil der Güterbeförderung findet auf der Straße statt. Aus einer vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebenen Prognose geht hervor, dass der Straßengüterverkehr bis 2025 um 84 % wachsen wird.⁵⁶

⁵⁵ Vgl. Hessenberger und Krcal (1997, S. 39).

⁵⁶ Vgl. Ickert et al. (2007).

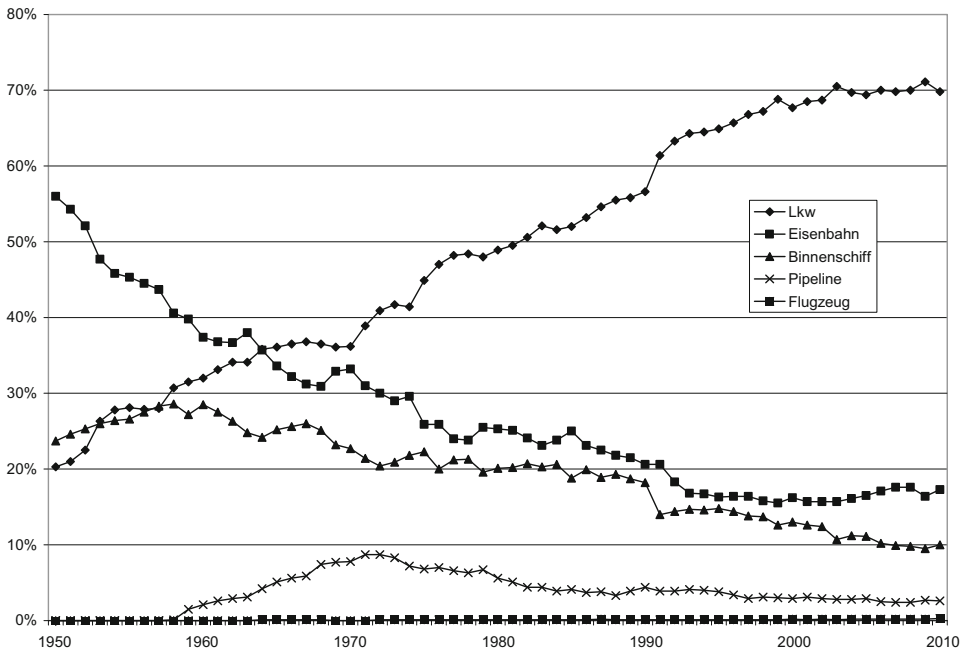


Abb. 2.20 Modal-Split im Güterverkehr 1950–2010 nach Tonnenkilometern. (Vgl. Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e. V. (2011))

Dafür gibt es mehrere Gründe. Der Straßenverkehr zeichnet sich durch eine sehr gute Netzbildungsfähigkeit aus.

Die Netzbildungsfähigkeit wird dabei definiert, durch

- die Möglichkeit, Transporte zu allen relevanten Raumpunkten durchführen zu können,
- den Vernetzungsgrad der Infrastruktur
- den Grad der Raumerschließung durch den jeweiligen Verkehrsträger.⁵⁷

Der größte Vorteil des Straßengüterverkehrs ist die flächendeckende Infrastruktur, die ungebrochene Transporte⁵⁸ ohne jegliche Umladevorgänge möglich macht. Damit ist es möglich, schnelle Direkttransporte zeitkritischer und hochwertiger Güter umzusetzen. Darüber hinaus bleibt das Material während des Transportes in der Nähe des Fahrers, der damit eine gewisse Aufsichtsfunktion erfüllt.⁵⁹

Von der im Straßengüterverkehr beförderten Menge wird der überwiegende Teil im so genannten Nah- und Regionalbereich bis zu einer Entfernung von 150 km befördert.

⁵⁷ Vgl. z. B. Arnold et al. (2004, S. 3–43).

⁵⁸ Vgl. Abb. 34: Möglichkeiten Zum Aufbau Von Transportketten

⁵⁹ Vgl. May (1992, S. 141).

Nur etwa 12 % werden über längere Strecken transportiert. Darüber hinaus ist schon seit längerem im Nah- und Regionalbereich bei der Häufigkeit der Transporte eine Verlagerung vom Werkverkehr hin zum gewerblichen Verkehr festzustellen.

Der Straßenverkehr ist sehr gut an die unterschiedlichen Anforderungen sowohl der zu transportierenden Güter als auch der zur Verfügung stehenden Infrastruktur angepasst. Es existiert eine Vielzahl an Fahrzeugen, die sich nach unterschiedlichen Nutzlastklassen und Volumenmaßen unterscheiden und somit nahezu jede Güterart passend transportieren können. Die eingesetzten Fahrzeuge reichen von Kleintransportern über Lastkraftwagen (LKW) bis zum Sattelzug (Zugmaschine und Auflieger).

Eine gängige Einteilung der Transportmittel erfolgt nach der möglichen Zuladung. Man unterscheidet SWeber mit bis zu 3,5 t Zuladung, LKW mit Ladefläche und bis 12 t Zuladung, Gliederzüge mit bis zu 22 t Zuladung und Sattelzüge mit einer Zuladung von bis zu 24 t. Für den Transport höherer Gewichte gibt es Tieflader für Schwertransporte. Gase und Flüssigkeiten werden in Tankwagen und Schüttgüter in Kippfahrzeugen transportiert.⁶⁰

Ein Lastkraftwagen besteht in der Regel aus einem tragenden Chassis, meistens ein Leiterraum, einem geeigneten Antrieb, einer Fahrerkabine und einem zum Tragen der Ladung bestimmten Aufbau. Sie sind geeignet, selbst die Transportgüter aufzunehmen und als sogenannter Gliederzug zusätzlich Anhänger zu ziehen. Sattelschlepper verfügen über keinen eigenen Aufbau zum Gütertransport. Sie sind mit einem aufgesattelten Anhänger (dem sogenannten Auflieger) verbunden und bilden mit diesem zusammen einen Sattelzug. Davon zu unterscheiden sind Zugmaschinen, die zum Ziehen konventioneller Anhänger bestimmt sind. Letztere hatten bis in die 60er Jahre eine größere Bedeutung, sind heute aber im Bereich der Güterbeförderung praktisch nicht mehr zu finden (abgesehen von Schausteller-Fahrzeugen und Schwertransportern).

LKW können nach ihrer zulässigen Gesamtmasse (ZGM), der Anzahl ihrer Achsen sowie nach ihrer Zweckbestimmung unterteilt werden:

- Kleinlaster bis 3,5 Tonnen (t) ZGM
- Leichte LKW bis 7,5 t
- Mittelschwere LKW bis 12 t
- Schwere LKW (abgekürzt: SKW) in Schweden und Dänemark bis 60 t in Deutschland als Hänger- oder Sattelzüge bis 40 t (im Kombiverkehr bis 44 t wobei eine Last von 8 t pro Achse nicht überschritten werden darf); in Österreich Solo-LKW bis 32 t mit Anhänger bis 40 t in der Schweiz seit 1. Januar 2005 bis 40 t in den Niederlanden bis 50 t Versuche mit größeren Einheiten, den sogenannten Euro-Combis (in den Medien oft als Gigaliner bezeichnet) – werden in verschiedenen europäischen Staaten durchgeführt.

Inzwischen haben im Fernverkehr so genannte Euro-Sattelzüge (zweiachsige Sattelzugmaschine mit dreiachsigem Sattelaufleger (Trailer)) die klassischen Gliederzüge in den Zulassungszahlen überholt. Der so genannte „Euro-Lastzug“ ist in seiner Größe, Aus-

⁶⁰ Geißner und Fomerling (2008, S. 71).

stattung und seinem Gewicht von der EU definiert und ist in jedem EU-Mitgliedsland zugelassen. Der Euro- bzw. EU-Lastzug (LKW) darf als Gliederzug 18,75 m, als Sattelzug 16,50 m lang sein, bis zu 4,0 m hoch und ohne die Außenspiegel 2,55 m breit (Kühlzüge bis 2,60 m).

Die Vielzahl der Nutzungsmöglichkeiten wird durch die Ladehilfsmittel weiter erhöht. Als Ladehilfsmittel stehen Aufbauten und Koffer zur Verfügung, die eine höhere Sicherheit bei der Beförderung bieten als beispielsweise Planen oder Spriegel.⁶¹

Je nach Einsatzzweck, besonders im Hinblick auf die speziellen Transportanforderungen der Güter, wurden verschiedene Aufbauarten entwickelt. Die Nutzungsmöglichkeiten sind dabei nur durch die maximalen Außenabmessungen und Gesamtgewichte beschränkt. Die Aufbauten lassen sich grob in weitgehend universell einsetzbare Standardaufbauten und nach Sonderaufbauten für spezielle Güterarten unterscheiden.

Mit Sonderaufbauten können beispielsweise Kühl- oder Gefahrguttransporte durchgeführt werden. Pulverförmige und rieselfähige Schüttgüter, sowie flüssige Güter werden mit sogenannten Siloaufbauten transportiert, oft kombiniert mit einer Aufstellvorrichtung zum Kippen des Behälters für die Entleerung.

Seit Ende der 60er Jahre hat sich (ursprünglich aus den USA kommend) die Verwendung von Fahrzeugen mit austauschbaren Aufbauten verbreitet. Dafür wird das LKW-Chassis mit genormten Aufnahmevorrichtungen versehen, die ihre Gegenstücke in ebenfalls genormten, austauschbaren Behältern finden, z. B.:

- Containerchassis: Diese Konstruktion dient zum Transport von weltweit genormten sogenannten ISO-Containern, die auch für den Bahntransport und speziell den Transport mit Seeschiffen geeignet sind.
- Wechselbrücken-Systeme mit überwiegendem Einsatz in Deutschland und teilweise in Westeuropa: Dabei handelt es sich um genormte Systeme von Träger-Fahrgestellen (LKW-Chassis oder Eisenbahnwagen) und aufsetzbaren, auswechselbaren Behältern. Im Unterschied zu den genormten Standard-Containern haben diese Wechselbehälter oder Wechselbrücken eigene, ein- und ausklappbare Stützen, weshalb sie im LKW-Verkehr auch ohne Hilfe von Containerkränen an beliebigen Orten auf- und abgesetzt werden können. Durch den Einsatz von Wechselbrücken ist ein Be- und Entladen unabhängig vom Transportfahrzeug möglich. Zur Lastaufnahme unterfährt der LKW die Stützen und der Transport kann durchgeführt werden.
- Wechselladerfahrzeug: Eingesetzt zum Transport in der Entsorgungslogistik, z. B. Sperrmüll oder Bauschutt.

Zu den wichtigen Vorteilen des Straßengüterverkehrs gehört seine Anpassungsfähigkeit an den Produktionsrhythmus und an Annahme- und Anlieferungszeiten. Der LKW-Verkehr ist an keine Fahrpläne gebunden und kann flexibel auf individuelle Transportbedürfnisse

⁶¹ Als Spriegel werden die Unterkonstruktionen von Planen als Abdeckungen der Ladung von LKWs, bezeichnet. Sie ermöglichen insbesondere das Abfließen von Regenwasser.

reagieren. Auch kommt es im Straßengüterverkehr in der Regel zu weniger Stillstands- und Wartezeiten als bei anderen Verkehrsträgern. Im Vergleich zur Eisenbahn ist der Straßenverkehr bei mittleren Distanzen kostengünstiger. Der Transport von Gütern mit dem LKW kostet statistisch 0,14 € pro Kilometer. Derselbe Transport mit dem Zug schlägt mit 0,11 € zu Buche.⁶² Der Kostenvorteil der Bahn neutralisiert sich auf kurzen Strecken, da zusätzlich Kosten für Umschlagvorgänge anfallen. Zudem ist der Straßenverkehr bei Haus-Haus-Lieferungen viel flexibler und sehr schnell im Entfernungsbereich bis zu 400 km⁶³, da zeitraubende Umschlagvorgänge vermieden werden.

Allerdings hat der LKW im Vergleich zur Eisenbahn oder dem Schiff nur eine begrenzte Ladefähigkeit von, je nach Bauart, maximal ca. 25 Tonnen. Die Flexibilität des Straßengüterverkehrs wird durch Sonntags- und Feiertagsfahrverbote sowie durch den Ausschluss bestimmter Gefahrgüter (z. B. Ammoniakwasser) eingeschränkt. Darüber hinaus ist der Straßengüterverkehr von der Witterung und möglichen Verkehrsstörungen abhängig.

Für den Straßengüterverkehr hat die Bundesregierung zum 1.1.2005 eine fahrleistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LKW-Maut) eingeführt, welche die Umweltwirkungen des Schwerlastverkehrs beeinflussen wird.

Exkurs LKW Maut

Laut einer Untersuchung des Umweltbundesamtes von 2009 ist die Belastung der Straßen durch einen schweren Lastkraftwagen (LKW) mit 40 Tonnen Achslast etwa 60.000-mal größer als durch einen PKW. Damit verursachen diese schweren LKW in besonderem Maße Kosten für den Bau, die Erhaltung und den Betrieb von Autobahnen. Die Bundesregierung verfolgte daher das Ziel, durch eine verursachergerechte Anlastung dieser Wegekosten den LKW stärker an der Finanzierung der Infrastruktur zu beteiligen. Vor Einführung der LKW-Maut kamen diese Mittel allein aus Steuern und zu einem geringen Anteil durch die sogenannte Eurovignette. Durch die Einführung einer streckenbezogenen Gebühr („Maut“) wurde erstmals eine Nutzerfinanzierung geschaffen.⁶⁴

Durch die Einführung der LKW-Maut sollten die Wettbewerbsbedingungen der verschiedenen Verkehrsträger gerechter gestaltet werden. Darüber hinaus erhoffte man sich einen Anreiz zu schaffen, mehr Güterverkehr von der Straße auf die umweltfreundlicheren Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße zu verlagern.

Da die Mautsätze differenziert nach Achszahl und Schadstoffemissionen der Fahrzeuge gestaltet sind, werden insbesondere auch die umweltpolitischen Ziele der Bundesregierung unterstützt, indem Anreize zum Einsatz schadstoffärmerer LKW gesetzt werden. Vor Einführung der LKW-Maut war der Straßengüterverkehr nur in

⁶² Vgl. Prosieben Sat1 Digital GmbH (PSD) (2009).

⁶³ Vgl. Aberle (2003, S. 537).

⁶⁴ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2009a).

geringem Umfang an den von ihm verursachten Wegekosten beteiligt und musste seine externen Kosten (u. a. Umwelt- und Unfallkosten) nicht tragen. Im Ergebnis spiegelten die Transportpreise im Straßengüterverkehr nicht die wahren Kosten wieder, so dass die Allgemeinheit für einen erheblichen Anteil der Kosten aufkommen musste. Als Folge dieser niedrigen Transportkosten werden Rohmaterialien, halbfertige Produkte und Endprodukte kreuz und quer per LKW durch Europa transportiert, bevor sie den Endverbraucher erreichen. Dieser Teil des Verkehrs könnte bei realistischeren Transportkosten teilweise vermieden werden. Diese realistischen Transportkosten ergeben sich, wenn ein größerer Anteil der tatsächlich durch den LKW-Verkehr entstandenen Kosten diesem Verkehrsträger auch direkt angelastet wird. In Deutschland wird seit dem 01.01.2005 eine fahrleistungsabhängige Lkw-Maut für Fahrzeuge des gewerblichen Güterverkehrs mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zGG) von über 12 t erhoben. Sie erfasst sowohl in- als auch ausländische LKW, so dass auch ausländische Nutzer von Autobahnen einen substantiellen Wegekostenbeitrag leisten und Wettbewerbsverzerrungen reduziert werden⁶⁵.

Schon vor Beginn der Mauterhebung auf bundesdeutschen Autobahnen bestand die Befürchtung, dass verstärkt Bundesstraßen vom LKW-Güterverkehr genutzt werden könnten, um die Mautpflicht zu umgehen.

Diese Befürchtung wies die Bundesregierung am 13. Dezember 2005 in ihren Bericht an den Deutschen Bundestag über die Verlagerungen von schwerem LKW-Verkehr auf das nachgeordnete Straßennetz infolge der Einführung der LKW-Maut zurück. In diesem Bericht wurde festgestellt, dass Mautausweichverkehre kein Flächenproblem darstellten. Es ließen sich aber dennoch regionale Schwerpunkte von Verkehrsverlagerungen identifizieren⁶⁶.

2.2.3.3 Schienengüterverkehr

Als Schienengüterverkehr wird der Transport von Gütern über Eisenbahnschienen mit Hilfe von Güterzügen bezeichnet. Güterzüge werden aus speziellen, für Transporte vorgesehenen Güterwagen und zumeist zwei Lokomotiven gebildet. Neben universell einsetzbaren Güterwagen gibt es Spezialwagen für z. B. Container, PKW's, Kühlgut, Kohle oder Holz sowie Kesselwagen für den Transport pastöser, flüssiger oder gasförmiger Güter. Die Gesamtlänge eines Güterzuges ist in Deutschland aufgrund der unterschiedlichen bremsstechnischen Gegebenheiten auf 700 m begrenzt. Der Schienengüterverkehr ist an einen Fahrplan gebunden, jedoch können bei Bedarf zusätzlich so genannte „Ad-hoc-Züge“ eingesetzt werden, die

⁶⁵ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2009a).

⁶⁶ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2009).

nach einem speziellen, noch freie Kapazitäten ausnutzenden, Bedarfsfahrplan verkehren. Dadurch erlangt der Schienentransport eine relativ hohe Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit.

Spezielle Züge, die sowohl zur Güterbeförderung als auch zur Personenbeförderung dienen, werden als Reisezüge bezeichnet. Die Transportgeschwindigkeit der Güterzüge beträgt zwischen 90 und 120 km/h. Der Gütertransport wird zu einem großen Teil nachts abgewickelt, um die Güter nach der Produktion am Tag verladen und transportieren zu können. Darüber hinaus können dadurch die Bahnstrecken auch in der Nacht gut ausgelastet und der Personenverkehr nicht behindert werden. In den vergangenen Jahrzehnten hat der Schienengüterverkehr in Deutschland stark an Bedeutung verloren. Vor allem Zugtransporte im Stückgut-, Expressgut- und Eilgutverkehr wurden immer häufiger als zu unflexibel und unrentabel angesehen und zugunsten des LKW-Transportes aufgegeben. Hinzu kamen der umfangreiche Streckenabbau im Schienennetz und die Einstellung von Gleisanschlüssen. Lediglich im Bereich der Massengutbeförderung [Montan (z. B. Kohle, Stahl), Land- und Forstwirtschaftsprodukte (z. B. Lebensmittel, Holz), chemische Produkte (z. B. Kunststoffe, Mineralöl, Gefahrgüter), Baustoffe/Entsorgung (z. B. Steine und Erden, Müll) und zunehmend auch Industriegüter (z. B. Fertig- und Halbfertigprodukte)] ist die Bedeutung des Schienentransportes ungebrochen. Da die Bahn aus umweltschutzpolitischer Sicht gegenüber den LKW-Transporten deutliche Vorteile besitzt, wird von Seiten des Bundes auch wieder verstärkt über Förderungen zugunsten des Schienenverkehrs nachgedacht.

Besonders auf langen Strecken hat die Bahn Zeit- und Kostenvorteile gegenüber dem Straßenverkehr. Ein weiterer Vorteil liegt in der Transportmöglichkeit an Sonn- und Feiertagen. Außerdem entfallen die zeitraubenden Staus, die für den Straßenverkehr typisch sind. Andererseits ist die Flexibilität, bei kurzfristigen Änderungen der Transportbedürfnisse, durch die Bindung an Fahrpläne eingeschränkt. Ein weiterer Nachteil des Schienenverkehrs ist die, im Vergleich zum Straßengüterverkehr, weniger flächendeckend ausgebaute Infrastruktur. Um eine umfangreiche Verlagerung des zu erwarteten Gütervolumens von der Straße auf die Schiene durchzuführen, müssten Investitionen in der Schieneninfrastruktur durchgeführt werden.

Darüber hinaus wirkt sich die geographische Struktur in Europa auch auf die Transportentfernungen der Bahnen im Schienengüterverkehr aus. Die fünfzehn nationalen europäischen Bahnen erreichten unter Berücksichtigung der mehrfach erfassten internationalen Transporte im Jahre 1997 im Mittel nur eine Transportweite von ca. 290 km (DB Cargo: 250 km), d. h. lediglich gut ein Fünftel der US-amerikanischen bzw. gut ein Viertel der russischen Eisenbahnen. Mit zunehmender internationaler Zusammenarbeit und Verflechtung der Produktion werden künftig die Transportentfernungen in Europa zwar steigen, Transportentfernungen von Bahnen auf anderen Kontinenten sind aufgrund der geografischen Situation dennoch nicht zu erreichen. Damit gelten in Europa für die Bahnen andere Kostenstrukturen. Die Verteilung von Gütern in der Fläche sowie die Einsammlung von Gütern aus unterschiedlichen Produktionsstandorten fallen stärker ins Gewicht.

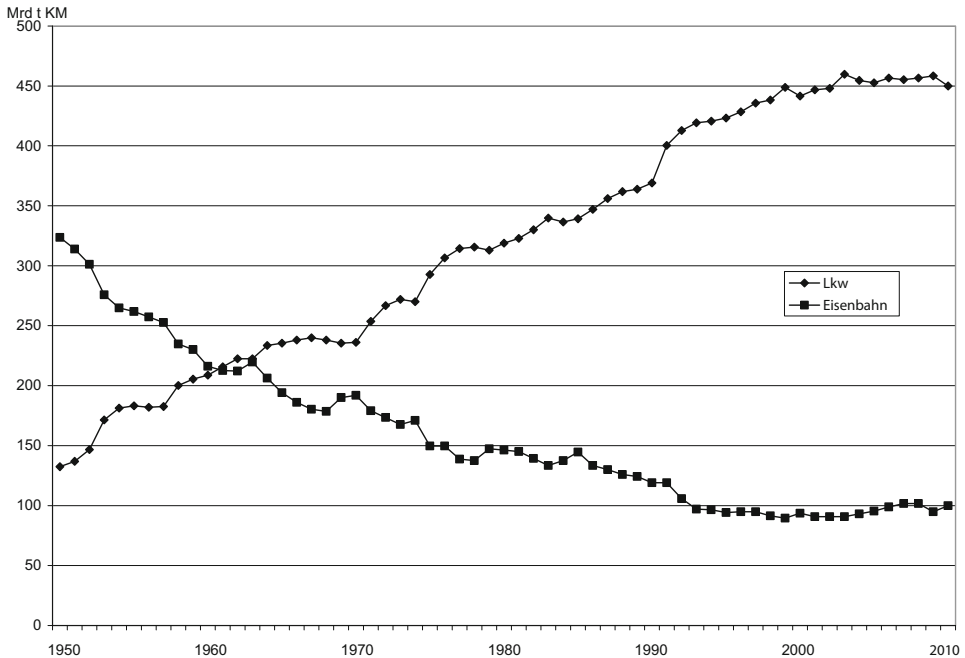


Abb. 2.21 Entwicklung der Güterverkehrsleistung SGV/LKW in Deutschland. (SCI (Hrsg.) (2009, S. 3))

Für eine wesentlich verstärkte Nutzung der Bahn ist eine Anbindung an die Hauptstrecken (Intercargo) erforderlich.⁶⁷ Auch wenn die Eisenbahn allgemein als umweltverträglich angesehen wird, kann sie nur selten bei Haus-Haus-Verkehren eingesetzt werden. Für die Nachläufe werden weiterhin LKW benötigt, da nur die wenigsten Versender/Empfänger über eigene Gleisanschlüsse verfügen. Außerdem darf man nicht außer Acht lassen, dass Terminals benötigt werden, von denen Lärm- und Lichtemissionen ausgehen. Ein weiterer Nachteil der Eisenbahn ist die, unter Berücksichtigung der Umschlag- und Rangierzeiten, häufig sehr niedrige Beförderungsgeschwindigkeit und die daraus folgende hohe Transportdauer. Der Schienengüterverkehr muss dem Personenverkehr Vorfahrt gewähren, was den Transport verlangsamen kann. In der Praxis können zudem Störungen auf einzelnen Gleisabschnitten nur sehr schlecht oder gar nicht umfahren werden.

Die Eisenbahn kann den Straßengüterverkehr streckenweise entlasten, ist jedoch noch weit davon entfernt ihn ersetzen zu können (s. Abb. 2.21). Ursächlich hierfür sind begrenzte Ladekapazitäten, längere Transportzeiten, ein eingeschränktes Streckennetz, über das viele Zielorte nicht direkt erreichbar sind und eine weniger zuverlässige Sendeverfolgung von Frachtgut. Dazu kommen höhere Kosten auf kürzeren Strecken und mangelnde Flexibilität, verglichen mit dem Transport auf der Straße.

⁶⁷ Vgl. Hessenberger und Krcal (1997, S. 39).

Die bedeutendsten Quell- und Zielländer im deutschen internationalen Schienengüterverkehr sind in der Reihenfolge: Italien, Polen, Österreich und Tschechien. Dabei sind die Verkehre in der Regel nicht paarig, d. h. in beiden Richtungen gibt es unterschiedlich hohe Transportmengen.

Im nationalen Verkehr beträgt der Anteil des regionalen Verkehrs zwischen 40 % in den Seehafenregionen und 70 % im Ruhrgebiet und in Sachsen. Es gelangt also nur maximal ... der Transportmenge des Schienengüterverkehrs in den Fernbereich zwischen den Wirtschaftszentren. Die stärksten Transportströme im Schienengüterfernverkehr Deutschlands laufen auf dem sogenannten großen „C“, von den Seehäfen über das Ruhrgebiet bis nach Mannheim/Stuttgart bzw. Nürnberg. Eine recht hohe Nachfrage konzentriert sich auch auf der Nord-Süd-Verbindung Hamburg – Fulda, wobei diese aus der Addition vieler Einzelrelationen resultiert. Im grenzüberschreitenden Verkehr weist der Grenzübergang bei Basel die höchsten Transportmengen auf.

Neben den nationalen Bahngesellschaften transportieren auch andere Eisenbahnen – im Wesentlichen auf ihren eigenen Netzen – große Gütermengen. Die meisten und größten dieser Bahnen sind jedoch nicht öffentlich, sondern reine Privatbahnen, die Dritten keine Transporte anbieten dürfen und auch nicht die europäischen Schienennetze befahren können.

Produktionsarten im Schienengüterverkehr

Ganzzugverkehr Diese Einheiten verkehren ohne Rangieraufenthalte von Versender zum Empfänger als geschlossene Zugeinheit und sind daher leicht zu organisieren. Das Angebot ist auf große Transportmengen (Massengutverkehr) beschränkt. Das Marktpotential für den Gesamtzugverkehr wächst in Europa zurzeit nicht.

Einzelwagenverkehr Darunter versteht man den Transport von Wagen oder Wagengruppen. Aufgrund der geringeren Mengen werden die Wagen nicht direkt vom Versender zum Empfänger transportiert, sondern über Produktionssysteme mit verschiedenen Zugbildungen (Knotenpunktsystem). Je weiter Güter zu transportieren sind, desto geringer werden die Transportmengen je Aufkommensrelation, der europäische Güterverkehr ist daher weitgehend Einzelwagenverkehr.

Kombinierter Verkehr im Schienengüterverkehr Unter Kombiniertem Verkehr (KV) versteht man einen Gütertransport, bei denen Ladeeinheiten (Wechselbehälter, Container, Sattelanhänger oder komplette LKW) auf der Gesamtstrecke von mindestens zwei verschiedenen Verkehrsträgern befördert werden. Der Kombinierte Verkehr ist im Vor- und Nachlauf auf den LKW angewiesen, insofern steht er noch stärker im Wettbewerb zur Straße als der übrige Schienengüterverkehr. Umschlagkosten, Zuführung und Abholung verteuern darüber hinaus den Kombinierten Verkehr. Weit weniger als die Hälfte des Kombinierten Verkehrs kann als Ganzzug direkt zwischen den Umschlagterminals befördert werden, der überwiegende Teil ist auf das Produktionssystem des Einzelwagenverkehrs angewiesen.

Exkurs Begriffe im Bereich Bahnhofsanlagen⁶⁸

Gleisanschlüsse: Sie schließen Be- und Entladestellen sowie Logistikcenter u.a. Güterverkehrsanlagen an das Gleisnetz an. In Deutschland gab es 1998 rd. 9.300 Gleisanschlüsse, davon rd. 7.000 in der Verantwortung von DB Cargo. Sie wurden von rd. 11 500 Unternehmen, davon bediente DB Cargo rd. 8 500, genutzt.

Güterverkehrsstellen (z. B. Güter- und Satellitenbahnhöfe): Sie sind mit den Güterverkehrsanlagen räumlich verbunden. In der Regel können in den Güterverkehrsstellen Züge gebildet werden und auf das Streckennetz übergehen. Im Streckennetz der DB werden zurzeit rd. 2.300 Güterverkehrsstellen betrieben.

Umschlagbahnhöfe (Terminals): Diese werden für den Umschlag von Ladeeinheiten des Kombinierten Verkehrs eingerichtet. Die Leistungsfähigkeit der Anlagen hängt von der baulichen Anlage, der Ablauforganisation und von den Umschlaggeräten ab. Mit Abstand bedeutendster Umschlagbahnhof in Deutschland ist der Ubf Köln-Eifeltor.

Als Umschlaggeräte kommen in den Terminals Portalkräne und mobile Umschlaggeräte zum Einsatz. Portalkräne erreichen Umschlagleistungen von 20 bis 30 Containern bzw. Wechselbehältern je Stunde. Mobile Umschlaggeräte sind meist langsamer als Portalkräne, aber billiger und flexibler einsetzbar, sie können auch Flächen außerhalb der Reichweite von Portalkränen oder des eigentlichen Umschlagbereiches, z. B. Lager, bedienen und leicht zwischen Terminalstandorten umgesetzt werden.

Mittlere und große Zugbildungsbahnhöfe (Rangier- und Knotenpunktbahnhöfe): Sie werden für die Umstellung von Güterwagen und -gruppen sowie für die Sortierung der Wagen nach Richtungen und Zuggattungen genutzt. Ihre Anzahl wurde in den vergangenen Jahrzehnten deutlich reduziert, von ca. 730 im Fahrplanjahr 1975/1976 allein bei der Deutschen Bundesbahn auf ca. 210 bei der Gründung der Deutschen Bahn AG im Jahr 1994.

Ganzzüge: Sie verkehren ohne Rangieraufenthalte von Versender zum Empfänger als geschlossene Zuginheit. Der Ganzzugverkehr ist leicht zu organisieren, allerdings ist das Transportangebot auf große Transportmengen vor allem Massengüter beschränkt.

Einzelwagenladungsverkehr: Hierbei handelt es sich um eine Form der Zugbildung, bei der einzelne Wagen oder Wagengruppen in verschiedenen Kundengleisanschlüssen regional gesammelt und in sogenannten Zugbildungsbahnhöfen (umgangssprachlich: Rangierbahnhöfen) zu ganzen, richtungsreinen Zügen zusammengestellt werden. In zielnahen Zugbildungsbahnhöfen werden die Züge wieder zerlegt und die einzelnen Wagen wieder mit regionalen Bedienfahrten an die Empfangspunkte zugestellt. Ein Einzelwagen oder eine Wagengruppe wird dabei bis zu viermal in einen neuen Zug umgestellt – das bedeutet relativ hohen Rangier-, Infrastruktur- und Zeitaufwand.

⁶⁸ Vgl. Sci (Hrsg.) (2009, S. 30).

Im Schienengüterverkehr steht eine Vielzahl unterschiedlicher Wagen für den Transport verschiedenster Güter zur Verfügung. Die Güterwagen wurden immer wieder an die Bedürfnisse des Marktes und der Industrie angepasst, um die Produkte bestmöglich zu den Empfängern zu transportieren. Entsprechend dem Verwendungszweck und der Bauart können die Wagen grob eingeteilt werden in:

- Universalwagen für viele mögliche Transportaufgaben (gedeckten Wagen, offene Hochbordwagen und Flachwagen)
- Spezialwagen für bestimmte Ladegüter und Verkehre, z. B. Silowagen und Kesselwagen.

2.2.3.4 Binnenschiffsverkehr

Binnenschiffsverkehr findet auf den so genannten natürlichen und künstlichen Binnengewässern, wie Flüsse, Kanäle oder Seen statt. Die Gesamtlänge der Binnenwasserstraßen in Deutschland beträgt knapp 7.400 km⁶⁹, davon sind ein Drittel freifließende Flüsse, ein Drittel staugeregelte Flüsse und ein Drittel Kanäle. Wasserstraßen unterliegen einer Wasserstraßenklassifikation der Europäischen Verkehrsministerkonferenz (CEMT). Der Rhein ist die verkehrsreichste Wasserstraße Europas auf 623 km. Die jährliche Verkehrsmenge auf dem Niederrhein beträgt ca. 200.000 Schiffe, das entspricht rd. 500 Schiffen pro Tag. Das Wasserstraßennetz umfasst das Rheinstromgebiet mit dem Rhein und seinen Nebenflüssen Mosel, Main und Neckar, sowie die Weser, Elbe, Oder und Donau und die Kanäle zur Verbindung der Flüsse. Zu den wichtigsten Netzergänzungen gehören die Vollendung des Main-Donau-Kanals und eine durchgehende Wasserstraße von der Nordsee bis zum Schwarzen Meer.

Die Binnenschifffahrt befördert hauptsächlich schwere und überdimensionale Waren oder zeitunkritische Massengüter.

Tabelle 2.3 zeigt die Haupttransportgüter in der Binnenschifffahrt.

Die Flüsse Rhein und Main werden für eine große Zahl von Container- und Fahrzeugtransporten zwischen den Binnenhäfen im Hinterland und den Seehäfen Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam und Seebrügge genutzt.

Der Container ist das „moderne“ Transportgut in der See- und Binnenschifffahrt. Man beobachtet eine Abnahme der Massengüter und Zunahme der mit Containern gehandelten Waren aufgrund einer sich ändernden Wirtschaftsstruktur. Führende Logistikforschungsinstitute prognostizieren eine Zunahme des Containerumschlages bis 2015 auf über 600 Mio. TEU.⁷⁰

Abbildung 2.22 zeigt eine mögliche Transportkette unter Einbeziehung des Binnenschiffs.

Besonders beim Transport von Schwergütern bietet der Binnenschiffstransport einige Vorteile im Vergleich zum Straßengütertransport.

Für einen Binnenschiffstransport von Schwergütern sind im Normalfall keine Transportgenehmigungen erforderlich. Bei Genehmigungszeiten von oft mehreren Wochen

⁶⁹ Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (2012).

⁷⁰ Vgl. ISL (2010, S. 36).

Tab. 2.3 Güterverkehrsleistung der Binnenschifffahrt nach Güterbereichen (in Mrd. tkm). (Vgl. Bundesverband der deutschen Binnenschifffahrt (Hrsg.) (2010/2011, S. 6))

	2006	2007	2008	2009	6–7 %	7–8 %	8–9 %
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	5,2	5,0	4,9	4,6	–3,7	–2,5	–5,9
Nahrungs- und Futtermittel	5,2	5,6	5,7	5,4	7,3	0,8	–4,5
Feste mineralische Brennstoffe	8,7	8,5	7,9	7,4	–1,6	–6,8	–6,3
Erdöl, Mineralölerzeugnisse	10,6	9,2	9,4	9,0	–13,1	1,9	–4,5
Erze, Metallabfälle	6,2	6,5	6,3	6,0	4,9	–3,2	–4,9
Eisen/Stahl/NE-Metalle	4,0	4,7	4,6	4,3	16,7	–3,3	–5,4
Steine/Erden/Baustoffe	11,3	11,7	12,0	11,5	3,7	2,3	–4,2
Düngemittel	2,4	2,4	2,3	2,2	0,0	–3,9	–4,9
Chemische Erzeugnisse	5,2	5,6	5,6	5,3	7,3	–0,4	–5,4
Halb- und Fertigwaren	5,2	5,5	5,5	5,2	6,0	–0,6	–5,3
Alle Güterbereiche	64,0	64,7	64,0	60,8	1,2	–1,1	–5,0

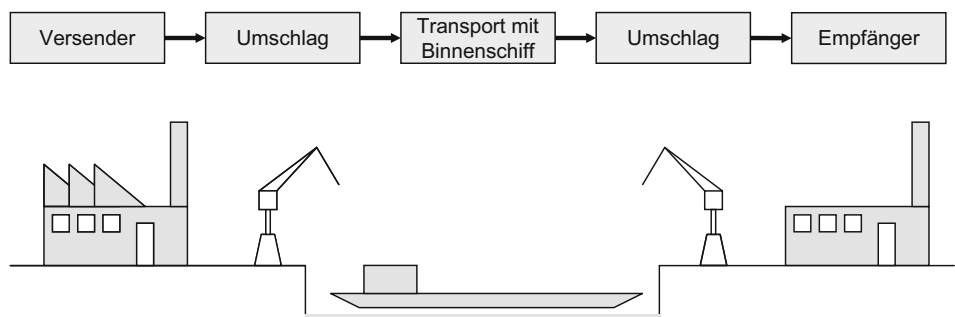
ergibt sich hierdurch ein enormer Zeitvorteil gegenüber dem Straßentransport. Aufwendige Berechnungen für Brückenstatiken sowie so genannte verkehrslenkende Maßnahmen entfallen in der Regel komplett. Bei gewöhnlichen Transporten ist das Binnenschiff im Vergleich zu den anderen Verkehrsmitteln sehr langsam. Trotzdem sind in Deutschland fast alle Regionen in drei Tagen per Binnenschiff erreichbar. „Vorteil der Binnenschifffahrt sind niedrige Transportkosten und große Transporteinheiten (bis 1.500 t pro Schiff; große Laderäume). Nachteil die langen Transportzeiten (die jedoch kalkulierbar sind) sowie eine Abhängigkeit von Wasserstand, Eisgang und Nebel.“⁷¹ Das gesamte Binnenschifffahrtsnetz ist erst durch eine Vielzahl von Schleusen möglich geworden. Allerdings verhindert die Schließung einiger Schleusen bei Nacht einen 24-Stunden-Betrieb der Binnenschifffahrt. Obwohl der Binnenschiffstransport im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern einen sehr geringen Energieaufwand benötigt und umweltverträglich ist, wird er eher selten von Unternehmen für den Gütertransport benutzt.

Abbildung 2.23 zeigt, dass Binnenschiffe für den Transport einer Tonne Ladung über eine Entfernung von einhundert Kilometern den geringsten Energieeinsatz (in Liter Treibstoff je 100 tkm) nach der Schiene benötigen. Vergleicht man den Energieverbrauch in Megajoule/tkm so ist das Binnenschiff am günstigsten (Abb. 2.24). Der Auftrieb des Wassers und die Strömung der Flüsse tragen dazu bei, dass die Transporte der Schifffahrt mit einem minimalen Energieeinsatz durchgeführt werden können.

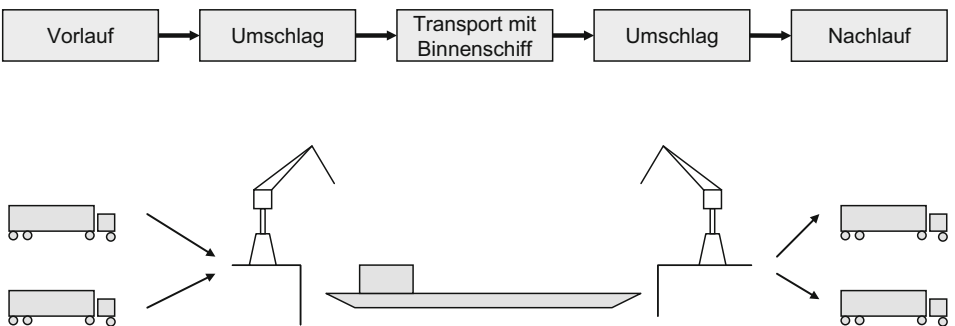
Die Umweltverträglichkeit zeigt sich auch in der geringen Lärmbelästigung durch Binnenschiffe durch Abstand der Wasserstraßen von der Wohnbebauung, der hohen Energieausnutzung und der geringeren CO₂-Emission (Abb. 2.25 und 2.26).

Trotzdem werden laut Tab. 2.2 nur 6 % der Güter mit dem Binnenschiff befördert. Ein Grund hierfür ist das stark eingeschränkte Streckennetz, das nur selten Haus-Haus-Lieferungen erlaubt. Ohne eigene Anlegestelle erhöhen sich die Transportkosten und die

⁷¹ Koether (2008, S. 318–319).



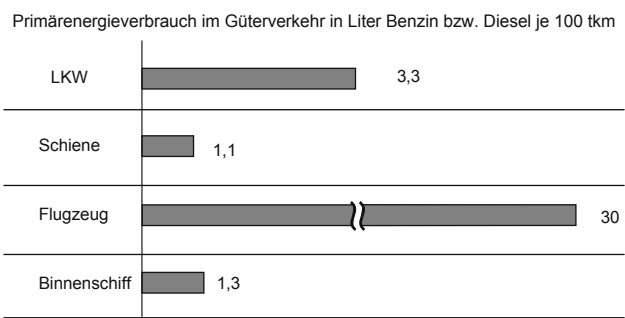
Direkttransport



Gebrochener Transport

Abb. 2.22 Transportketten unter Berücksichtigung des Binnenschiffs. (In Anlehnung an Bundesverband öffentlicher Binnenhäfen (o. J., S. 14 f))

Abb. 2.23 Primärenergiebedarf einzelner Verkehrsträger im Güterfernverkehr. (IFEU (2010, S. 38 f) Bezogen auf Europa, Datenbasis 2008)



Transportzeit durch den gebrochenen Verkehr. In der Regel werden für die Vor- bzw. Nachläufe weiterhin LKW bzw. die Bahn benötigt. Um die Kapazitäten der Wasserstraße mittel- bis langfristig ausschöpfen zu können, muss die Anbindung der Häfen an das Hinterland verbessert werden.

Abb. 2.24 Durchschnittlicher Primärenergieverbrauch im Containertransport (Megajoule je tkm). (Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) (2010, S. 9))

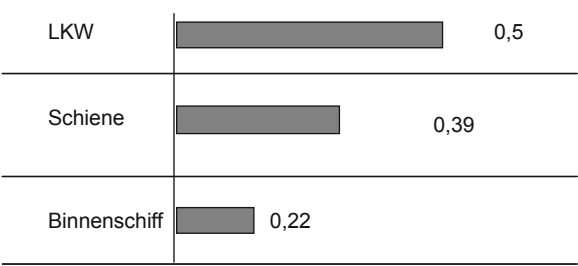
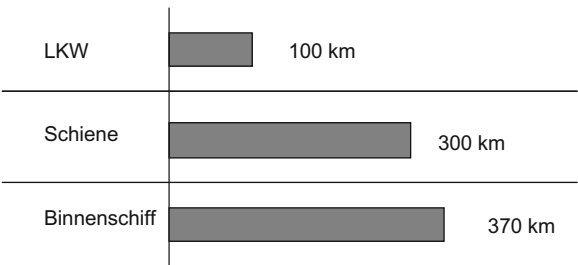


Abb. 2.25 Transportreichweiten für eine Gütertonne bei gleichem Energieaufwand. (Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) (2009))



Bei sinkenden Transportpreisen, wie z. B. während der Wirtschaftskrise zwischen 2007 und 2009, ist es für die Binnenschifffahrt noch schwerer sich gegenüber der Konkurrenz durch den LKW zu behaupten. Wenn Unternehmen ihre Produktion drosseln, nimmt die zu transportierende Gütermenge ab. Die Wirtschaftskrise war ein Auslöser für einen erbit-
terten Preiskampf unter den Dienstleistungsunternehmen im Straßenverkehr. Angesichts eines dramatischen Preisverfalls auf der Straße war es für die Binnenschifffahrt äußerst schwer, im Wettbewerb zu bestehen (Tab. 2.4).⁷²

Schiffstypen

*Motortankschiff*⁷³ Motortankschiffe dienen dem Transport flüssiger und gasförmiger Pro-
dukte, z. B. Mineralöl, Benzin, Säure, Laugen, Flüssiggas, aber auch Speiseöl oder Wein. Es gibt spezielle Tankschiffe für unterschiedliche Anforderungen der Transportgüter, z. B. Edelstahltanks und Tanks mit speziellen Beschichtungen. Ein hoher Sicherheitsstandard wird beispielsweise durch die „Knautschzone“ der Doppelhüllenschiffe zum Schutz bei Kollisionen gewährleistet (Tab. 2.5).

*Motorgüterschiff*⁷⁴ Motorgüterschiffe sind flexibel einsetzbar und dienen dem Transport fester Stoffe, wie schütt- und greiferfähige Massengüter (Baustoffe, Kohle, Schrott, Erz und Getreide) und palettierter Waren, sowie Großraum- und Schwergüter, z. B. Braue-
reikessel oder Brückenbauteile. In der Entsorgungslogistik übernehmen sie den Transport

⁷² Vgl. DVZ Nr. 79 (02.07.2009, S. 6).

⁷³ Vgl. Lorch (2012, o.S.).

⁷⁴ Vgl. Lorch (2012, o.S.).

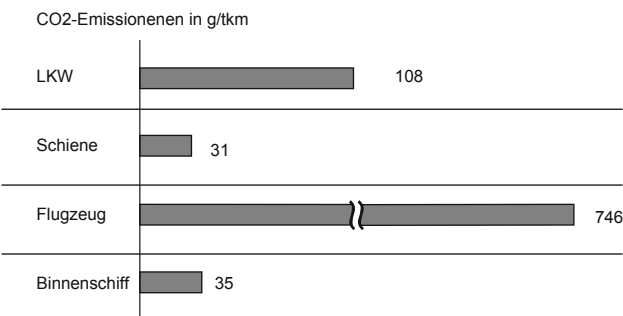


Abb. 2.26 Kohlendioxidemissionen des Güterverkehrs. (Anmerkung: Berechnungen mit TREMOD; Emissionen im Inland, beim Flugverkehr abgehender Verkehr bis zur ersten Zwischenlandung; inkl. Energiebereitstellungskette, Quelle: TREMOD 5.1 vom 26.03.2010, ifeu -Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg GmbH)

Tab. 2.4 Technische Daten des Motortankschiffs

Technische Daten	
Länge	50,0–135,0 m
Breite	6,6–17,0 m
Tiefgang	2,2–4,0 m
Tragfähigkeit	400–6.000 t
Leistung	250–3.000 PS

Tab. 2.5 Technische Daten des Motorgüterschiffs

Technische Daten	
Länge	38,5–135,0 m
Breite	5,0–17,0 m
Tiefgang	2,0–4,0 m
Tragfähigkeit	220–5.000 t
Leistung	100–3.000 PS

von Altglas, Müllverbrennungsschlacke oder kontaminiertem Erdreich für die Wiederaufarbeitung. Der Transport von Containern vor allem zwischen den Seehäfen und den entsprechenden Terminals im Binnenland hat bis zur Wirtschaftskrise zwischen 2007 und 2009 stetig zugenommen (Tab. 2.6).

*Schubschiffe*⁷⁵ Bei Schubschiffen werden Antriebskraft und Laderaum der Schiffe voneinander getrennt. Das Schieben von bis zu 6 so genannten Schubleichtern erfolgt durch ein Schubboot, das auch während der Be- und Entladezeiten der Leichter ständig produktiv im Einsatz ist. Damit reduzieren sich die unproduktiven Wartezeiten auf ein Minimum,

⁷⁵ Vgl. Lorch (2012, o.S.).

Tab. 2.6 Technische Daten des Schubschiffes

Technische Daten	Schubboot	Schubschleicher	Koppelverband
Länge	10–40 m	70–76,5 m	150–186,5 m
Breite	7,6–15 m	9,5–11,4 m	9,5–11,4 m
Tiefgang	1,4–2,2 m	2,5–4 m	2,5–3,5 m
Tragfähigkeit	–	1.240–2.800 t	2.530–5.000 t
Leistung	500–6.000 PS	–	800–3.000 PS

so dass der Einsatz von Schubschiffen die effizienteste Betriebsform bei Verladung entsprechend großer Gütermengen, z. B. Versorgung des Stahlstandortes Duisburg mit Rohstoffen, darstellt. Beim Koppelverband werden Motorgüterschiff und Schubleichter miteinander kombiniert, so dass ein Koppelverband zwei Motorgüterschiffe ersetzt.

*Spezialschiffe*⁷⁶ Zu den Spezialschiffen gehören z. B. Schiffe für die Verladung von Neuwagen direkt ab Werk. Großraum- und Schwergüter werden per Kran in den Laderaum von Schwerlastschiffen oder auf Schwimmpontons verbracht. Beim Transport mit „eigenen“ Rädern auf das Schiff spricht man von Roll-on-/Roll-off-Schiffen. Darüber hinaus gibt es Siloschiffe für den Transport von pulver- oder staubförmigen Gütern.

Durch die in den letzten Jahren verstärkte „Conternisierung“ im Transportwesen gibt es mittlerweile auch Containerschiffe in der Binnenschifffahrt mit einer Länge von bis zu 135 m.⁷⁷ Der Einbau sogenannter „Zellgerüste“ vereinfacht die Be- und Entladung der Container. Containerschiffe erreichen eine Beförderungsleistung von ca. 500 Container (TEU). Das entspricht 250 großen Sattelzügen mit einer Länge von insgesamt ca. 6 km

2.2.3.5 Seefrachtverkehr

Der Seegütertransport ist die wichtigste Transportart im interkontinentalen Handel. Der Transport über den Seeweg ist zentral für die globale Vernetzung, da auf ihn – ausgehend vom Warengewicht der transportierten Güter – mehr als 80 % des grenzüberschreitenden Warenhandels entfallen. Rund 62 % des europäischen und mehr als 90 % des Welthandels werden über den Seetransport abgewickelt. Der Seetransport ist ein Massentransport, der auf viele Zubringer- und Verteiltransporte angewiesen ist. Die Verknüpfung und Zusammenführung der einzelnen Transporte für den Seeverkehr übernehmen die Seehäfen. Die Planung, Organisation und Steuerung dieses Gesamtsystems – bestehend aus Schiffen, anschließenden Landtransporten und Häfen wird als maritime Logistik bezeichnet.⁷⁸

Das Seeschiff wird für zeitunempfindliche Massengüter benutzt, da die Transporte mehrere Wochen oder gar Monate dauern können. Auf interkontinentalen Strecken stellt das Flugzeug die einzige Alternative zum Seeschiff bei zeitkritischen Sendungen dar. Im

⁷⁶ Vgl. Lorch (2012, o.S.).

⁷⁷ Vgl. Lorch (2012, o.S.).

⁷⁸ Vgl. Pawellek und Schönknecht (2007, S. 87).

Vergleich zum Flugzeug ist der Seetransport mit seinen hohen Kapazitäten deutlich günstiger. Außerdem eignen sich Frachtschiffe für sehr große und schwere Güter, zum Beispiel Komponenten für Kraftwerke und Umspannanlagen.

Tabelle 2.7 zeigt Entwicklung der wichtigsten Transportgüter im Seegüterverkehr.

Ein Nachteil des Seeschifftransports ist seine Abhängigkeit von festen Terminals und Hafenanlagen. Wie auch die Eisenbahn und das Binnenschiff ist das Seeschiff meistens nicht für Haus-Haus-Lieferungen geeignet. Unternehmen, die über einen eigenen Anleger für Seeschiffe verfügen (wie z. B. die Stahlwerke Bremen) sind eher die Ausnahme. Es werden Terminals für den Umschlag benötigt, die durch Lärm- sowie Lichtemissionen die Umwelt und den Menschen belasten. Obwohl der Seetransport als eine der umweltverträglicheren Güterbeförderungsarten gilt, bleibt er ein großer Luftverschmutzer. Da in der Schifffahrt keine international verbindlichen Emissionsstandards gelten, benutzen Seeschiffe billigstes Schweröl, den so genannten „Bunker“. Es setzt sich aus Rückstandsölen zusammen, die bei der Raffination nicht weiter verarbeitet werden können.

Das Seeschiff wird auch in den nächsten Jahren aufgrund fehlender Alternativen ein wichtiges Transportmittel für große und zeitunkritische Sendungen im interkontinentalen Verkehr bleiben. Die immer schärfer werdenden Regelungen und das anstehende Einbeziehen des Schifftransports in den Emissionshandel werden dieses Verkehrsmittel voraussichtlich umweltschonender machen.

Die Bedeutung des Seehandels ist vor allem aufgrund der relativ geringen Frachtkosten gestiegen. So kostet etwa der Transport eines TEU-Containers mit mehr als 20 Tonnen Fracht von Asien nach Europa nicht mehr als ein Flug in der Economy-Class für einen einzigen Flugpassagier auf derselben Strecke. Dementsprechend ist der Anteil der Seefrachtkosten an den Gesamtkosten der Produkte gering.

Zwei wichtige Gründe für die relativ niedrigen Transportkosten sind die Verbreitung der standardisierenden Containerschifffahrt seit den 60er-Jahren und die steigende Tragfähigkeit der Schiffe. ISO-Container sind weltweit genormte Großraumbehälter, durch die das Verladen, Befördern, Lagern und Entladen von Gütern vereinfacht und beschleunigt wird. Die gängigen ISO-Container haben eine Breite von 8 Fuß (2,44 m) und sind entweder 20 Fuß (6,10 m) oder 40 Fuß (12,19 m) lang. Daraus ergeben sich auch die Abkürzungen TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) und FEU (Fourty-foot Equivalent Unit). Als Maßeinheit für Ladefähigkeit und Umschlagsmengen hat sich TEU durchgesetzt. Es gibt jedoch auch im ISO-System eine Vielzahl von Sondermaßen.

Während das größte Containerschiff 1968 752 TEU-Container laden konnte, war zwei Jahrzehnte später bereits die viertausender Marke überschritten. Mitte 2009 waren die Schiffe der so genannten ‚Emma-Maersk-Klasse‘ mit einer Ladefähigkeit von 11.000 TEU-Containern die größten der Welt. Mit mehr als 550 Containerschiffen bzw. einer Gesamtkapazität von mehr als 2 Mio. TEU ist die dänische Reederei Maersk zudem die weltweit größte Containerschiff-Reederei.

Damit nimmt die Containerschifffahrt eine zentrale Rolle in der Seeschifffahrt ein und hat insbesondere die zum Einsatz kommenden Umschlagstechnologien in den Seehäfen stark beeinflusst. Leistungsfähige Containerbrücken mit Umschlagskapazitäten von bis zu

Tab. 2.7 Seegüterumschlag nach Güterarten. (Die Veränderung in % wurde anhand der Zahlen in 1.000 t berechnet, vgl. Winter (2010, S. 728))

	Gesamtumschlag		Empfang		Versand	
	2009 Mio. t	2008 %	2009 Mio. t	2008 %	2009 Mio. t	2008 %
Landwirtschaftliche und verwandte Erzeugnisse	20,2	20,8	-3,1-	9,0	9,5	11,3
<i>Darunter</i>						
Getreide	9,3	9,4	-0,4	1,6	2,6	7,7
Holz und Kork	4,8	5,5	-11,7	3,0	3,0	2,5
Andere Nahrungs- und Futtermittel	22,5	25	-10,2	14,1	15,4	8,4
<i>Darunter</i>						
Futtermittel	4,7	4,5	+4,5	3,0	2,9	1,8
Ölsaaten, Ölfrüchte, pflanzliche und tierische Fette	5,5	5,2	+4,5	4,4	4,4	1,0
Feste mineralische Brennstoffe	14	14,7	-4,7	13,9	14,6	0,1
Dar: Steinkohle und Steinkohlenbriketts	13,2	13,1	-0,9	13,1	13,3	0,0
Erdöl, Mineralölerzeugnisse, Gase	50,9	62,1	-18,0	42,2	50,0	8,7
<i>Darunter</i>						
Rohes Erdöl	33,0	39,1	-15,7	33,0	38,8	0,0
Kraftstoffe und Heizöl ...	16,2	20,6	-21,2	8,4	9,5	7,8
Erze und Metallabfälle	15,4	23,3	-34,1	13,5	21,5	1,8

-91,0
29,3
+0,8

Tab. 2.7 (Fortsetzung)

	Gesamtumschlag			Empfang			Versand		
	2009	2008	Veränderung	2009	2008	Veränderung	2009	2008	Veränderung
	Mio. t		%	Mio. t		%	Mio. t		%
<i>Darunter</i>									
Eisenerze	9,2	14,1	-34,9	9,1	14,1	-35,4	0,1	0,0	-
NE-Metallerze, -abfälle und -schrott	4,5	7,4	-39,6	3,8	6,5	41,4	0,6	0,9	-26
Eisen, Stahl und NE-Metalle	9,3	14,5	-35,7	3,5	5,8	-40,5	5,9	8,7	-32,5
Dar.: Stahlbleche, Bandstahl, Weißblech	2,2	4,0	-46,4	0,6	1,0	-34,7	1,5	3,1	-50,1
Steine und Erden	14,3	16,9	-15,5	9,5	11,6	-17,6	4,7	5,3	-11,1
Düngemittel	4,2	5,2	-18,6	1,6	1,8	-8,9	2,6	3,4	-23,6
Dar.: Chemische Düngemittel	4,1	5,0	-17,6	1,5	1,6	-6,5	2,6	3,4	-23,0
Chemische Erzeugnisse	20,6	23,7	-13,0	8,2	10,4	-21,0	12,5	13,3	-6,7
Dar.: Chemische Grundstoffe	10,3	11,5	-10,5	4,0	4,4	-10,1	6,3	7,1	-10,7
Andere Halb- und Fertigwaren	91,5	14,4	-20,0	45,1	56,2	-19,8	46,3	58,1	-20,3
<i>Darunter</i>									
Besondere Transportgüter	45,3	53,7	-15,6	22,0	24,7	-10,9	23,3	29,0	-19,6
Elektrotechnische Erzeugnisse	10,2	13,2	-22,3	3,9	5,3	-27,6	6,4	7,8	-18,8

55 Containern pro Stunde ermöglichen eine schnelle Be- und Entladung der Schiffe. Auch die größten Containerschiffe können damit in maximal zwei Tagen entladen (gelöscht) werden, so dass geringstmögliche Hafenliegegebühren anfallen und ein zügiger Weitertransport der Waren möglich wird.

Die Entwicklung hin zu immer größeren Containerschiffen führt dazu, dass nur noch speziell auf die Bedürfnisse der großen Schiffe ausgerichtete Häfen (Main Ports) angefahren werden können. Die Ver- und Entsorgung dieser Häfen mit den entsprechenden Gütermengen erfolgt über sogenannte Feederdienste. Dabei handelt es sich um kleinere, meist auch kanalgängige Containerschiffe, die von und zu den großen Überseehäfen alle kleineren Seehäfen und küstenschiffauglichen Binnenhäfen bedienen.

Die wesentlichen Bewertungskriterien einer Hafeninfrastruktur sind unter anderem:

- Fahrrinnenbreite und –tiefe
- Kaianlagen, Frei- und Lagerflächen
- Umschlagseinrichtungen, Containerbrücken
- Verfügbare Informations- und Kommunikationssysteme.

Neben der Infrastruktur ist der Hafenstandort von zentraler Bedeutung. Als wesentliche Standortfaktoren eines Seehafens kommen folgende Aspekte in Betracht:

- Meereslage: geographische Lage in Bezug auf die Hauptschiffahrtslinien
- Küstenlage: Nähe zum offenen Fahrwasser
- Hinterlandanbindung: Anbindung an den Wirtschaftsraum, der seinen Gütertransport über diesen Hafen abwickelt.

Bei der Organisation der Seeschiffahrtstransporte und seiner Marktteilnehmer können folgende Leistungsarten voneinander unterschieden werden:

- Linienverkehre, die fahrplanmäßige Routen bedienen,
- Charterverkehre, bei denen einmalig ein komplettes Schiff für eine bestimmte Relation gebucht wird,
- Gelegenheitsverkehre (Trampschiffahrt), wobei eine bestimmte Menge an Fracht auf einem Schiff im Bedarfsfall (analog dem Sammelladungsverkehr beim Straßentransport) gebucht wird.

Im Zusammenhang mit dem Seehandel wird häufig kritisiert, dass alle Seefrachtnationen große Teile ihrer Flotte nicht im eigenen Land registrieren. Durch das so genannte ‚Ausflaggen‘ verringern die Reedereien ihre Kosten – beispielsweise durch geringere Löhne oder niedrigere Sicherheitsstandards. Aus diesem Grund wird rund ein Drittel des weltweiten Seefrachtaufkommens unter den Flaggen Panamas und Liberias transportiert.⁷⁹

⁷⁹ Vgl. Fearnleys Review (2008).

2.2.3.6 Luftverkehr

Die Luftverkehrswirtschaft als Oberbegriff umfasst die Komponenten Luftverkehr, Luftfahrt, Luftfahrtindustrie und Luftfahrtorganisation.

Luftverkehr bezeichnet alle Vorgänge, die der Ortsveränderung von Personen, Fracht und Post auf dem Luftweg dienen. Zur Luftfahrt zählen neben dem Luftverkehr alle Sachleistungsbetriebe, wie z. B. die Hersteller von Flugzeugen. Die Luftfahrtindustrie beinhaltet alle Einrichtungen zur Produktion und Bereitstellung von Luftfahrzeugen und Infrastruktureinrichtungen, wie Flughäfen oder die Flugsicherung. Unter Luftfahrtorganisation versteht man alle Institutionen, die die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Durchführung des Luftverkehrs gestalten.

Der kommerzielle Luftfrachtverkehr begann, als das US-Postministerium 1918 Flugzeuge zur Postbeförderung einsetzte.⁸⁰ Später wurde das Flugzeug vorwiegend für den Transport von Militärgütern und Militäreinheiten eingesetzt. Heute werden jedes Jahr Millionen Tonnen Transportgüter an internationalen Flughäfen umgeschlagen und per Luftfracht rund um den Globus verteilt.

Als Luftfracht bezeichnet man alle Güter, die auf Linien- und Charterflügen als Fracht, Expressgut oder Post transportiert werden. Im engeren Sinn bezeichnet man als Luftfracht nur die Fracht, die nach IATA⁸¹-Beförderungsbestimmungen für Frachtgut abgefertigt und transportiert wird.⁸² Begleitet wird dieser physische Transportprozess von dokumentarischen Prozessen wie zum Beispiel dem AirWay Bill (AWB) für den geflogenen Abschnitt oder dem Truck- Manifest für den An- bzw. Abtransport zum oder vom Flughafen.

Betrachtet man den prozentualen Anteil, der mittels Luftfracht transportierten Güter, so ist er im Vergleich zur Schiene oder der Schifffahrt eher gering (weniger als 1 % in 2009). Bezieht man aber den tatsächlichen Warenwert in die Berechnungen mit ein, so steigt der Anteil auf 40 %.⁸³ Denn im Gegensatz zur Seefracht konzentriert sich der Luftfrachtverkehr hauptsächlich auf hochwertige, d. h. kapitalintensive, sowie kurzlebige und verderbliche Güter oder Güter mit einem sehr kurzen Produktzyklus, wie beispielsweise Produkte aus dem Kommunikations- und EDV-Bereich oder der Textil- und Modebranche. Parallel zur Zunahme des grenzüberschreitenden Warenhandels erhöhte sich auch die grenzüberschreitend beförderte Luftfrachtmenge. Nach Auswertungen der International Civil Aviation Organization (ICAO) stieg die Luftfrachtmenge von 5,1 Mio. Tonnen im Jahr 1986, über 12,5 Mio. Tonnen im Jahr 1995 bis auf 25,2 Mio. Tonnen im Jahr 2007. Dies entspricht für den Zeitraum 1986–2007 einer durchschnittlichen Steigerung um knapp 8 % pro Jahr. Durch die Weltwirtschaftskrise reduzierte sich von 2007 auf 2008 die grenzüberschreitend beförderte Luftfrachtmenge leicht auf 25,0 Mio. Tonnen, was einem minus von 0,8 %

⁸⁰ Vgl. Simons und Withington (2007, S. 185).

⁸¹ Die IATA (= International Air Transport Association) bemüht sich um die Vereinheitlichung und Vereinfachung der Prozesse in der Luftfahrt. Weitere Informationen unter iata.org.

⁸² Vgl. Sterzenbach und Conradi (2003, S. 77 f).

⁸³ Vgl. Dürr (2007).

entspricht. Von Juni 2008 bis Juni 2009 reduzierte sich diese Menge dann weiter um 16,5 %. Im Jahr 2008 wurden etwa 68.000 Tonnen Luftfracht pro Tag grenzüberschreitend transportiert.

Die durchschnittliche Transportstrecke im grenzüberschreitenden Luftverkehr betrug im Jahr 2008 nach Angaben der ICAO etwa 5.200 Kilometer. Nach Berechnungen von MergeGlobal lag das Luftfrachtaufkommen sogar noch höher: Für das Jahr 2008 ermittelte das Unternehmen allein das Luftfrachtaufkommen zwischen den Regionen (interregionale Luftfracht) auf rund 150 Mrd. Tonnen-Kilometer. Hier sind die Mengen der Binnen-Luftfracht und der Luftfracht innerhalb einer Region noch nicht berücksichtigt. Laut MergeGlobal lag in der Region Asien-Pazifik das Luftfrachtaufkommen im Jahr 2008 mit knapp 19 Mrd. Tonnen-Kilometern am höchsten.

Betrachtet man die Beteiligten im grenzüberschreitenden Luftfrachtaufkommen, so ist festzustellen, dass 38,3 % von asiatisch-pazifischen Fluggesellschaften abgewickelt ist. Darauf folgten Fluggesellschaften aus Europa mit 30,6 %, Nordamerika mit 18,0 % und dem Mittleren Osten mit 8,4 %. Fluggesellschaften aus Lateinamerika und der Karibik mit 3,2 % sowie Afrika mit 1,6 % sind von untergeordneter Bedeutung. Nordamerikanische Fluggesellschaften hatten den mit Abstand größten Anteil an der Binnen-Luftfracht mit rund zwei Drittel.

Berücksichtigt man zusätzlich zu den Auswertungen der ICAO auch die Angaben der International Air Transport Association (IATA), entfällt mehr als die Hälfte des gesamten grenzüberschreitenden Luftfrachtaufkommens auf nur zehn Fluggesellschaften. Dieser Konzentrationsgrad war bei der Binnen-Luftfracht im Jahr 2008 noch höher: Ungefähr 75 % des Luftfrachtaufkommens wurden von nur zehn Fluggesellschaften transportiert.

Diese Konzentration zeigt sich nach Angaben von ACI (Airports Council International) auch bei den Flughäfen, denn 56 % der weltweit transportierten Luftfrachtmenge (bezogen auf das Gewicht) werden auf nur 30 Flughäfen umgeschlagen. Auf diesen 30 Flughäfen mit dem weltweit höchsten Flugverkehrsaufkommen starten und landen rund 20 % aller Flugzeuge.⁸⁴

Unternehmen benutzen den Luftfrachtverkehr um ihre Produkte überall auf der Welt zu jeder Zeit verfügbar zu machen, ohne jedoch hohe Bestände vor Ort halten zu müssen. „Das Flugzeug zeichnet sich durch Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und eine hohe Frequenzdichte aus. Weltweit stehen ihm eine Vielzahl von Luftstraßen und über 4.000 größere und kleinere Flughäfen zur Verfügung. Insofern ist der Luftfrachtverkehr hinsichtlich der Schnelligkeit, Beförderungszeit und Sicherheit gegenüber alternativen Verkehrsträgern konkurrenzlos.“⁸⁵

Es gibt Frachtflugzeuge, die nur für die Beförderung von Gütern gebaut und genutzt werden. Das größte in höherer Stückzahl gebaute Frachtflugzeug ist derzeit die Antonow

⁸⁴ Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.) (2010).

⁸⁵ Korf (2008, S. 500).

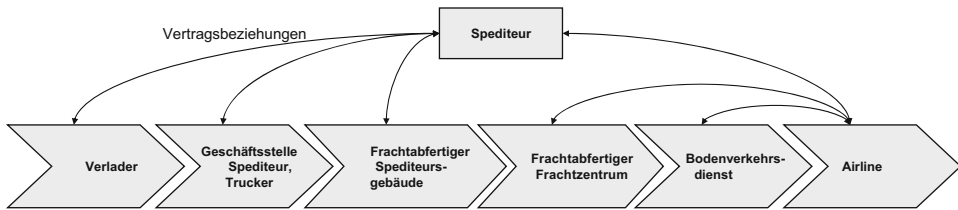


Abb. 2.27 Prozessfolge der Luftfrachttransportkette

An-124. Bei der An-124 erfolgen Be- und Entladung durch eine Frontladetür. Am 26. Juli 1985 hat die An-124 einen Weltrekord aufgestellt, dabei stieg das Flugzeug mit 171.219 kg Nutzlast auf eine Höhe von 10.750 m.⁸⁶

Ein weiteres bekanntes Frachtflugzeug ist die Boeing 747 F, die von vielen Fluggesellschaften eingesetzt wird.

Das größte jemals gebaute Frachtflugzeug ist die Antonow An-225, von der es auch 2010 nur ein fliegendes Exemplar gibt. Die An-225 wurde für das sowjetische Raumfahrtprogramm als Trägerflugzeug für die Raumfähre Buran entworfen. Mit einer Nutzlast von 247 Tonnen hält die An-225 den Weltrekord für die schwerste jemals beförderte Luftfracht.⁸⁷

Man kann auch Passagierflugzeuge für die Beförderung von Gütern benutzen. Auf Passagier-Linienflügen werden freie Kapazitäten für die Mitnahme von Fracht genutzt. Ferner werden nicht genutzte Passagiermaschinen häufig von Paketdienstleistern günstig gechartert. Die Postpakete und Briefe werden dann auf abgedeckten Sitzflächen transportiert.

Bei der Versendung von Gütern per Luftfracht zeigt sich, dass eine Vielzahl von Akteuren an diesem Prozess beteiligt ist (s. Abb. 2.27). Durch den weltweit immer größer werdenden Konkurrenzdruck sind Unternehmen dazu gezwungen ihre Waren kostengünstig zu produzieren und anzubieten. Dabei spielt neben einer Reduzierung der Materialkosten die Verringerung der Lagerkapazitäten durch den Just-in-Time Ansatz eine große Rolle. Um diese Anforderung umsetzen zu können und somit einen sicheren, zuverlässigen und schnellen Versand zu gewährleisten, ist folglich eine reibungslose Absprache und Abwicklung zwischen den Akteuren notwendig.

Der Luftfrachtverkehr transportiert hochwertige, eilige Güter über große Distanzen in sehr kurzer Zeit und stellt einen wichtigen Wirtschaftsmotor dar. Ebenso charakteristisch wie die positiven Merkmale, sind die Nachteile des Flugverkehrs. Das Flugzeug ist gekennzeichnet durch einen hohen Energieverbrauch für Fortbewegung und Antrieb. Am größten ist der Kerosinverbrauch in der Startphase. Dieser sehr große Energieverbrauch des Luftverkehrs ist mit einer enormen Belastung für das Klima verbunden. Neben dem CO₂

⁸⁶ Vgl. Simons und Withington (2007, S. 217).

⁸⁷ Vgl. Berkstein (2011, S. 102).

verursacht der Flugverkehr noch zahlreiche weitere umweltbeeinträchtigende Emissionen. Experten kritisieren zusätzlich, dass die Schadstoffe direkt in den empfindlichen Schichten der Atmosphäre ausgestoßen werden. Dazu kommen der Lärm in der Nähe der Flughäfen, sowie die Beanspruchung großer Landschaftsgebiete. Für die betroffenen Unternehmen der Luftfahrtbranche stellen Nachtflugverbote, die an vielen Flughäfen herrschen um nächtliche Lärmemissionen zu vermeiden, ein nicht unerhebliches wirtschaftliches Problem dar. Die Nachtflugverbote waren zum Beispiel ein Grund für den Umzug des DHL-Hubs von Brüssel/Zaventem nach Leipzig/Halle. Dort dürfen Frachtflugzeuge ohne Einschränkung 24 Stunden am Tag starten und landen.

2.2.3.7 Rohrleitungs-(fern)transport

Im Unterschied zu anderen Verkehrsträgern besteht der wesentliche Unterschied darin, dass beim Rohrleitungstransport Verkehrsweg, Transportgefäß und Transportmittel eine Einheit bilden. Damit kommen Rohrleitungstransporte mit unpaarigen Verkehren besonders gut zurecht, da hier keine Transportmittelumläufe erforderlich sind. Zum Transport der Güter wird die Schwerkraft oder stationäre Maschinen (Pumpen) genutzt. Rohrleitungsverkehr ist ein Beispiel für den kontinuierlichen Transport. Eingesetzt werden kann diese Transportmöglichkeit für alle pumpfähigen Güter, also insbesondere Wasser, Erdöl, Erdölprodukte und Erdgas, sowie Suspensionen. Die bestimmenden Kosten beim Rohrleitungstransport sind die Kosten für den Bau der Rohrleitungen, den Kosten für die Errichtung der Pumpstationen und die Energiekosten für den Betrieb. Die beiden erstgenannten Kosten verhalten sich degressiv, die Energiekosten progressiv zur transportierten Menge. Durch diese Gegenläufigkeit der Kostenfunktionen kann ein Kostenminimum bezogen auf die transportierte Menge ermittelt werden. Rohrleitungstransporte lassen sich nur in geringem Umfang auf kurzfristige Nachfrageschwankungen anpassen, so dass diese Transportmöglichkeit nur für längerfristige konstante Transportmengen optimal eingesetzt werden kann.⁸⁸

Die Leistungsfähigkeit der Rohrleitungstransporte ergibt sich aus dem Rohrquerschnitt und der Fördergeschwindigkeit. Die Vorteile liegen in der hohen Zuverlässigkeit des Transportes, der wetter-, diebstahl- und zollbruchsicheren Unterbringung des Transportgutes sowie der sehr geringen Lärmemissionen. Bei der unterirdischen Verlegung wird der Landschaftsverbrauch auf ein Minimum begrenzt.

Aufgrund der hohen Fixkostenintensität des Rohrleitungsverkehrs und der geringen Flexibilität werden diese Transportsysteme (Pipelines) meist von den Benutzern selbst errichtet, wenn ein langfristiger Bedarf abzusehen ist.⁸⁹

⁸⁸ Vgl. Kummer (2006, S. 97).

⁸⁹ Vgl. Schulte (2009, S. 181).

2.2.3.8 Zusammenfassender Vergleich der Verkehrsträger

Verkehrsträger im Vergleich

Transportart	Vorteile	Nachteile
Straßengütertransport	Zeit- und Kostenersparnis im Nah- und Flächenverkehr	Keine zeitgenauen Fahrpläne
	U.U. Zeitersparnis im Fernverkehr	Witterungsabhängigkeit
	Flexible Fahrplangestaltung	Abhängigkeit von Verkehrsstörungen
	Eignung für spezifische Ladegüter	Begrenzte Ladefähigkeit
	Anpassungsfähigkeit bei Annahmezeiten	Ausschluss gewisser Gefahrgüter (z. B. Ammoniakwasser)
Schienengüterverkehr	Größere Einzelladegewichte als beim LKW	Schienennetz/Gleisanschlüsse oder Einsatz sog. Straßenroller erforderlich
	Exakte Fahrpläne	Zusatzkosten bei Anmietung von Spezialwagen
	Weitgehend störungsfrei	Für geringe Transportmengen ungeeignet
	Gefahrgüter zulässig	
Luftfrachttransport	Hohe Transportgeschwindigkeit	Hohe Transportkosten
	Unabhängigkeit von Infrastruktur am Boden	Ausschluss gewisser Gefahrgüter
		Flughafen erforderlich
		Ungebrochener Transport meist nicht zu realisieren
Seeschiffahrtsgütertransport	Große Einzelladegewichte	Besondere Verpackung notwendig
		Zugang zu Seehäfen erforderlich
	Große Laderäume	Abhängig von Sturm, Eisgang und Nebel
		Im Linienverkehr Abhängigkeit von festen Routen (anders als bei Charterung von Schiffen)
	Angebot von Spezialschiffen	Besondere Verpackung notwendig
		Ungeeignet für verderbliche Güter
		Ungebrochener Transport meist nicht zu realisieren

Transportart	Vorteile	Nachteile
Binnenschiffahrtsgütertransport	Große Einzelladegewichte	Eingeschränktes Streckennetz
	Große Laderäume	Ohne eigene Anlegestelle erhöhte Kosten durch sog. gebrochenen Verkehr
	Angebot von Spezialschiffen	Abhängigkeit vom Wasserstand sowie von Eisgang und Nebel
	Günstige Beförderungskosten	
Rohrleitungstransport	Kostengünstig bei kontinuierlichem Bezug von Gasen, Flüssigkeiten und Feststoffen (als Aufschwemmungen)	Hohe Investitionen, daher nur rentabel bei langfristiger Absicherung des Absatzes bzw. des Bezuges
	Hohe Zuverlässigkeit	
	Umweltfreundlich	

2.2.3.9 Kombinierte Verkehr

Die Kombination verschiedener Verkehrsträger (Straße, Schiene, Luft, Wasser) innerhalb einer Transportkette wird als Kombinierte Verkehr bezeichnet. Beim kombinierten Containerverkehr werden Container nacheinander von unterschiedlichen Verkehrsmitteln befördert.

Dabei werden Kombinierte Containerverkehr, Huckepackverkehr, Roll-on/Roll-off-Verkehr (Ro/Ro-Verkehr) und Lash-Verkehr unterschieden.

Beim Huckepackverkehr werden Straßen- und Schienentransport in der Weise miteinander verbunden, dass Sammel- und Verteilverkehre im Nahbereich mit dem LKW vorgenommen werden, während der Ferntransport zwischen Versand und Zielregion auf der Schiene erfolgt. Der Transport eines kompletten LKW auf einem Eisenbahnwaggon wird als rollende Landstraße bezeichnet. Führt der Fahrer im Liegewagen mit, spricht man von begleitetem Kombinierten Verkehr, ansonsten von unbegleitetem Kombinierten Verkehr. Um ein günstiges Verhältnis zwischen Nutzlast und Gesamtgewicht zu erzielen, werden häufig jedoch nur Sattelanhänger oder Wechselbehälter verladen.

Beim Ro/Ro-Verkehr werden LKWs einen Teil der zurückzulegenden Gesamtstrecke auf einem Binnen- oder Seeschiff befördert (schwimmende Landstraße).

Lash-Verkehre stellen schließlich eine Verbindung von Binnen- und Seeschiffverkehr dar. Dabei nehmen Seeschiffe in der Binnenschiffahrt verwendete schwimmende Leichter auf. Mit Hilfe des kombinierten Verkehrs können die Vorteile verschiedener Verkehrsträger miteinander verbunden werden. Da die Gesamttransportzeit aufgrund der notwendigen Umschlagsvorgänge und der damit verbundenen Warte- und Abfertigungszeiten in der Regel länger ist als bei ausschließlicher Einsatz eines Verkehrsträgers, ist der kombinierte Verkehr nur auf langen Distanzen sinnvoll.

Kombinierte Verkehr ist die Beförderung verkehrsmittelneutraler genormter Ladeeinheiten als Verkehrsobjekte in mehrgliedrigen integrierten Transportketten. Die ökonomische

Bedeutung des Kombinierten Verkehrs beruht darauf, dass bei ihm arbeitsintensive Güterentleerungen und -befüllungen der Transport- und Lagerungsgefäße bei Übergängen zwischen den Transportkettengliedern durch automatisiertes und teilweise selbsttätiges Umsetzen von Ladeeinheiten ersetzt werden. (Witherton (Hrsg.) (o. J.))

2.2.3.10 Innerbetrieblicher Transport⁹⁰

Gegenstand des innerbetrieblichen Transports ist die Beförderung von Gütern innerhalb des Betriebes, z. B. vom Wareneingang zum Lager, vom Lager über die einzelnen Fertigungskostenstellen zur Endmontage und von der Endmontage zum Versand. In den Ingenieurwissenschaften wird der innerbetriebliche Transport oft auch als „Fördern“ bezeichnet. Dabei ist einerseits nach der Bewegungsrichtung zwischen Horizontal- und Vertikaltransport und andererseits nach der Stetigkeit der Bewegungen zwischen Stetig- und Unstetigförderern zu unterscheiden.

Der Horizontaltransport umfasst alle waagrechten und geneigten Bewegungen, während sich der Vertikaltransport auf das senkrechte Bewegen von Lasten bezieht. Stetigförderer sind Transportmittel zur Bewegung von Gütern über einen festgelegten Förderweg begrenzter Länge von einer Aufnahme- zu einer Abgabestelle, wobei die Bewegung kontinuierlich mit gleichbleibender Geschwindigkeit erfolgt. Aufnahme und Abnahme des Fördergutes erfolgen in der Regel während der Bewegung. Beispiele für Stetigförderer sind Bandförderer, Rollenbahnen (Horizontalförderer), Paternoster oder Fallrohre (Vertikalförderer). Stetig arbeitende Fördertechniken kommen vor allem bei hoher Transportfrequenz und gleichmäßigem Transportaufkommen zum Einsatz. Unstetigförderer arbeiten intermittierend bei im Allgemeinen frei wählbarer Bewegungsrichtung und variabler Förderstrecke. Aufgrund des unregelmäßigen Transportaufkommens entstehen neben Lastfahrten auch Leerfahrten und Stillstandszeiten in unterschiedlicher Länge und unregelmäßigen Abständen. Beispiele für Unstetigförderer sind Schlepper (Horizontaltransport), Aufzüge (Vertikaltransport) oder Gabelstapler (Horizontal und Vertikaltransport).

Bei der Planung des innerbetrieblichen Transportsystems sind folgende Zielgrößen zu verfolgen⁹¹:

- Optimale Nutzung
 - minimale Transportkosten
 - minimale Leerwege
 - hohe funktionale und zeitliche Auslastung
- Hoher Servicegrad
 - kurze Auftragswartezeiten
 - niedrige Transportzeiten
- Hohe Flexibilität
 - breites Spektrum an Transportgütern
 - leichte Anpassung an betriebliche Umstellungen

⁹⁰ Vgl. Ehrmann (2008, S. 217 ff).

⁹¹ Vgl. Ehrmann (2008, S. 217).

Tab. 2.8 Kenngrößen bei Schüttgütern. (Tabelle zusammengestellt nach Hoffmann et al. (2005, S. 13))

Kornbeschaffenheit	Korngröße
–	Verhältnis zwischen kleinster und größter Kornabmessung
–	Kornform
Zusammenhalt (Kohäsion)	Zusammenhalt und Fließverhalten des Schüttgutes
Weitere Eigenschaften	Z. B. abrasiv, zerbrechlich, explosiv, brennbar

- Hohe Transparenz
 - Information über die aktuelle Situation
 - verursachungsgerechte Kostenverrechnung
 - Erzeugung von Kennzahlen

Die Bestimmungsgrößen des innerbetrieblichen Transportes sind zum einen das Fördergut und zum anderen die Förderintensität, die sich aus dem Bedarf des zu bewegendes Gutes in Mengen pro Zeiteinheit ergibt.

Nach Art und Eigenschaften des Fördergutes wird zwischen Stückgütern (Einzelgüter) und Schüttgütern (Massengüter) unterschieden.⁹²

Bei Stückgütern handelt es sich um Gegenstände, die während des Transportes, des Umschlages oder des Lagerns als Einheit behandelt werden können.⁹³ Sie sind formbeständig und bei Umgebungstemperatur fest. Meist weisen sie in allen drei Dimensionen etwa gleiche Abmessungen auf. Stückgut kann in quaderähnlicher Form, z. B. Kisten oder Schachteln, in rollenähnlicher Form, z. B. Flaschen oder Fässer, oder in sonstigen Formen, z. B. Säcke, vorliegen. Weitere wichtige Eigenschaften sind werkstoffspezifische Größen, wie thermisches Verhalten, elektrische Eigenschaften oder spezifische Festigkeitseigenschaften.⁹⁴

Schüttgüter sind Massengüter, wie z. B. Sand, Kohle, Getreide, Steine, Erze, Mehl usw. Sie werden differenziert in stückige (z. B. Kohle), körnige (z. B. Getreide) und staubförmige (z. B. Mehl) Schüttgüter.⁹⁵ Tabelle 2.8 zeigt die wichtigsten Kenngrößen bei Schüttgütern zur Auswahl eines Fördermittels:

Darüber hinaus sind die zu überwindende Förderstrecke, d. h. die Entfernung zwischen Start und Endpunkt eines durchzuführenden Gütertransports einschließlich der zu überwindenden Niveauunterschiede und gesetzliche Bestimmungen z. B. für feuer- und explosionsgefährdete Transporte, zu beachten.

Zu den Aufgaben des innerbetrieblichen Transportes aus logistischer Sicht gehört die Planung, d. h. die langfristige Planung von Transportmitteln und -abläufen und die Entwicklung von Dispositionsstrategien, die Disposition und Steuerung, d. h. die kurzfristige Transportmitteldisposition, die Zuordnung und Übermittlung der Transportaufträge

⁹² Vgl. Hoffmann et al. (2005, S. 11).
⁹³ Vgl. Pfohl (2010, S. 124).
⁹⁴ Vgl. Bleisch et al. (2011, S. 165).
⁹⁵ Vgl. z. B. Pfohl (2010, S. 124), Martin et al. (2008, S. 4).

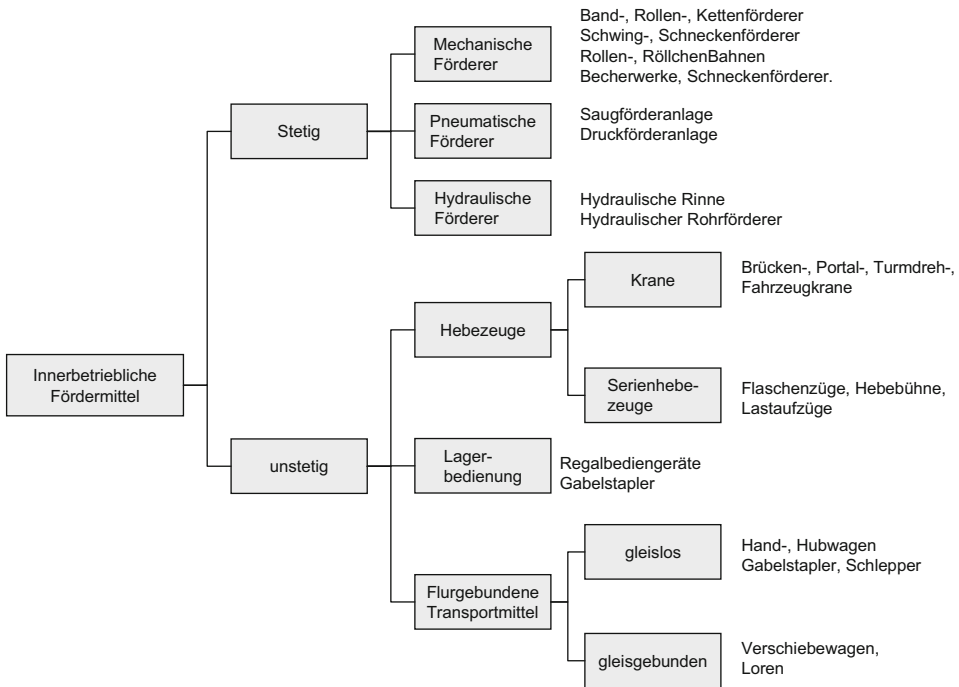


Abb. 2.28 Systematik der innerbetrieblichen Fördermittel. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 156) und Günthner (2009, S. 421))

zu einzelnen Förderzeugen und die Einleitung von Maßnahmen bei Ablaufstörungen und die Durchführung, d. h. die Operative Abwicklung der Transportaufträge sowie die Rückmeldung der Istdaten an die dispositive Ebene.

Abbildung 2.28 gibt einen Überblick über die innerbetrieblichen Fördermittel.

Die Klassifizierung der Fördermittel kann nach konstruktiven, leistungsspezifischen und einsatzbezogenen Kriterien wie z. B. dem Einsatzgebiet, dem Arbeitsprinzip und dem Automatisierungsgrad erfolgen.

Bei der Differenzierung nach dem Arbeitsprinzip können die Fördermittel in stetig und intermittierend arbeitende Techniken unterschieden werden.⁹⁶ (s. Abb. 2.28)

Stetigförderer arbeiten kontinuierlich, über einen längeren Zeitraum. Sie sind Transportmittel zur Bewegung von Gütern über einen festgelegten Förderweg begrenzter Länge von einer Aufnahme- zu einer Abgabestelle, wobei die Bewegung kontinuierlich mit gleichbleibender Geschwindigkeit erfolgt. Aufnahme und Abnahme des Fördergutes erfolgen in der Regel während der Bewegung. Beispiele für Stetigförderer sind Bandförderer, Rollenbahnen (Horizontalförderer), Paternoster oder Fallrohre (Vertikalförderer). Stetig arbeitende Fördertechniken kommen vor allem bei hoher Transportfrequenz und gleichmäßigem Transportaufkommen zum Einsatz. Stetigförderer eignen sich für Schütt- und Stückgüter.⁹⁷

⁹⁶ Vgl. Arnold (2008, S. 3–50).

⁹⁷ Vgl. Ehrmann (2008, S. 217 ff), Martin et al. (2008, S. 2).

Bei Unstetigförderern handelt es sich um diskontinuierlich arbeitende und den Umschlag in Arbeitsspielen realisierende Fördergeräte. Hierbei folgt meistens einem Lastspiel ein Leerspiel.⁹⁸ Unstetigförderer arbeiten intermittierend bei – im Allgemeinen – frei wählbarer Bewegungsrichtung und variabler Förderstrecke. Aufgrund des unregelmäßigen Transportaufkommens entstehen neben Lastfahrten auch Leerfahrten und Stillstandszeiten in unterschiedlicher Länge und unregelmäßigen Abständen. Beispiele für Unstetigförderer sind Schlepper (Horizontaltransport), Aufzüge (Vertikaltransport) oder Gabelstapler (Horizontal und Vertikaltransport).⁹⁹

Im Allgemeinen arbeiten Stetigförderer ökonomischer. Folglich befördern sie bei gleichem Eigengewicht größere Fördermengen und brauchen hierfür geringere Antriebsleistungen als Unstetigförderer. Dieses ergibt sich aus den kleineren Totlasten, seltenerem Schalten der Antriebe und geringeren Massenkraften beim Anfahren und Bremsen. Unstetigförderer werden häufig für wenige Güter pro Zeiteinheit und für schwere Einzellasten benutzt.¹⁰⁰

Dimensionierung Die Leistungsfähigkeit bei stetiger bzw. intermittierender Förderung wird anhand des Fördergutstroms charakterisiert. Dieser gibt die je Zeiteinheit bewegte Gutmenge (Gutdurchsatz) an und wird je nach Fördergut und -verfahren als Stückgutstrom, Massenstrom oder Volumenstrom bezeichnet.¹⁰¹

Als Stückgutstrom (= Durchsatz D) bezeichnet man die möglichen Transporteinheiten pro Zeiteinheit¹⁰²:

$$D = \text{Stück}/\text{Zeiteinheit}$$

Unter Massenstrom M versteht man die je Zeiteinheit transportierte Menge m :

$$M = m/\text{Zeiteinheit}^{103}$$

Der Volumenstrom (= Volumendurchfluss V) gibt das je Zeiteinheit transportierte Volumen an:

$$V = m_{\geq}/\text{Zeiteinheit}^{104}$$

Bei Hebezeugen hingegen wird die Leistungsfähigkeit durch die Traglast (Tragfähigkeit) bzw. Nutzlast angegeben. Die Tragfähigkeit gibt die vom Hersteller angegebene maximal zulässige Belastung eines Hebezeuges oder lastaufnehmenden Elements an, ohne die Berücksichtigung dynamischer Kräfte.¹⁰⁵

⁹⁸ Vgl. Martin et al. (2008, S. 2).

⁹⁹ Vgl. Ehrmann (2008, S. 217 ff).

¹⁰⁰ Vgl. Martin et al. (2008, S. 2).

¹⁰¹ Vgl. Martin et al. (2008, S. 5).

¹⁰² Vgl. z. B. Ten Hompe/Heidenblut (2008, S. 66).

¹⁰³ Vgl. z. B. Böge/Eichler (2005, S. 73).

¹⁰⁴ Vgl. z. B. Böge/Eichler (2005, S. 73).

¹⁰⁵ Vgl. z. B. Böttcher (1906, S. 479).

Unter Nutzlast versteht man die Last, die ein Hebezeug aufnehmen kann, bis das maximal zulässige Gesamtgewicht erreicht ist.

Stetigförderer Bei Stetigförderern handelt es sich um mechanische, pneumatische oder hydraulische Förderanlagen, bei denen das Gut auf festgelegtem Förderweg von der Abgabestelle zur Abgabestelle kontinuierlich, mit wechselnder Geschwindigkeit oder im Takt, bewegt wird. Sie eignen sich für den Transport von Schüttgut oder Stückgut und können ortsfest, fahrbar, tragbar oder rückbar ausgeführt sein.¹⁰⁶

Die Klassifikation der Stetigförderer erfolgt nach zwei Aspekten:

- Konstruktive und funktionale Aspekte

Bei der Klassifikation nach konstruktiven bzw. funktionalen Aspekten wird nach Art der Kraftübertragung und dem Funktionsprinzip differenziert.

Die Förderanlagen werden nach DIN 15201 wie nachfolgend gegliedert:

- Mechanische Förderer

Mechanische Förderer sind Förderanlagen, die auf mechanische Weise Stück- oder Schüttgut transportieren.

- Hydraulische Förderer

Bei der hydraulischen Förderung werden Flüssigkeiten (in der Regel Wasser) als Strömungsmittel eingesetzt. Diese Form der Förderung ist für kleine bis mittlere Körnungen geeignet, wobei das Fördergut unempfindlich gegen Wasserbenetzung und Abrieb sein muss. Die hydraulische Förderung zeichnet sich durch hohe Baukosten und den Einsatz einer Trägerflüssigkeit aus. Diese muss nach dem Transport wieder vom Fördergut abgeschieden werden, so dass diese Förderart meist dann eingesetzt wird, wenn mit der Förderung technologische Prozesse verbunden sind, die den Einsatz einer Trägerflüssigkeit bedingen. Bei der pneumatischen Förderung unterscheidet man Spül- und Pumpenförderung.

Bei der Spülförderung wird das Fördergut durch geneigte Rinnen mit der Trägerflüssigkeit transportiert. Diese Förderer werden auch als hydraulische Rinne bezeichnet.

Die Pumpenförderung transportiert das Gut und die Trägerflüssigkeit in Rohren unter Druck (= hydraulische Rohrförderung). Mit der Pumpenförderung können weite Strecken überwunden werden. Gängige Rohrdurchmesser sind 150–1.000 mm, Fördermengen 100–500 t/h und Förderstrecken bis 400 km.¹⁰⁷

- Pneumatische Förderer

Als pneumatische Förderer bezeichnet man Anlagen, bei denen das Fördergut in Rohrleitungen durch einen Luft- oder Gasstrom transportiert wird. Diese Förderung ist geeignet für staub- bis mittelförmiges Gut, aber auch für größere Transportgüter, z. B.

¹⁰⁶ Vgl. Martin (2009, S. 131 ff).

¹⁰⁷ Martin et al. (2008, S. 274).

Tab. 2.9 Stetigförderer für Stückgut. (Vgl. Schulte (2009, S. 156))

Mechanische Förderer	Flurgebunden	Ohne Zugorgan	
		Mit Zugorgan	Bandförderer Kettenförderer
	Flurfrei	Mit Zugorgan	Hängeförderer (Kreisförderer)
	Stationär	Mit Zugorgan	Vertikalförderer (Becherwerke, Schneckenförderer)
Schwerkraftförderer			Rutschen
Strömungsförderer			Rohrpost

Rohrpost. Pneumatische Förderer werden z. B. bei der Be- und Entladung von Schüttgütern in Häfen und in der Zementindustrie eingesetzt. Ein Vorteil dieser Förderung liegt in der einfachen Verzweigung des Förderstroms, so dass das Fördergut in verschiedene Bunker oder zu verschiedenen Verarbeitungsstellen geleitet werden kann.¹⁰⁸

- Art des Transportgutes

Bei der Klassifizierung nach Art des Transportgutes wird unterschieden in Stetigförderer für Schüttgut, z. B. Bandförderer, Becherwerke, Kettenförderer, pneumatische und hydraulische Förderer sowie Fallrohre und Rutschen und Stetigförderer für Stückgut, z. B. Bandförderer, Kettenförderer, Rollen- und Kugelbahnen sowie Hängeförderer.

Stetigförderer für Stückgüter¹⁰⁹ In Tab. 2.9 sind einige Förderer für Stückgüter dargestellt.

Flurgebundene Stetigförderer

Bandförderer

- Gurtbandförderer

Gurtförderer dienen dem Transport von fast allen Stück- und Schüttgütern. Aufgrund der glatten Oberfläche der Anlage ist diese für verschiedene Stückgutgrößen und für labile Packstücke geeignet. Hier sind waagrechte bis leicht geneigte Förderrichtungen und in Spezialfällen auch Steigungswinkel bis 50 im Einsatz realisierbar. Folgende Attribute sind kennzeichnend für Gutförderer (Abb. 2.29):

- Gurtbandförderer
 - ruhiger und geräuscharmer Lauf
 - schonender Transport empfindlicher Güter

¹⁰⁸ Vgl. Böge (2011, S. K-63).

¹⁰⁹ Böger (2011, S. K-64 ff).

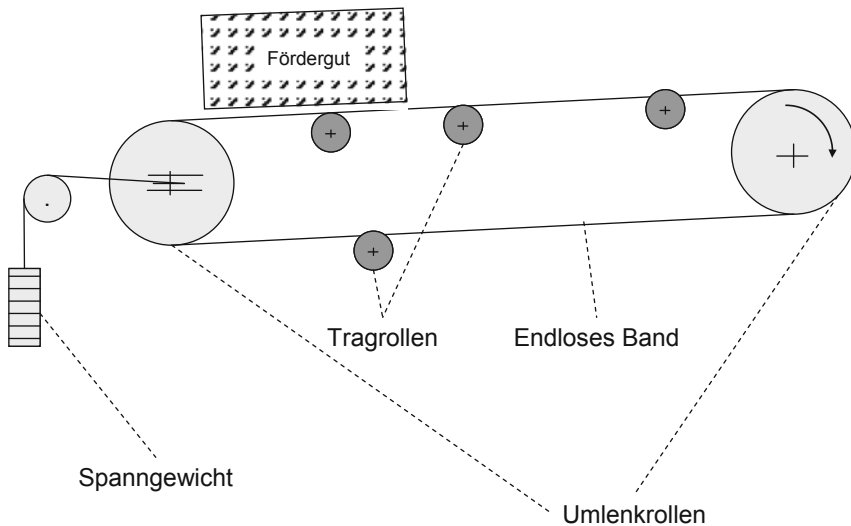


Abb. 2.29 Gurtbandförderer. (Eigene Darstellung in Anlehnung an Schulungsunterlagen Saarbergwerke AG)

- große Bandbreite bezüglich der zu fördernden Güter
- große Anzahl von Zusatzeinrichtungen anbaubar, wie z. B. Abweiser, Signatureinrichtungen
- Kurvgurtförderer

Kurvgurtförderer werden vorzugsweise für schonende Richtungsänderungen im kontinuierlichen Materialfluss eingesetzt, wie z. B. Versandhandel, Lebensmittelindustrie, Speditionen usw. Hierbei sind auch horizontale oder wendelförmige Kurvenförderungen möglich. Nachfolgend werden Kennzeichen von Kurvgurtförderern aufgelistet:

- analog zu geradem Gutförderer
- stetige Stückgut-Richtungsänderung ohne Laufrichtsungsänderung
- Gurt läuft spannungsarm über nicht angetriebene, kegelförmige Trommeln
- Antrieb erfolgt durch eine entlang dem Gurtaußenrand geführten Rollenkette die der Kurvgurtführung dient

Kettenförderer

- Plattenbandförderer

Plattenbandförderer verwenden als Tragelemente Platten aus Stahl, seltener aus Holz oder Kunststoff. Sie bieten aufgrund ihrer Bauweise die Möglichkeit, unterschiedliches Stückgut, wie z. B. Kisten, Fässer, Ballen und Säcke, zu transportieren. Der Plattenbandförderer wird

nicht nur zum Transport der Stückgüter genutzt, sondern kann auch als Fließband in der Produktion eingesetzt werden. Hierzu werden Arbeitsflächen für mitfahrendes Personal auf den Stahlplatten befestigt.¹¹⁰ Daher werden Plattenbandförderer in fast allen Industriezweigen, wie z. B. in Montagebereichen oder der Automobilindustrie, eingesetzt. Durch ihre stabile Bauweise sind sie z. B. in Bereichen mit hoher Verschmutzung, im Nassbereich oder bei hohen Temperaturen nutzbar.

- Schuppenförderer

Schuppenförderer werden meistens als Sortier- bzw. Verteilförderer für Gepäck z. B. auf Flughäfen oder Bahnhöfen mit automatischer Funktion und manueller Abnahme des Stückgutes eingesetzt. Ein hoher Durchsatz ist möglich, wenn eine stetige gleichmäßige Auf- und Abnahme erfolgt. Relevante Eigenschaften der Schuppenförderer sind die generelle Unempfindlichkeit gegen Umgebungseinflüsse, die Möglichkeit, eine Vielzahl von Stückgutformen fördern zu können, und die gute Zugänglichkeit der Transportfläche.

Flurfreie Stetigförderer (Hängeförderer) Bei Hängeförderern erfolgt die Lastaufnahme unterhalb einer oder mehrerer Laufschiene(n). Hängeförderer werden häufig in Fertigungs- und Montageprozesse eingebunden, da hierbei die Bodenfläche frei und ohne Einbauten bleibt. Dies ermöglicht den Mitarbeitern eine größtmögliche Bewegungsfreiheit. Das Fördergut wird von Gehängen getragen, die von umlaufenden Zugorganen oder Zugkatzen gezogen oder durch Schwerkraft bzw. manuell transportiert werden. Die Fahrwerke der Gehänge laufen auf einem Schienenstrang. Der hängende Transport ermöglicht einen ungehinderten Zugang für automatisierte und manuelle Fertigungsprozesse. Auch sehr empfindliche Fördergüter, wie z. B. Karosserieteile oder frisch lackierte Bauteile können unverpackt an einfachen Lastaufnahmemitteln, wie z. B. Haken transportiert werden.¹¹¹

Vertikalförderer Einige Förderer, wie z. B. Bandförderer oder Hängebahnen können bis zu einem bestimmten Grad Höhenunterschiede überwinden. Bei größeren Höhen kommen diese Fördertechniken jedoch an ihre Grenzen, so dass spezielle Vertikalförderer (= Heber) eingesetzt werden. Vertikalförderer dienen also dazu, ein Stückgut von einem Anlagenniveau auf ein anderes anzuheben oder abzusenken. Die Aufnahme des Stückgutes erfolgt entweder durch ein aktives (z. B. Gurtband) oder passives (z. B. Tragarme) Lastaufnahmemittel. Im Unterschied zu Aufzügen dürfen in Vertikalförderern keine Personen transportiert werden.¹¹²

¹¹⁰ Vgl. Böge (2011, S. K-54).

¹¹¹ Vgl. Arnold (2008, S. 629).

¹¹² Vgl. Arnold (2008, S. 633).

Stetigförderer für Schüttgüter¹¹³

Becherwerke Becherwerke werden eingesetzt, wenn Schüttgut von tieferen auf höhere Ebenen gehoben werden muss. Sie sind ausgestattet mit Bechern als Tragorgan. Diese schöpfen das Gut oder bedienen durch Zuteiler die Becher, die gefüllt und an bestimmten Abwurfstellen entleert werden. Ketten und Gurte dienen als Zugorgane. Sie werden zur Förderung von Zement, Kalk, Kohle, Düngemittel usw. eingesetzt.

Becherwerke werden nach der Becherfolge in Teil-Becherwerke (Becheranordnung im Abstand) und Voll-Becherwerke (Becher-an-Becher Anordnung) sowie nach dem Becherweg in Senkrecht-, Schräg- und Pendel-Becherwerke unterteilt (Abb. 2.30).

Ein Becherwerk bietet folgende Vorteile:

- kann trotz kleiner Grundfläche große Gutströme fördern
- große Achsabstände
- geeignet für fast alle Schüttgüter
- die Förderung erfolgt staubfrei in geschlossenen Schächten
- einfache und raumsparende Konstruktion
- kleine Deckendurchbrüche
- geringe Wartungs-, Unterhalts-, und Bedienkosten
- robust und zuverlässig

Ein Becherwerk beinhaltet folgende Nachteile:

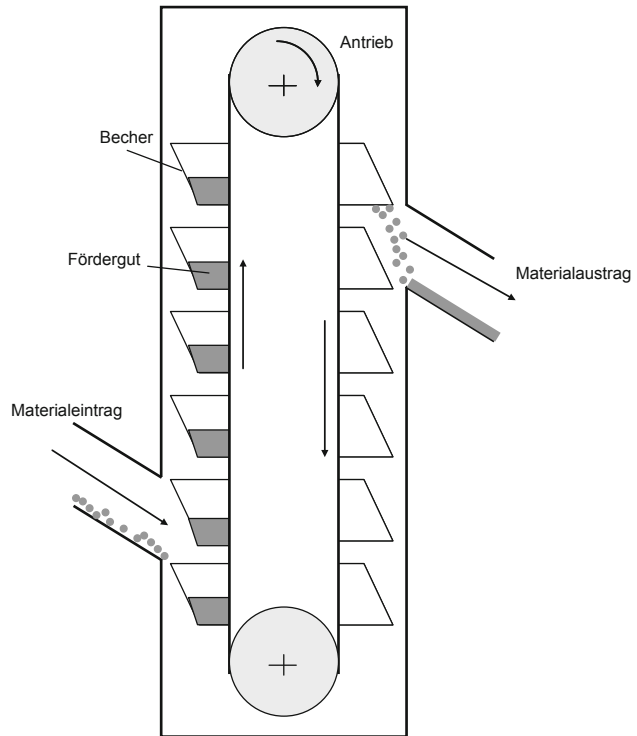
- Mahlwirkung beim Becherschöpfen
- Gefahr der Verstopfung
- Stoßbelastung beim Becherschöpfen bzw. -füllen
- Lautstärke

Schneckenförderer Schneckenförderer werden eingesetzt, wenn Güter waagrecht, steil und senkrecht gefördert werden sollen. Die Vorteile bestehen in dem einfachen, gedrängten Aufbau, der Robustheit, dem geringem Raumbedarf, der Staub- und Geruchsfreiheit sowie in den geringen Anlagen- und Wartungskosten. Die Gefahr der Gutbeschädigung, die hohe Antriebsleistung, die Verstopfungsgefahr und dass Schneckenförderer nur für kleine Förderlängen/- höhen geeignet sind, bilden die Nachteile.

Unstetigförderer Bei Unstetigförderern handelt es sich um diskontinuierlich arbeitende und den Umschlag in Arbeitsspielen realisierende Fördergeräte. Diese inkonstante Arbeitsweise erfolgt meistens in Arbeitsspielen. Ferner ist der Arbeitsablauf durch den Wechsel von Last- und Leerfahrten, durch Stillstandszeiten für das Be- und Entladen sowie durch Anschlussfahrten gekennzeichnet. Folglich können die Antriebe für Aussetz- oder Kurzzeitbetriebe ausgelegt werden. Unstetigförderer sind flurbundene oder flurf- freie, schienengebundene oder schienenfreie Transportmittel. Ihre Bedienung erfolgt auf

¹¹³ Vgl. z. B. Martin (2009, S. 168 ff).

Abb. 2.30 Prinzipielle Darstellung eines Becherwerkes



manuelle Art, daher sind die Betriebskosten, aber auch ihre Einsatzflexibilität höher als bei Stetigförderern.

Krane Ein Kran ist eine manuelle oder durch Motoren betriebene Einrichtung zum vertikalen und horizontalen Transport von Gütern. Dabei arbeitet der Kran flurfrei und kann eine Last in mehr als zwei Bewegungsrichtungen (auf/ab – links/rechts) bewegen, d. h. sie an unterschiedlichen Orten aufnehmen und absetzen.

Krane werden gemäß DIN 15001 nach ihrer Bauart und Verwendung eingeteilt, s. Abb. 2.31.¹¹⁴

- Brückenkran

Brückenkran sind auch unter der Bezeichnung Laufkran bekannt. Diese sind auf hochgelegenen Kranbahnen fahrbare Krane in Brückenkonstruktion. Folglich wird die gesamte Bodenfläche nutzbar. Brückenkran eignen sich für Fertigungs- und Montagehallen, da stets Maschinen und Anlagen umgestellt und anders genutzt werden können.

¹¹⁴ Vgl. Hiersig (1995, S. 654 f).

Abb. 2.31 Einteilung: Krane.
(Tabelle erstellt nach Hiersig
(1995, S. 654 f))

Bauart	Einsatzbereich
z.B.	z.B.
Laufkatzen	Werkstattkrane
Ausleger- und Drehkrane	Lagerkrane
Brückenkrane	Hüttenwerkskrane
Portalkrane	Baukrane
Wandlaufkrane	Montagekrane
Turmdrehkrane	Hafenkrane
Fahrzeugkrane	LKW-Krane
Schwimmkrane	Bergungskrane
Kabelkrane	Containerkrane

- Portalkrane

Portalkrane sind Krane mit portalartigem Traggerüst. Sie werden unterteilt in Voll- und Halbportalkrane. Bei Vollportalkranen sitzt die Kranbrücke auf zwei Portalstützen. Beim Halbportalkran hingegen sitzt die Kranbrücke auf einer Portalstütze. Die andere Seite wird auf einer hochgelegten Kranbahn am Gebäude abgestützt. Die Brückenbauweise erfolgt auf zwei Weisen, der Vollwand- und der Fachwerkausführung. Sie werden meistens im Freien wie beispielsweise auf Lagerplätzen, Bahnhöfen, Umschlagplätzen usw. eingesetzt. Folglich müssen sie mit Sturmsicherungen ausgestattet sein.¹¹⁵

- Turmdrehkrane

Kennzeichnend für den Turmdrehkran ist der hohe, turmartige Standmast mit hoch angelegtem Ausleger. Dies ermöglicht eine große Reichweite. Der Turmdrehkran wird hauptsächlich im Bauwesen eingesetzt. Zu seinen Vorteilen zählen die kleine Standfläche, die große Hubhöhe und die weite Ausladung. Die gängigsten Auslegerformen sind Nadel-, Katz-, Teleskop- und Knickausleger. Der Turm und der Ausleger werden aus Gewichtsgründen fast nur in Fachwerksbauweise gefertigt. Je nach Anordnung des Drehwerks differenziert man zwischen Untendreher (drehbarer Turm) und Obendreher (fester Turm).¹¹⁶

- Kletterkrane

¹¹⁵ Vgl. Jünemann und Schmidt (2000, S. 172).

¹¹⁶ Vgl. Jünemann und Schmidt (2000, S. 171).

Bei den Kletterkranen steht der Turm fest und adäquat dem Fortschreiten des Baues „mitwächst“. Beim Turmkletterkran bleibt der Turm am Boden stehen und wird durch das Einsetzen von Zwischenstücken verlängert. Beim Stockwerkskletterkran hingegen wird der Turm in den Etagen verankert und mit dem Bau hochgeschoben.

- Schnelleinsatzkrane

Die Schnelleinsatzkrane sind als komplette, aufstellfertige Anhängereinheit auf der Straße verfahrbar. Diese stellen sich durch ihre spezielle Aufstellkinematik zumeist selbständig auf. Folglich sind sie insbesondere aus ökonomischen Gründen für den kurzfristigen Einsatz auf wechselnden Baustellen geeignet.

- Fahrzeugkrane

Bei Fahrzeugkranen handelt es sich um Auslegerkrane mit eigenem Fahrwerk, Fahrgestell oder Fahrzeug. Daher sind sie schnell und universal einsetzbar. Folgende Bauarten existieren:

- Autokrane
- Schiffskrane
- Mobilkrane
- Raupenkrane
- Schienen- und Anhängerkrane

- Serienhebezeuge

Serienhebezeuge werden in verschiedene Gruppen, wie z. B. Flaschenzüge, Elektrozüge, Zahnstangenwinden, Spindelhebeböcke und Hebebühnen eingeteilt¹¹⁷. Hebezeuge dienen der Überbrückung von Höhenunterschieden. Diese können am Arbeitsplatz, zur Beladung eines LKWs oder zur Stockwerksüberbrückung eingesetzt werden.

Hebebühnen werden in Lasten- und Arbeitshebebühnen unterteilt. Einsatz finden sie überall, wo ein Niveauausgleich erforderlich ist, wie z. B. an einer Verladerampe. Lastenhebebühnen bestehen aus Grundrahmen, Scherensystem, Oberrahmen mit Abdeckplatte, Elektrohydraulikantrieb sowie den nötigen Steuer- und Schaltelementen. Arbeitshebebühnen hingegen können durch ein Mehrfach-Scherensystem Höhen bis 6,5 m, mittels Teleskopzylinder bis 25 m, erreichen. Diese werden als Montagebühnen im Großgerätetbau oder zur Wartung von Hallen, Kranen und dergleichen verwendet. Sie können starr, schwenkbar, verschiebbar oder ausfahrbar aufgebaut sein. Die Arbeitsbühne wird als verfahrbares oder selbstfahrendes Gerät hergestellt (Abb. 2.32 und 2.33).¹¹⁸

¹¹⁷ Vgl. Martin et al. (2008, S. 97 ff).

¹¹⁸ Vgl. Martin (2009, S. 80 f).

Abb. 2.32 Arbeitsweise einer Hebebühne

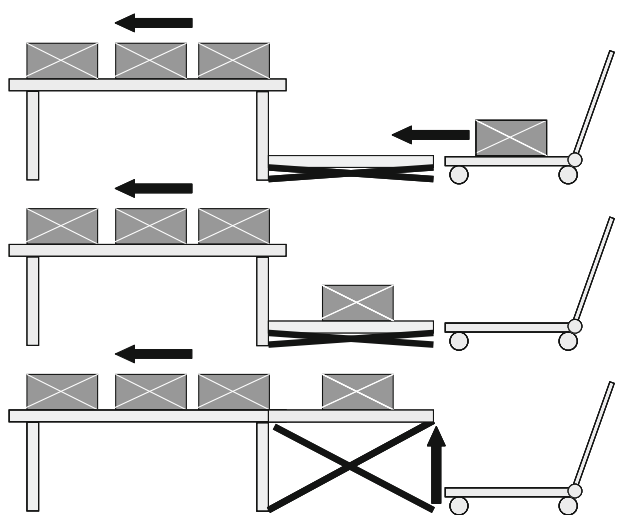
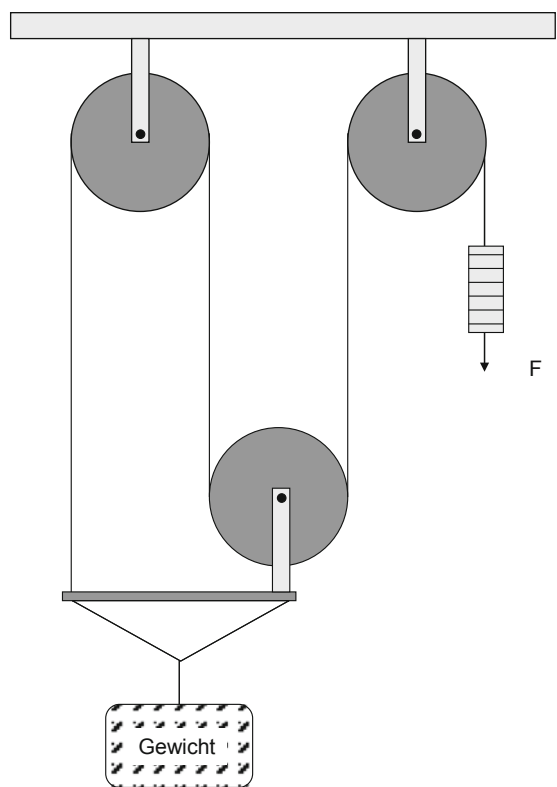


Abb. 2.33 Schematische Darstellung eines Flaschenzuges



Tab. 2.10 Klassifizierung der flurbundenen Förderer. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 156))

Gleislos	Manuell	z. B.
		Handkarren
		Handgabelhubwagen
	Mechanisiert	Elektrogabelhubwagen
		Elektrokarren
		Schlepper
	Automatisiert	Straßenkrane
		Fahrerlose
		Transportsysteme
Gleisgebunden	Mechanisiert	Fahrerlose
		Stapler
	Automatisiert	Regalbediengeräte
		Schienenkrane
		Regalbediengeräte
		Verteilsfahrzeuge
		Elektroflurförderbahn

Flurfördermittel Flurfördermittel sind schienenfreie Transportmittel die für den horizontalen- und vertikalen Transport geeignet sind. Sie werden hauptsächlich für den innerbetrieblichen Transportprozess eingesetzt.

Ihrer Vorteile sind:

- freizügige Verwendung in allen Betriebsbereichen
- große Beweglichkeit und Wendigkeit
- Fahrt in schmalen Gängen und kleinen Kurven möglich
- niedrige Betriebskosten
- Geringe Anlagekosten
- Durch Stapler optimale Ausnutzung hoher Räume

Ihre Nachteile sind:

- Begrenzte Lade- bzw. Tragfähigkeit
- eigens ausgebildetes Personal ist notwendig
- Einsatz ist abhängig von der Beschaffenheit des Bodens und dessen Tragfähigkeit

In Tab. 2.10 wird die Einteilung der Flurfördermittel dargestellt.¹¹⁹

Die vielfältige Verwendungsweise von Gabelstapler n wird erhöht durch den Einsatz unterschiedlichster Anbaugeräte, z. B. Dornen für das Bewegen großer Rollen, Klammern für das Bewegen von Ballenmaterial oder Ladeschaufeln für das Ausnehmen von Schüttgut.

Zur Abwicklung des innerbetrieblichen Materialflusses werden in der Regel Förderhilfsmittel (= Transport, Lade- oder Lagerhilfsmittel) eingesetzt. Sie dienen der Aufnahme

¹¹⁹ Martin (2009, S. 226).

und Zusammenfassung der zu transportierenden Materialien sowie dem Schutz vor Beschädigung und Diebstahl. Transporthilfsmittel können den Transport und Umschlag der Waren beschleunigen und in bestimmten Fällen die Lagerfähigkeit erst erstellen. Im innerbetrieblichen Materialfluss können sie als Informationsträger dienen und die Basis für Automatisierung des Transportes bilden.

Abbildung 2.34 zeigt eine Übersicht der unterschiedlichen Förderhilfsmittel.

Obwohl das Bilden von Ladeeinheiten einen zusätzlichen Prozessschritt in der Materialflussskette darstellt, sind die damit verbundenen Vorteile offensichtlich. Die Packstücke können rationeller umgeschlagen und transportiert werden. Daraus ergibt sich ein effizienterer und damit kostengünstiger Materialfluss. Sie bilden die Grundlage für die Mechanisierung und Automatisierung im Material- und Güterfluss.¹²⁰

Zu dem am weitesten verbreiteten Ladehilfsmittel zählen Behälter und Paletten.

Behälter stellen umschließende Ladehilfsmittel dar. Sie werden oft in Form von Kunststoffbehältern oder Lagersichtkästen entwickelt. Die Behälterklassen sind modular aufgebaut.

Die Europalette ist nach DIN EN 13698 Teil 1 eine genormte, mehrwegfähige Transportpalette mit einer Grundfläche von 0,96 Quadratmetern und den Maßen 1200 × 800 × 144 mm (Länge × Breite × Höhe) sowie einem Eigengewicht von 20–24 kg (je nach Holzfeuchte). Sie wird von 78 Spezialnägeln zusammengehalten.

Bei der Europalette handelt es sich um eine sogenannte Vierwegpalette, d. h., sie kann von allen vier Seiten mit einem automatischen Flurfördergerät, einem Gabelstapler oder Hubwagen aufgenommen und befördert werden.

Paletten werden genutzt, um Güter zu bündeln sowie, um Ladeeinheiten zum Umschlag, Transport und Lagern zu bilden. In Abb. 2.35 ist eine Europalette dargestellt.

Beim Ladehilfsmittel im Palettenformat handelt es sich um ein umschließendes Ladehilfsmittel. Seine Abmessungen gleichen denen der Europalette. Es eignet sich zur Lagerung nicht stapelbarer Kleingüter. Abbildung 2.36 zeigt eine Gitterbox als Beispiel eines umschließenden Ladehilfsmittels.

2.2.4 Beschaffungslogistik

2.2.4.1 Einleitung

Überkapazitäten, Globalisierung des Wettbewerbs sowie immer kürzere Innovations- und Produktlebenszyklen erfordern von Unternehmen schnelle und flexible Reaktionen, um der Wettbewerbsintensität standzuhalten. Im Zuge dessen reduzieren die Unternehmen ihre Fertigungstiefe und konzentrieren sich auf ihre Kernkompetenzfelder.¹²¹ Dies führt zu einem starken Anstieg der Anforderungen an die Lieferantenstruktur, da die Entwicklung und Lieferung von qualitativ hochwertigen und innovativen Produkten zu kostengünstigen

¹²⁰ Vgl. ten Hompel et al. (2007, S. 23).

¹²¹ Vgl. Janker (2004, S. 1).

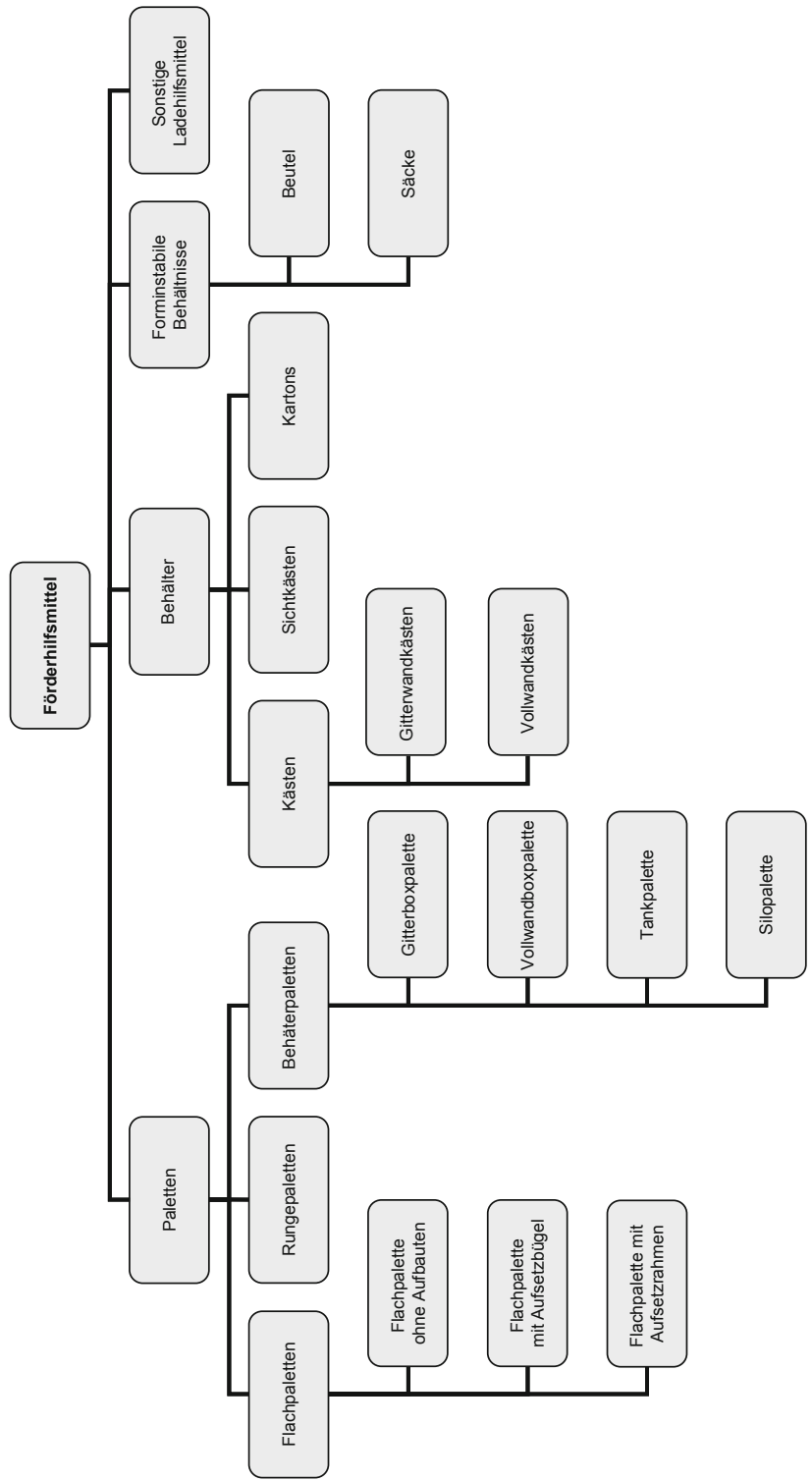


Abb. 2.34 Systematik der Förderhilfsmittel. (Vgl. Schulte (2009, S. 151))

Abb. 2.35 Europalette

Abb. 2.36 Gitterbox.
 (Bildnachweis: A&A
 Logistik-Equipment GmbH &
 Co. KG)



Preisen immer mehr in den Verantwortungsbereich des Lieferanten übertragen werden. Die veränderte Lieferantenbasis erfordert den Aufbau von Schlüssellieferanten.¹²² Der verschärfte Fokus auf die Kernkompetenzen steigert somit den Wert des Einkaufs in seiner Funktion als Beschaffer. Nicht von ungefähr kommt die alte Kaufmannsweisheit zum Tragen, dass „Im Einkauf der Gewinn liegt“.¹²³ Früher ist der Einkauf als „Beschaffer von Teilen“ bekannt gewesen, der überwiegend Preis- und Mengenverhandlungen durchführte sowie Verträge mit Lieferanten abschloss. Jetzt wird er als der „Beschaffer komplexer Lösungen“ anerkannt, der dafür zu sorgen hat, dass die Innovationen aus den Beschaffungsmärkten in das Unternehmen übertragen werden.¹²⁴ Somit verschiebt sich der Schwerpunkt von einer reinen Kostenorientierung zu einer höheren Gewichtung des Wertbeitrags aller Einkaufsaktivitäten. Selbstverständlich darf der Faktor Preis nicht komplett vernachlässigt werden, vielmehr ist ihm im Verhältnis zum Wert eine andere Gewichtung beizumessen.¹²⁵ Im 21. Jahrhundert befindet sich der Einkauf schließlich zwischen allen Stühlen. Insofern

¹²² Vgl. Beckmann (2008, S. 51).

¹²³ Vgl. Drebinger (2000, S. 52).

¹²⁴ Vgl. TCW (o. J., S. 8).

¹²⁵ Vgl. Schumacher et al. (2008, S. 46).

Tab. 2.11 Rückrufaktionen durch fehlerhafte Zulieferteile. (Schmidt (o. J., S. 2))

Jahr	Hersteller	Produkt	Rückrufgrund	Rückrufe
2009	Philips	Senseo Kaffeemaschine	Bersten des Boilers durch Kalkablagerungen und elektrischen Defekt	30 Mio.
2007	Nokia	Handy Akku	Überhitzen und Brand des Akkus beim Aufladen	40 Mio.
2007	Ford	PKW zwischen 1992 und 2003	Geschwindigkeitsregler, die Brände auslösen können	3,6 Mio.
2005	Daimler Chrysler	Spannungsregler der Lichtmaschinen	Spannungsregler defekt	1,3

müssen nicht nur die Estandskosten reduziert werden, sondern auch stabile und funktionierende Liefernetzwerke aufgebaut werden. Dies garantiert einerseits Liefersicherheit und Qualität, andererseits werden gemeinsame Innovationen ermöglicht. Um diese Ziele zu verwirklichen, bemüht sich der wertorientierte Einkauf zunehmend, Systempartner bzw. Schlüssellieferanten langfristig zu binden und ihr spezifisches Know-how zu nutzen.¹²⁶ Der Lieferant als Akteur auf den Beschaffungsmärkten versorgt das Unternehmen mit Gütern, indem er letztlich auch einen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit und Wertschöpfung des Unternehmens nimmt.¹²⁷ Insofern wird der Erfolg eines Unternehmens stark durch die Fähigkeiten seiner Lieferanten beeinflusst. Aus diesem Grunde sind die Auswahl der richtigen Partner und somit auch der Zugang zu Spitzentechnologien für die eigene Leistungsfähigkeit von sehr großer Bedeutung. Im Fall eines „falschen“ Lieferanten entstehen hohe Zusatzkosten und es wirkt sich langfristig negativ auf den Unternehmenserfolg aus.

Tabelle 2.11 zeigt eine Zusammenstellung von Rückrufaktionen der letzten Jahre aufgrund fehlerhafter Zulieferteile.

2.2.4.2 Definition und Abgrenzung der Begriffe

Die Beschaffungslogistik ist ein marktverbundenes Logistiksystem und stellt die Verbindung zwischen der Distributionslogistik der Lieferanten und der Produktionslogistik des beschaffenden Unternehmens dar. Zur Beschaffungslogistik gehören alle Aktivitäten, die einer bedarfsgemäßen, d. h. nach Art, Menge, Qualität, Raum, Zeit und Kosten abgestimmten Bereitstellung der für die betriebliche Leistungserstellung benötigten Materialien dienen. Die Beschaffungslogistik ist von Beschaffung und Einkauf abzugrenzen.

Unter Beschaffung im weiteren Sinn versteht man alle Maßnahmen zur Versorgung des Unternehmens mit jenen Produktionsfaktoren, die nicht selbst erstellt werden.¹²⁸

¹²⁶ Vgl. Eisenhut (o. J., S. 3).

¹²⁷ Vgl. Beckmann (2008, S. 51).

¹²⁸ Vgl. Kummer (2009, S. 90).

Objekte der Beschaffung sind das Material (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Zulieferteile, Handelswaren und Ersatzteile), Dienstleistungen, Betriebsmittel (Anlagen), Personal, Informationen und das erforderliche Kapital.

Für die Betrachtung der Beschaffungslogistik kann der Beschaffungsbegriff enger gefasst werden:

Die Beschaffung im engeren Sinn umfasst alle Maßnahmen zur Versorgung des Unternehmens mit Material (Roh- Hilfs- und Betriebsstoffe, Zulieferteile), Handelswaren, Ersatzteilen und Dienstleistungen.

Der Begriff Beschaffung wird häufig als Oberbegriff für Einkauf und Beschaffungslogistik verwandt, wobei der Einkauf die Sicherstellung der rechtlichen Verfügbarkeit (Erschließung, Pflege und Entwicklung der auf dem Beschaffungsmarkt vorhandenen Bezugsquellen) und die Beschaffungslogistik die Sicherstellung der körperlichen Verfügbarkeit beinhaltet. Zum Teil werden die Begriffe „Einkauf“ und „Beschaffung“ aber auch synonym verwandt.

Ziel aller Aktivitäten innerhalb der Beschaffungslogistik ist die Maximierung der Versorgungssicherheit bei minimalen Beschaffungs- und Kapitalbindungskosten, sowie möglichst kurzen Wiederbeschaffungszeiten.

Zur Erreichung der allgemeinen Zielstellung sind im Rahmen der Beschaffungslogistik strategische und operative Aufgaben wahrzunehmen.

2.2.4.3 Klassifizierung der Sortimente

Die Vielzahl der zu beschaffenden Materialien und deren Bedeutung im Produktionsprozess macht eine Teileklassifikation notwendig. So können aus Zeit- und Kostengründen nicht für alle Materialien die gleichen Verfahren angewendet bzw. exakte Ausgangsdaten ermittelt werden. Die Beschaffungslogistik stellt für die Einordnung der Materialien in Klassifikationen entsprechende Verfahren zur Verfügung.

ABC-Analyse Die ABC-Analyse ist ein Hilfsmittel zur Bildung von Artikelklassen auf Basis der Verteilung einer Merkmalsausprägung in Abhängigkeit von einem anderen Merkmal (hier: Anteil eines Artikels am Gesamtumsatz).¹²⁹ Aufgabe der ABC-Analyse ist die Ermittlung der wirtschaftlichen Bedeutung der Artikel in Form einer Rangordnung und die Zuordnung zu den unterschiedlichen Wertgruppen A, B oder C.

Dazu muss zunächst der Materialverbrauch erfasst und in abnehmender Reihenfolge sortiert werden. Danach erfolgt die Ermittlung der prozentualen Verbrauchswertanteile und -mengenanteile. Anschließend werden die prozentualen Verbrauchswert- und Verbrauchsmengenanteile kumuliert dargestellt.

Die Einteilung der Artikel in die unterschiedlichen Klassen A-, B- oder C hängt vom vorliegenden Sortiment ab und ist willkürlich festzulegen. Allerdings sollte jede Klassifizierung begründet werden.

Abbildung 2.37 zeigt die schematische Darstellung einer ABC-Kurve.

¹²⁹ Vgl. Höchst und Stausberg (1993, S. 18).

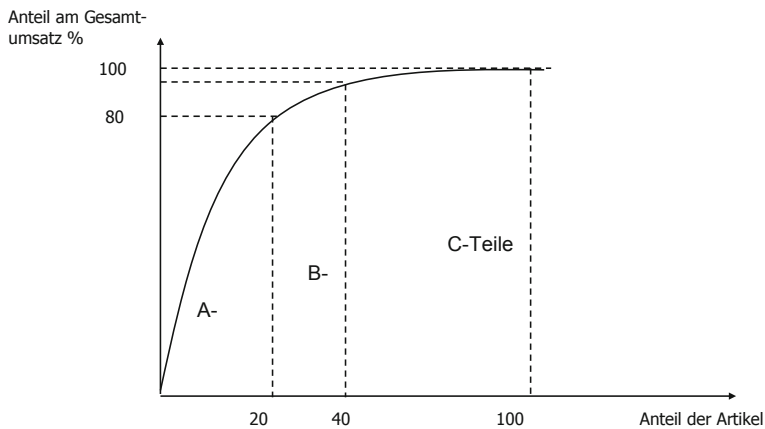


Abb. 2.37 Schematische Darstellung einer ABC-Kurve. (Vgl. z. B. Pfohl (2010, S. 108))

A-Teile	B-Teile	C-Teile
<ul style="list-style-type: none"> • Aufwändige, exakte Dispositionsverfahren • Bedarfsgesteuerte (deterministische) Bedarfsermittlung • Beschaffung in möglichst kurzen Intervallen • Versuch der Minimierung der Beschaffungszeiten • Genaue Terminkontrolle • Präzise Bestandesführung • Sorgfältige Planung der Sicherheitsbestände • Sorgfältige Lieferantenauswahl • Maßnahmen zur Vermeidung von Materialverlusten im Lager • Umfassende Prüfung der Einkaufspreise und Konditionen 	<p>Entscheidung im Einzelfall</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauchsgesteuerte (stochastische) Bedarfsermittlung • Vereinfachte Verfahren der Bestellabwicklung • Vereinfachte Terminkontrollen • Größere Sicherheitsbestände • Grobe Bestandsführung • Einfache Bestandsrechnung • Lange Bestellintervalle • Größere Bestellmengen (Ausnutzen von Rabatten) • Anwendung des Bestellpunktverfahrens

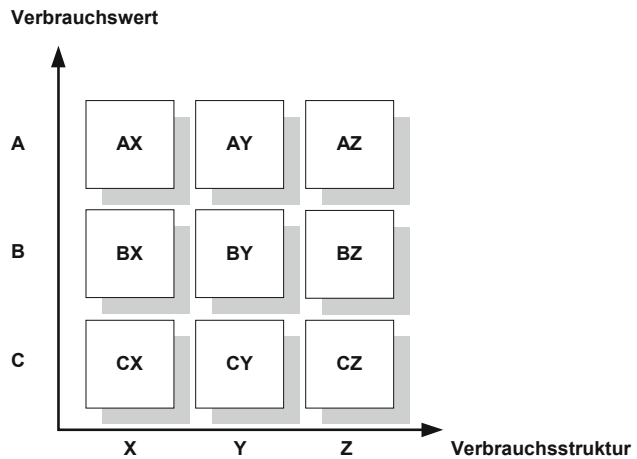
Abb. 2.38 Handlungsempfehlungen für unterschiedliche Wertgruppen eines Sortiments. (Vgl. z. B. Ehrmann (2008, S. 138))

Die mit Hilfe einer solchen Analyse durchgeführte Strukturierung des Sortiments ermöglicht die Konzentration von Aktivitäten und Rationalisierungsbemühungen auf Bereiche großer wirtschaftlicher Bedeutung. Für die einzelnen Wertgruppen lassen sich unterschiedliche Handlungsanweisungen ableiten (Abb. 2.38).

XYZ-Analyse¹³⁰ Die alleinige Analyse der zu beschaffenden Materialien nach ihrem Anteil am Gesamtumsatz reicht zur optimalen Gestaltung des Beschaffungsprozesses i. d. R. nicht aus. Neben dem Wert der zu beschaffenden Güter ist auch die Regelmäßigkeit

¹³⁰ Vgl. Ehrmann (2008, S. 139).

Abb. 2.39 Kombinierte ABC-/XYZ-Analyse. (Vgl. Ehrmann (2008, S. 140))



des Verbrauchs relevant. Dieses Kriterium dient in der XYZ-Analyse zur Einordnung der Materialien in folgende Gruppen:

X-Materialien

- Konstanter Verbrauch bei nur gelegentlichen Schwankungen
- Hohe Prognosegenauigkeit

Y-Materialien

- Stärkere Schwankungen des Verbrauchs (trendförmige oder saisonale Verbrauchsverläufe)
- Mittlere Prognosegenauigkeit

Z-Materialien

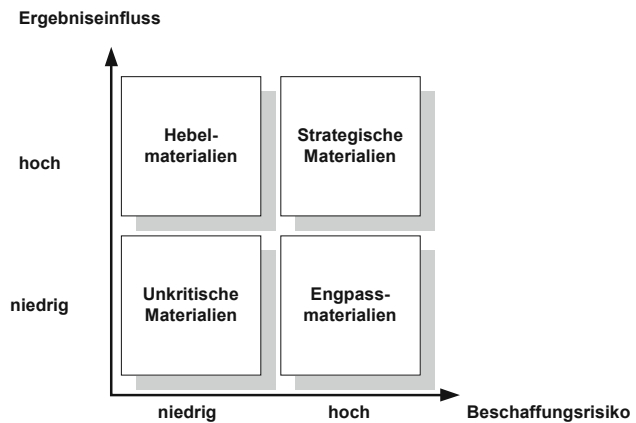
- Sporadischer Bedarfsverlauf, stark zufällige Bedarfsschwankungen
- Geringe Prognosegenauigkeit

Auch bei dieser Analyse lassen sich anhand der ermittelten Teilegruppen Handlungsanweisungen definieren.

Eine Kombination von ABC- und XYZ-Analyse erlaubt eine umfangreiche Erstellung von Handlungsanweisungen in der Beschaffungslogistik (Abb. 2.39).

Portfolio-Analyse Bei der Portfolio-Analyse werden Materialien nach ihrer strategischen Bedeutung für das Unternehmen klassifiziert. Dazu werden die Materialien anhand der beiden Kriterien Ergebniseinfluss (Erfolgsbeitrag), d.h. wert- und mengenmäßiger Anteil am Einkaufsbudget, sowie Bedeutung für Qualität und Wachstumspotenzial,

Abb. 2.40 Klassifizierung der Materialien nach dem Portfolio-Ansatz. (Vgl. Inderfurth (1998, S. 199))



und Beschaffungsrisiko, d. h. Beschaffungsmarktkapazität, Lieferanten- und Nachfragerzahl, Marktstabilität und Möglichkeiten der Substitution oder Eigenfertigung eingeordnet (Abb. 2.40).

Auch bei diesem Verfahren werden für jede der ermittelten Gruppen Handlungsanweisungen abgeleitet, wie in Tab. 2.12 dargestellt.

2.2.4.4 Analyse des Beschaffungsmarktes

Die Beschaffungsmarktforschung ist ein Teilgebiet der Marktforschung und beschäftigt sich mit der systematischen Sammlung und Aufbereitung von Informationen über aktuelle und potenzielle Beschaffungsmärkte zur Erhöhung ihrer Transparenz (Marktanalyse) und zum Erkennen beschaffungsrelevanter Entwicklungen (Marktbeobachtung).

Zentrale *Untersuchungsobjekte* der Beschaffungsmarktforschung sind die zu beschaffenden Einsatzgüter (Materialqualitäten, Werkstoffinnovationen, eingesetzte Produktionsverfahren) und deren mögliche Substitute, die Angebotsstruktur auf den Beschaffungsmärkten (geographische Streuung der Zulieferer, Konkurrenzintensität, relative Wettbewerbspositionen, Angebotsvolumen, -elastizität, Entwicklungen auf Vormärkten), die wirtschaftliche und technische Leistungsfähigkeit aktueller und potenzieller Lieferanten (Umsatz, Maschinenausstattung, Fertigungsverfahren, Gewinn, Liquidität, Mitarbeiterqualifikation, Produktqualität, Lieferservice, Konditionen, Konkurrenzbelieferung) und der Preis (Preisstrukturanalyse, -beobachtung, -vergleich). Darüber hinaus werden allgemeine Informationen über die entsprechenden Branchen und die Gesamtwirtschaft (Wirtschaftswachstum, Beschäftigung, Konjunktur) erhoben. Bei Beschaffungen aus dem Ausland sind Informationen über die rechtliche Situationen und Rahmenbedingungen oder politische Stabilität von Interesse.

Informationen über Lieferanten und zusätzliche Daten über die Angebots- und Nachfragestruktur sowie Dynamik und Entwicklungstendenzen der Beschaffungsmärkte sorgen bei dem Unternehmen für Transparenz. Dabei entsteht nicht nur ein guter Überblick über die eigenen, sondern auch über die Beschaffungsmärkte der Lieferanten und die Märkte

Tab. 2.12 Handlungsanweisungen in Abhängigkeit der strategischen Bedeutung der Materialien. (Vgl. Schulte (2009, S. 278))

Beschaffungsschwerpunkt	Hauptaufgaben	Erforderliche Informationen	Entscheidungsebene
Strategische Artikel	Präzise Bedarfsprognose, genaue Marktforschung, Aufbau langfristiger Beziehungen zu den Lieferanten, Entscheidung über Eigenfertigung oder Fremdbezug, Staffilverträge, Risikoanalyse, Notfallplanung bei Lieferausfall, umfassende Kontrolle des gesamten Materialflusses	Umfangreiche und detaillierte Marktdaten, Informationen über langfristige Angebots- und Bedarfsentwicklung, gute Wettbewerbskenntnisse, Nachvollziehen der Rohstoff- und Herstellkosten sowie der Logistikkosten	Oberste Führungsebene im Unternehmen für den Bereich Einkauf und Beschaffung
Engpassartikel	Gewährleisten der erforderlichen Bestände, ggf. erhöhen des Sicherheitsbestandes, Lieferantenkontrolle, Ausweichpläne bei Lieferantenausfall	Prognose über die mittelfristige Entwicklung von Angebot und Nachfrage, umfassende Marktdaten, Überwachung der Bestandskosten	Hohe Führungsebene im Bereich Einkauf und Beschaffung
Hebelprodukte	Ausnutzen der Einkaufsmacht, Umfassende Lieferantenauswahl, Ermittlung möglicher Substitutionsprodukte, gezielte Preis- und Verhandlungsstrategien, optimales Verhältnis zwischen Einkäufen aus Rahmenverträgen und Beschaffungen am Markt, Optimierung der Auftragsmengen	Umfassende Marktdaten für eine kurz- bis mittelfristige Bedarfsplanung, Nachvollziehen der Rohstoff- und Herstellkosten sowie der Logistikkosten	Mittlere Führungsebene im Bereich Einkauf und Beschaffung
Unkritische Artikel	Produktstandardisierung, Optimierung der Auftragsmenge, effiziente Bearbeitung und Verwaltung der Bestände	Umfassende Marktdaten für eine kurzfristige Bedarfsplanung, optimale Bestandshöhe für wirtschaftliche Auftragsgrößen	Untere Ebene im Bereich Einkauf und Beschaffung

für Substitutionsgüter.¹³¹ Aufgrund dieser Markt- und Lieferanteninformationen können Zeit-, Innovations-, Kosten- und Wettbewerbsvorteile in Unternehmenserfolge umgemünzt werden.¹³² Dennoch sollte sich eine permanente Beschaffungsmarktforschung aus Kostengründen nur auf Lieferanten von A- und hochwertigen B-Teilen beschränken.¹³³ Bei den Lieferanten von so genannten C-Teilen reicht in der Regel der „schlichte“ Nachweis der Zertifizierung nach EN/ISO 9000 ff aus.¹³⁴

Exkurs ISO 9000:2000

Die DIN EN ISO 9000:2000 entstand aus der Intension, global unterschiedliche Normen und Regelungen zu harmonisieren. Im Jahre 1987 gelang dies der International Organization for Standardization ISO, mit der einheitlichen Norm 9000.¹³⁵

Der Grundgedanke der ISO Normreihe liegt in der Gestaltung eines umfassenden und branchenneutralen betrieblichen Qualitätssystems, das alle betrieblichen Teilsysteme beinhaltet. Das Normenwerk setzt sich aus mehreren Teilnormen zusammen.¹³⁶

Unternehmen, die Qualitätsmanagement-Systeme gemäß der Normreihe ISO 9000 einführen, können sich zertifizieren lassen. Die Zertifizierung erfolgt durch eine neutrale Zertifizierungsstelle und weist die Wirksamkeit und Funktionsfähigkeit des Managementsystems nach. Bei der Erfüllung der Anforderungen erhält das untersuchte Unternehmen ein entsprechendes Zertifikat. Der Nachweis einer Zertifizierung gehört bei der Auswahl von Zulieferern zu den Standardanforderungen.¹³⁷

Die DIN ISO 9000:2000 kann auf alle Branchen und Unternehmen angewendet werden und eignet sich auch für kleine und mittlere Unternehmen. Diese verfügten von der Einführung von DIN ISO 9000:2000 über kein dokumentiertes und transparentes Führungssystem.¹³⁸

Für Deutschland sind die Normungsorganisation International Organization for Standardization (ISO), das Komitee für Normung (CEN) und das Deutsche Institut für Normung von Relevanz. Die für Deutschland relevante Bezeichnung DIN EN ISO weist auf die Einheitlichkeit der deutschen (DIN) mit der europäischen (EN) und der internationalen (ISO) Norm hin.¹³⁹

¹³¹ Vgl. Janker und Lasch (2008, S. 1003).

¹³² Vgl. Hirschsteiner (2006, S. 461).

¹³³ Vgl. Janker und Lasch (2008, S. 1003).

¹³⁴ Vgl. ScharnWeber (2005, S. 19).

¹³⁵ Vgl. Kamiske und Umbreit (2008, S. 16).

¹³⁶ Vgl. Rothlauf (2010, S. 559).

¹³⁷ Vgl. Töpfer und Günther (2007, S. 336).

¹³⁸ Vgl. Seghezzi et al. (2007, S. 225).

¹³⁹ Vgl. Kamiske und Umbreit (2008, S. 397).

Die Normenreihe 9000 wurde seit ihrem Erscheinen dreimal novelliert. Gegenwärtig ist die Normversion ISO 9000:2005 nach einer grundlegenden Revision gültig und stammt aus dem Jahr 2005.¹⁴⁰ Diese Reform war erforderlich, da die alte Fassung den veränderten Anforderungen der Weltwirtschaft nicht mehr entsprach. Die wesentliche Veränderung liegt in der prozessorientierten Sicht der Unternehmensabläufe und der verstärkten Berücksichtigung der Kundenzufriedenheit.¹⁴¹

Als *Informationsquellen* der Beschaffungsmarktforschung sind traditionelle Quellen (Statistiken, Branchenhandbücher, Geschäftsberichte, Kataloge) Messebesuche, Betriebsbesichtigungen und Einkaufsreisen und internetbasierte Informationsquellen relevant. Neben der Objektivität und Vertrauenswürdigkeit der Informationsquellen ist deren permanente Pflege und Weiterentwicklung für eine entscheidungsvorbereitende Beschaffungsmarktforschung unerlässlich.¹⁴² Die Quellen der Beschaffungsmarktforschung lassen sich auch in Primär- und Sekundärquellen unterscheiden (s. Tab. 2.13).

2.2.4.5 Lieferantenauswahl und Bewertung

Die Lieferantenbewertung als strategische Beschaffungsaufgabe hat zum Ziel, die Lieferantenauswahl durch Anwendung von Methoden zu objektivieren und damit zu optimieren. Nicht kurzfristige Kostenminimierung steht dabei im Mittelpunkt, sondern das Finden von leistungsfähigen und zuverlässigen Partnern. Der Stellenwert dieser Bewertung steigt mit wachsendem Engagement der Lieferanten in der Wertschöpfungskette.¹⁴³ Im Fall einer schlechten Qualität, ungenauer Liefertreue und insgesamt eines schlechten Lieferservice des Lieferanten können negative Folgen für das Unternehmen bis hin zu Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit entstehen. Abbildung 2.41 verdeutlicht die Schlüsselrolle der Lieferanten in der Wertschöpfungskette und zeigt gleichzeitig die möglichen Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit.

Die entstandenen Qualitätseinbußen und Zeitverluste, auch im Sinne der Kundenzufriedenheit, können mit Hilfe von Lieferantenbewertungen aufgedeckt und vermieden werden¹⁴⁴ (Abb. 2.41).

Grundsätzlich besteht Interesse an einer Lieferantenbewertung in allen Unternehmensbereichen, die mit den Lieferanten in Verbindung stehen. An erster Stelle ist jedoch der Einkauf zu nennen, da er die Ergebnisse der Bewertung als Entscheidungsgrundlage für

¹⁴⁰ Vgl. Rothlauf (2010, S. 560).

¹⁴¹ Vgl. Rothlauf (2010, S. 560) und Kamiske und Umbreit (2008, S. 68).

¹⁴² Vgl. Schulte, S. (2009, S. 270 f).

¹⁴³ Vgl. Dreyer (2000, S. 4).

¹⁴⁴ Vgl. Falzmann (2007, S. 52 f).

Tab. 2.13 Informationsquellen der Beschaffungsmarktforschung. (Janker (2004, S. 35))

Primäre Quellen	Sekundäre Quellen
Lieferantenbefragung	Fachpublikationen
Selbstauskunft	Referenzen
Messen/Ausstellungen	Amtliche Statistiken
Fachtagungen	Firmenverzeichnisse
Marktforschungsinstitute	Börsen- und Marktberichte
Auskünfte	Internet
Kontakte mit Verkäufern	Branchenbezogene Datenbanken
Betriebsbesichtigung/Audit	Werbung
Erfahrungsaustausch	Publikationen der Lieferanten
Angebote	Tageszeitungen
Probelieferungen	
Innerbetriebliche Quellen	

die Lieferantenauswahl verwendet. Daneben wird aber auch das Interesse bei den Bedarfsträgern im Abnehmerunternehmen geweckt. Für sie als Endnutzer der Materialien sind die Identifikation der tatsächlich bestmöglichen Beschaffungsalternative und die Kontrolle während der Belieferung von großer Bedeutung.¹⁴⁵

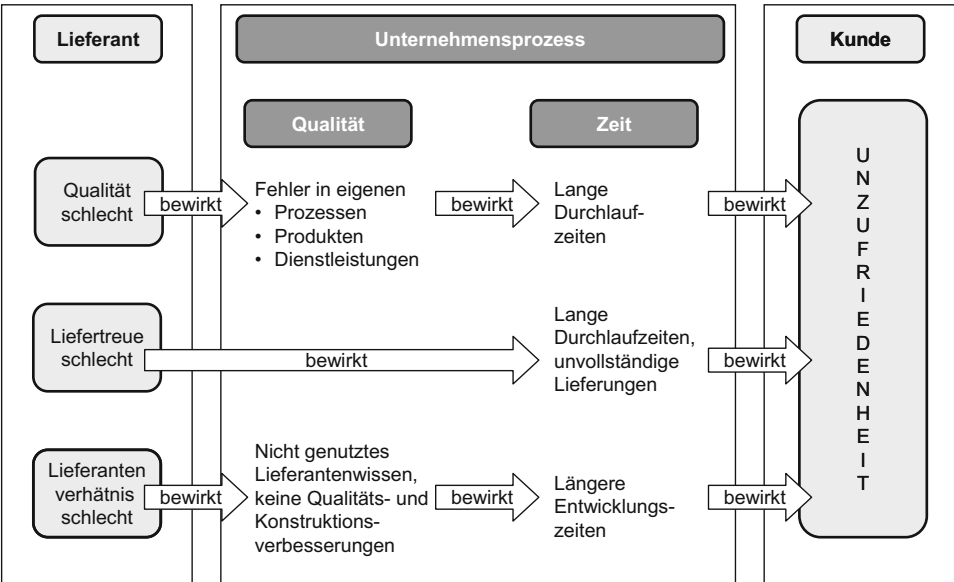


Abb. 2.41 Schlüsselrolle der Lieferanten in der Wertschöpfungskette. (Vgl. Falzmann (2007, S. 53))

¹⁴⁵ Vgl. Dreyer (2000, S. 4).

Lieferantenvorauswahl Die Lieferantenvorauswahl setzt sich aus der Lieferantenidentifikation und -eingrenzung zusammen. Dabei greift ein Unternehmen abhängig von der Kaufsituation entweder auf vorhandene Lieferanten zurück oder sucht neue Lieferanten auf dem Beschaffungsmarkt. Zusammen mit den Ergebnissen der vorausgegangenen Beschaffungsmarktforschung ist eine qualifizierte Identifikation und Eingrenzung potenzieller Lieferanten als Vorstufe der eigentlichen Bewertung zu nennen. Schließlich stellt die Lieferantenvorauswahl sicher, dass keiner der bewerteten Lieferanten vollkommen ungeeignet ist.¹⁴⁶ Insofern ist eine zuverlässige Informationsbeschaffung die Basis für jede Lieferantenbewertung.¹⁴⁷

Lieferanteneingrenzung Bei der Lieferanteneingrenzung erfolgt die grobe Überprüfung potenzieller Lieferanten. Sie werden auf ihre grundsätzliche Eignung als Zulieferer für das beschaffende Unternehmen¹⁴⁸ bzw. ihr Leistungspotenzial – zukünftige Leistungsfähigkeit und Leistungsrisiken – beurteilt.¹⁴⁹ Damit wird die Lieferantenzahl so weit wie möglich eingeschränkt, da nur eine geringe Anzahl an potenziellen Partnern für den detaillierten Prozess der Lieferantenanalyse sinnvoll ist.¹⁵⁰

Die Anzahl übrig gebliebener Lieferanten hängt nicht nur von ihrem Leistungsniveau, sondern vor allem auch vom Bedarf und den Ressourcen des Unternehmens ab. Für die Reduktion der Lieferantenmenge sind in der Lieferanteneingrenzung weitere Informationen über sie einzuholen.

Lieferantenbewertung Nach der Lieferantenvorauswahl erfolgt die eigentliche Lieferantenbewertung. Darunter versteht man die systematische, umfassende Beurteilung der Leistungsfähigkeit der bereits vorausgewählten Anbieter.¹⁵¹ Die Transparenz über die Leistungsfähigkeit und die strategische Bedeutung der Lieferanten sind der Grundstein einer Bewertung. Dies ermöglicht nicht nur die Sicherung und Steigerung der Lieferantenperformance, sondern auch die Identifizierung von Verbesserungs- und Entwicklungspotenzialen für das Unternehmen.¹⁵² Damit ist die Lieferantenbewertung als ein Instrument zur Sicherung und Steigerung des Leistungspotenzials des Lieferanten aufzufassen, das die Wettbewerbsposition des Unternehmens stärkt und gleichzeitig für Wettbewerbsvorteile auf dem Absatzmarkt sorgt.¹⁵³

¹⁴⁶ Vgl. Janker (2004, S. 35 ff).

¹⁴⁷ Vgl. ScharnWeber (2005, S. 18).

¹⁴⁸ Vgl. Janker und Lasch (2008, S. 1004).

¹⁴⁹ Vgl. Heß (2008, S. 286).

¹⁵⁰ Vgl. Janker und Lasch (2008, S. 1004 f).

¹⁵¹ Vgl. Kämpf (2007, S. 207).

¹⁵² Vgl. Berr-Sorokin und Hermann (2006b, S. 43).

¹⁵³ Vgl. Glantschnig (1994, S. 1).

Für die Bewertung der Leistungsfähigkeit eines Lieferanten müssen die relevanten Bewertungskriterien Eingang in verlässliche Verfahren finden.¹⁵⁴ Dabei sollten sich die Bewertung von Lieferanten und die damit verbundenen Bewertungskriterien an den Unternehmenszielen orientieren. Vor allem sollten die Wettbewerbs- und Marktdifferenzierungsfaktoren wie Innovations- oder Qualitätsführerschaft bei der Erstellung des Kriterienkatalogs zur Lieferantenbewertung berücksichtigt werden.¹⁵⁵ Darüber hinaus sind die an der Bewertung teilnehmenden Unternehmenseinheiten festzulegen, da nur eine abteilungsübergreifende Bewertungsicht eine umfassende und realistische Beurteilung gewährleistet. Insofern sind die von der Zusammenarbeit mit dem Lieferanten betroffenen Organisationseinheiten, wie Logistik, Qualitätssicherung oder Forschung & Entwicklung, neben der Beschaffung in den Bewertungsprozess einzubeziehen.¹⁵⁶ Eine derartige Bewertung ist bei strategisch wichtigen und bei Lieferanten mit hohem Optimierungspotenzial mindestens einmal jährlich durchzuführen.¹⁵⁷ Zusätzlich ist dem Lieferanten die Vorgehensweise bei der Bewertung und anschließend auch das Ergebnis mitzuteilen. Nur so wird der Anbieter in die Lage versetzt, seine Lieferungen und Leistungen entsprechend anzupassen, um seinerseits wiederum Verbesserungspotenziale zu erzielen.¹⁵⁸

Die Lieferantenbewertung geht allgemein in drei Schritten vor.

1. Definieren von entscheidungsrelevanten Kriterien,
2. Aufstellung einer Bewertungsskala und einer Gewichtung der Kriterien,
3. Zusammenfassen der Ergebnisse.

Tabelle 2.14 zeigt mögliche Kriterien zur Lieferantenbewertung in unterschiedlichen Unternehmensbereichen.

Für die Lieferantenbewertung ausgewählte quantitative und qualitative Kriterien sind im zweiten Schritt zu gewichten. Zwar beruht die Festlegung eines Bewertungsmaßstabs zunächst auf einer subjektiven Meinung, dennoch ist dabei ein möglichst nachvollziehbarer bzw. sachlogischer Maßstab anzulegen. Die Gewichtung der Kriterien hängt nicht nur von den angewendeten Bewertungsverfahren ab, sondern auch von den unternehmensspezifischen Gegebenheiten.

Zur Auswahl der richtigen Lieferanten steht eine Vielzahl von Lieferantenbewertungsverfahren zur Verfügung. Unabhängig vom Verfahren, den verwendeten Kriterien oder deren Gewichtung beinhaltet das Ergebnis jeder Beurteilung unternehmensspezifische, beschaffungsobjekt- und situationsspezifische Anforderungen. Dazu können Ein- oder Mehrfaktorenvergleiche durchgeführt werden. Beim Einfaktorenvergleich erfolgt die Bewertung anhand eines Kriteriums, meistens des Preises. Beim Mehrfaktorenvergleich – wie

¹⁵⁴ Vgl. Kämpf (2007, S. 208).

¹⁵⁵ Vgl. Garfamy (2003, S. 6).

¹⁵⁶ Vgl. Berr-Sorokin und Hermann (2006b, S. 43).

¹⁵⁷ Vgl. Kämpf (2007, S. 208).

¹⁵⁸ Vgl. Knapp et al. (2000, S. 46).

Tab. 2.14 Kriterien der Lieferantenbewertung. (In Anlehnung an Schumacher et al. (2008, S. 53))

	Einkauf	Qualität	Logistik	Technologie
<i>Aktuelle Leistung</i>	Gesamtkosten, Preise und Vertrag	Qualitätsleistung	Logistikleistung	Gegenwärtige Technologieposition
<i>Erhaltung der Leistungsfähigkeit</i>	Initiativen zur Kostensenkung	Qualitätssystem	Logistikstrategie und -system	Innovations- und Technologieplanung in der Zukunft
<i>Zukünftige Anforderungen und Kooperationen</i>	Key Accounting	Service und Support	Informationsverhalten	Flexibilität
<i>Sicherheit und Umwelt</i>	Risikomanagement	Qualitätsvereinbarungen	Umweltaspekte	Erfüllung spezifischer Anforderungen

der Name schon sagt – werden verschiedene Kriterien ausgedeutet.¹⁵⁹ Der Kriterienvergleich findet in Form von unterschiedlichen Verfahren statt. Sie sorgen weitgehend für den Ausschluss von subjektiven Einflüssen bei der Bewertung durch methodisches Vorgehen und damit Transparenz in der Beschaffung. Dabei wird nach neuesten Erkenntnissen zum einen eine Einteilung in die klassischen und zum anderen in die innovativen bzw. jüngeren Bewertungsverfahren vorgenommen. Die klassischen Verfahren unterteilen sich zusätzlich in quantitative, qualitative sowie in Mischverfahren.¹⁶⁰

Die Zuteilung der jeweiligen Verfahren zu den entsprechenden Kategorien ist Tab. 2.15 zu entnehmen.

Auf die einzelnen Verfahren der Lieferantenbewertung wird nicht weiter eingegangen. Vertiefende Informationen finden sich z. B. bei Müssigmann (2007).

Lieferantenauswahl Die Lieferantenauswahl stellt den Endpunkt des Entscheidungsprozesses dar. Das Ergebnis einer Lieferantenbewertung dient als Auswahlbasis für oder gegen eine bestimmte Anzahl von Lieferanten, mit denen anschließend die Verhandlungen geführt und letztlich auch Verträge abgeschlossen werden.¹⁶¹

2.2.4.6 Konzepte der Materialbereitstellung

Die Aufgabe der Materialbereitstellung besteht darin, das richtige Material, in der richtigen Menge und Qualität rechtzeitig am Ort des Bedarfs zur Verfügung zu stellen, so dass es zu keiner Produktionsunterbrechung kommt.

Dabei lassen sich die entscheidungsrelevanten Kosten in Steuerungs- und Systemkosten für die Planung, Steuerung sowie Kontrolle der Materialbereitstellung, Bestandskosten

¹⁵⁹ Vgl. Wagner (2007, S. 556).

¹⁶⁰ Vgl. Müssigmann (2007, S. 61 f).

¹⁶¹ Vgl. Glantschnig (1994, S. 14 ff).

Tab. 2.15 Kategorien und Verfahren zur Lieferantenbewertung. (in Anlehnung an Müssigmann (2007, S. 62))

<i>Klassische Verfahren</i>	Quantitative Verfahren	Preis-Entscheidungsanalyse
		Kostenentscheidungsanalyse
		Bilanzanalyse
		Optimierungsverfahren
		Kennzahlenverfahren
	Qualitative Verfahren	Checklisten-Verfahren
		Portfolioanalyse
	Mischverfahren	<i>Numerische Verfahren</i>
		Notensystemverfahren
		Punktbewertungsverfahren
		Matrix Approach
		Nutzwertanalyse
		Lieferantentypologie
		<i>Graphische Verfahren</i>
		Profilanalyse
		Lieferanten Gap-Analyse
<i>Moderne innovative Ansätze</i>		Balanced Scorecard
		Fuzzy Logic Ansatz
		Ratingmatrix
		Faktorenanalyse
		Linear weighting models
		Mathematical programming models
		Activity Based Costing
		Lieferanten Quality Function Deployment

für das Vorhalten von Beständen und Lagerkosten unterscheiden. Hinzu kommen Kosten für das Vorhalten von Lagerkapazitäten, Ein- und Auslagerungs- sowie Transport- und Handlingkosten.

Folgende in Abb. 2.42 dargestellte sechs Materialbereitstellungskonzepte stehen zur Verfügung:

Die Entscheidung für ein Materialbereitstellungskonzept hat auch Auswirkungen auf die Funktion und den Ort der Lagerhaltung, sowie den Eigentumsübergang (Abb. 2.43).

Vorratsbeschaffung Durch eine Bevorratung der Materialien werden die beiden Prozesse Beschaffung und Produktion voneinander entkoppelt. Bei der Abnahme meist größerer Mengen können günstige Einkaufskonditionen (z. B. Preisrabatte) in Anspruch genommen werden. Die Lagerung stellt eine hohe Materialverfügbarkeit für den Produktionsprozess auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen oder instabilen politischen Bedingungen im Herkunftsland des Lieferanten sicher. Diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Kapitalbindungskosten durch hohe Bestände
- Hoher Bedarf an Lagerkapazitäten

Beschaffung mit Lagerhaltung durch Abnehmer	Beschaffung mit Lagerhaltung durch Lieferant oder Dienstleister	Kundenauftragsbezogene Beschaffung (ohne Lagerhaltung)
Vorratsbeschaffung <ul style="list-style-type: none"> - Vollständige Abwicklung der Beschaffung durch den Abnehmer - Vorratshaltung durch den Abnehmer 	Standardteilemanagement <ul style="list-style-type: none"> - Vollständige Abwicklung der Beschaffung durch den Dienstleister (Outsourcing) - Bereitstellung des Materials am Verbrauchsort durch den Dienstleister 	Einzelbeschaffung <ul style="list-style-type: none"> - Bedarfssynchrone Beschaffung für sporadisch auftretende Einzelbedarfe
	Konsignationskonzept <ul style="list-style-type: none"> - Vertraglich vereinbarte Vorratshaltung des Lieferanten oder eines Dienstleisters beim Abnehmer („vor Ort“) - Abnehmer hat Verfügungsgewalt über den Bestand 	Synchronisierte Produktionsprozesse <ul style="list-style-type: none"> - Versorgungsketten ohne Bestandspuffer zwischen Lieferant und Abnehmer durch getaktete Produktionsprozesse - Steuerung der Prozesse durch automatische Abrufe
	Vertragslagerkonzept <ul style="list-style-type: none"> - Vertraglich vereinbarte Vorratshaltung beim Lieferanten oder Dienstleister - Bedarfssynchrone Anlieferung nach Abruf 	

Abb. 2.42 Sechs Standard-Beschaffungsmodelle (Materialbereitstellungskonzepte). (Vgl. Nyhuis (2009, S. 7))

- Hoher Bedarf an Personalkapazitäten (Handling)
- Vermehrter Schwund von Materialien, Verderb, technische Überholung (High Tech-Märkte)
- Abhängigkeit von Prognosen über den Materialbedarf

Das Entscheidungsproblem der Vorratsergänzung besteht darin, für den festgestellten (prognostizierten) Materialbedarf zu bestimmen, wann und wie viel bestellt werden soll.

Ziel ist es, die Lagerhaltungs- und die Bestellkosten möglichst gering zu halten. Die Bestandssteuerung über Bestellmengen und Bestellrhythmen führt dazu, dass die heute üblichen Verfahren mit einer Kombination von zwei Parametern arbeiten.

Der Zeitpunkt einer Bestellung kann zeitlich durch den festen Bestellrhythmus oder bestandsabhängig durch einen Bestellpunkt angegeben werden. Die Höhe einer Bestellung ergibt sich entweder aus einer festen Bestellmenge q oder ist abhängig von einem durch die Lagerauffüllung zu erreichenden Zielbestand.

Damit können folgende Dispositionsverfahren unterschieden werden¹⁶² (Abb. 2.44).

¹⁶² Vgl. Naddor (1971, S. 71 ff).

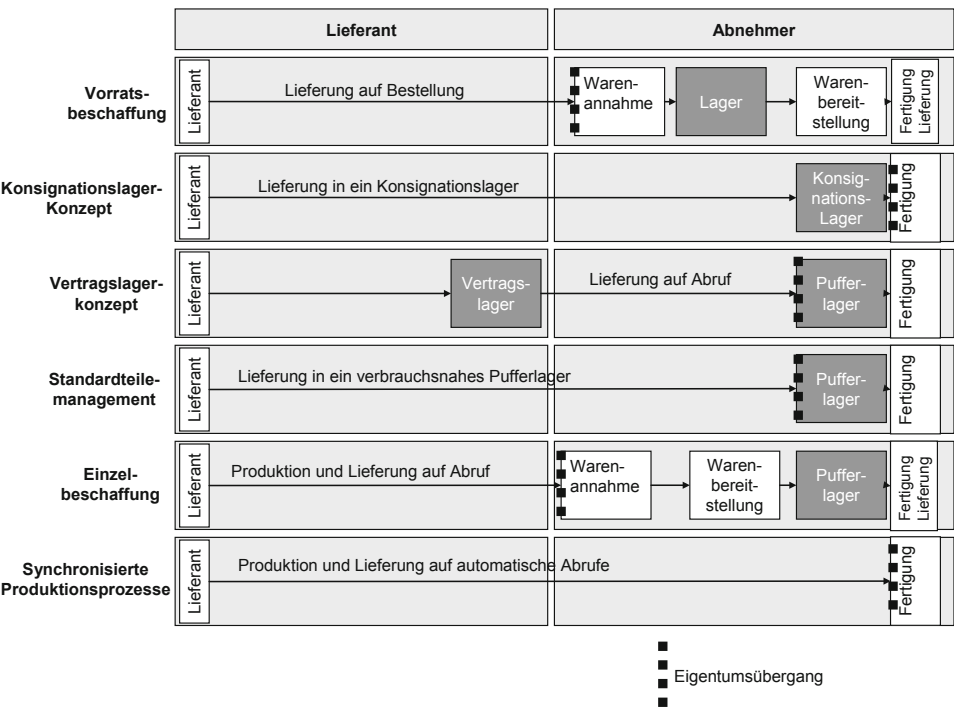


Abb. 2.43 Auswirkungen der Beschaffungsmodelle auf Funktion und Ort der Lagerhaltung. (Vgl. Nyhuis (2009, S. 8))

Abb. 2.44 Dispositionsverfahren. (Vgl. z. B. Naddor (1971, S. 71 ff))

Bestellmenge	Bestellrhythmus	
konstant	konstant	nicht relevant
	variabel	(T, R)
variabel	konstant	(r, q)
	variabel	(s, S)

Ein Dispositionsverfahren mit konstantem Bestellrhythmus und konstanter Bestellmenge kann keine Anpassung an sich ändernden Bedarf leisten und wird deshalb nicht weiter betrachtet. Bei der r, q -Disposition wird eine Nachbestellung der festen Menge q dann ausgelöst, wenn der verfügbare Bestand den Bestellpunkt r erreicht. Die Menge q steht dann nach Ablauf der Wiederbeschaffungszeit zur Verfügung. Im Unterschied dazu ergibt sich die Bestellmenge im Fall der T, R - bzw. s, S -Disposition aus der Differenz zwischen dem Sollbestand R bzw. S und dem im Bestellzeitpunkt vorhandenen disponiblen Bestand. Der disponible Bestand wird beim s, S -Verfahren in gleichen Zeitabständen Δt erhoben.

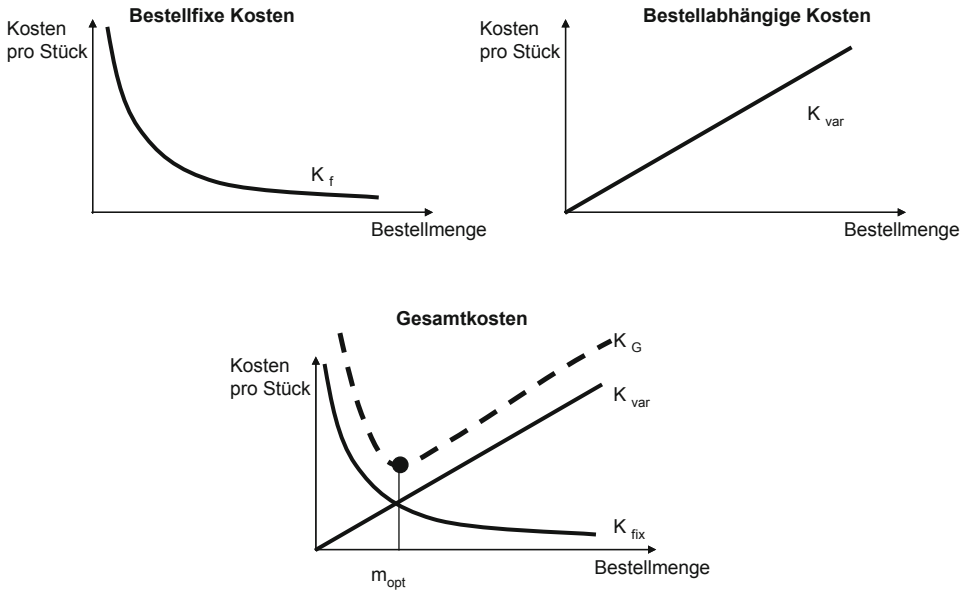


Abb. 2.45 Gesamtkosten der Beschaffung. (Vgl. z. B. Oeldorf und Olfert (2004, S. 259 f))

Das s, S-Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, denn alle Δt Zeiteinheiten kann eine dem aktuellen Bedarf angepasste Menge nachdisponiert werden, bei kontinuierlicher Überwachung ($\Delta t = 0$) sogar jederzeit.

Zur Ermittlung der optimalen Bestellmenge kann die sog. Andlersche Losgrößenformel herangezogen werden.¹⁶³

Dabei gilt folgender Zusammenhang:

Mengenmäßiger Bedarf eines Jahres	=	Bestellhäufigkeit	×	Bestellmenge
---	---	-------------------	---	--------------

Die Gesamtkosten für die Beschaffung setzen sich zusammen aus:

- Unmittelbaren Beschaffungskosten (Menge \times Einkaufspreis)
- Mittelbaren Beschaffungskosten (Bestellfixe Kosten, Kosten eines Bestellvorganges)
- Lagerkosten (Raum-, Versicherungs-, Zinskosten etc.)

Mit steigender Bestellmenge sinkt die Zahl der Beschaffungsvorgänge pro Jahr und damit die bestellfixen Kosten, allerdings steigt der durchschnittliche Lagerbestand und damit die Lagerkosten. Somit haben Lager- und Bestellkosten eine gegenläufige Tendenz. Die

¹⁶³ Vgl. z. B. Oeldorf und Olfert (2004, S. 258 f).

optimale Bestellmenge ist die Menge, bei der die Kostenfunktion ein Minimum aufweist (Abb. 2.45).

Es gilt:

Gesamtkosten der Beschaffung pro Jahr	K
Jahresbedarf	B
Preis je Mengeneinheit	p
Bestellfixe Kosten pro Bestellung	K_f
Bestellmenge	m
Zinskostensatz pro Jahr in % d. Materialwertes	i
Lagerkostensatz pro Jahr in % d. Materialwertes	l
Zusammengefasster Zins- und Lagerkostensatz	$q (= i + l)$
Optimale Bestellmenge	m_{opt}

Gesamtkosten p.a.	=	Unmittelbare Beschaffungskosten p.a.	+	Mittelbare Beschaffungskosten p.a.	+	Lagerkosten p.a.
-------------------	---	--	---	--	---	---------------------

K	=	$B \cdot p$	+	$\frac{K_f}{m} \cdot B$	+	$\frac{m \cdot p}{2} \cdot q$
-----	---	-------------	---	-------------------------	---	-------------------------------

Das Minimum ergibt sich aus der ersten Ableitung der Gesamtkostenfunktion K nach m.

$$\frac{dK}{dm} = -\frac{B \cdot K_f}{m^2} + \frac{p \cdot q}{2} = 0$$

Löst man die Gleichung nach m auf, so erhält man die optimale Bestellmenge

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot K_f}{p \cdot q}}$$

Zur Anwendung der Andlerschen Losgrößenformel müssen folgende Voraussetzungen eingehalten sein:

- Die Planungsperiode beträgt 1 Jahr, der Jahresbedarf ist bekannt
- Es gibt keinen Ausschuss, Schwund oder Verderb
- Der Preis pro Stück ist konstant, keine Preisrabatte etc.
- Keine finanziellen Restriktionen (beliebig hohe Kreditaufnahmen), Zinssatz bleibt gleich
- Es gibt keine Lagerraumbeschränkungen
- Es gibt keine fixen Lagerkosten, Lagerkosten fallen proportional zum Wert der Lagermenge an

- Bestellfixe Kosten sind unabhängig von der Höhe der Bestellmenge
- Es gibt keine Abnahmevorschriften des Lieferanten (keine Mindestabnahmemengen)

Beispiel Wie lautet die Optimale Bestellmenge für:

- Jahresbedarf = 10.000 Stück
- Preis je Stück = 100 €
- Bestellfixe Kosten = 500 €
- Lagerkosten = 3 %
- Zinskosten = 7 %

Die Annahme einer zeitabhängigen Bedarfsrate macht die Vorhaltung eines Sicherheitsbestandes erforderlich, dessen Bemessung durch einen Zielkonflikt gekennzeichnet ist. Je höher der Sicherheitsbestand gewählt wird, desto höher sind die durch ihn verursachten Kosten, aber desto niedriger ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Fehlmengen. Von den unterschiedlichen Möglichkeiten zur Ermittlung des optimalen Sicherheitsbestandes ist in die Praxis diejenige am weitesten verbreitet, die den Sicherheitsbestand durch die Vorgabe eines Lieferbereitschaftsgrades determiniert und damit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Fehlmengen begrenzt.

Obwohl dieses Verfahren häufig eingesetzt wird und der optimale Sicherheitsbestand mit Hilfe einer vorgegebenen Lieferbereitschaft leicht bestimmt werden kann, liegt die Schwierigkeit darin, wie diese Lieferbereitschaft festzulegen ist. Der Lieferbereitschaftsgrad kann sehr unterschiedlich gemessen werden. Von der Art der Definition hängt jedoch der Zusammenhang zwischen Lieferbereitschaftsgrad und Sicherheitsbestand ab.

Folgende Definitionen werden häufig verwendet¹⁶⁴:

- Die Lieferbereitschaft wird gemessen als der prozentuale Anteil der Anzahl von Wiederbeschaffungszeiträumen, in denen der Lagerbestand zur Befriedigung der Nachfrage ausreicht, an der Anzahl aller Wiederbeschaffungszeiträume. Man misst also den Prozentsatz der Wiederbeschaffungszeiträume, in denen keine Fehlmengen auftreten. Die Größe der Fehlmengen spielt keine Rolle. In diesem Fall kann der Sicherheitsbestand direkt aus der Verteilung der Prognosefehler und einem Sicherheitsfaktor bestimmt werden.
- Die Lieferbereitschaft wird gemessen als Prozentsatz der Nachfrage während der Wiederbeschaffungszeit, der vom Lagerbestand befriedigt werden kann. Diese Definition zielt also nicht auf die Häufigkeit des Auftretens von Fehlmengen, sondern auf die Größe der Fehlmengen ab.

¹⁶⁴ Vgl. Pfohl (2010, S. 36 f).

Untersucht man den Einfluss verschiedener Lieferbereitschaftsgrade auf die Lagerhaltungskosten, so zeigt sich, dass eine geringfügige Verbesserung einer schon hohen Lieferbereitschaft mit einer starken Erhöhung des Sicherheitsbestandes und damit der Lagerhaltungskosten verbunden ist. Eine 100 %-ige Lieferbereitschaft ist theoretisch nur mit einem unendlich hohen Sicherheitsbestand zu erreichen.

Neben der Lieferbereitschaft beeinflusst auch die Länge der Wiederbeschaffungszeit die Höhe des Sicherheitsbestandes. Sind durchschnittliche Nachfrage in der Wiederbeschaffungszeit, sowie die maximal zu erwartende Nachfrage bekannt, muss der Sicherheitsbestand so hoch sein, dass er die Differenz zwischen der durchschnittlichen und maximalen Nachfrage abdecken kann. Je kürzer also die Wiederbeschaffungszeit ist, um so niedriger kann der Sicherheitsbestand sein, aus dem die Nachfrage befriedigt wird.

Konsignationslager-Konzept¹⁶⁵ Ein Konsignationslager ist ein Lager, das der Lieferant beim Abnehmer für eigene Rechnung unterhält. Die Zusammensetzung des Konsignationslagerbestandes ist, ebenso wie die vom Hersteller zu gewährleistende Verfügbarkeit, vertraglich zu regeln.

Der Abnehmer stellt die für das zu lagernde Gut geeignete Lagerfläche (bezüglich Materialeigenschaften, Kapazität, Schutz vor Verderb, Vernichtung, Zugang etc.¹⁶⁶) kostenfrei zur Verfügung und übernimmt auch deren Verwaltung. Der Lieferant tritt das alleinige uneingeschränkte körperliche Verfügungsrecht an den Abnehmer ab. Hierdurch wird dieser ermächtigt, im Bedarfsfall jederzeit in beliebiger Menge die benötigten Materialien zu entnehmen, wobei die Bezahlung der Teile erst mit der Entnahme fällig wird. In vereinbarten Intervallen (z. B. monatlich) ist der Lieferant über Art und Menge der entnommenen Materialien in Kenntnis zu setzen.

Die Vorteile für den Abnehmer liegen in der vereinfachten Beschaffung. Die benötigten Materialien müssen nur aus dem Konsignationslager entnommen und der Lieferant darüber informiert werden. Da die Bezahlung der Materialien erst im Bedarfsfall erforderlich wird, entstehen dem Abnehmer minimale Bestell- und Kapitalbindungskosten.

Der Lieferant erzielt Vorteile durch die Förderung des Absatzes von Primärprodukten und der Kundenbindung durch den Konsignationsvertrag. Damit wird verhindert, dass der Abnehmer Materialien von anderen Lieferanten bezieht. Oft sind nur durch das Angebot eines Konsignationslagers bestimmte Materialien an einen geographisch weit entfernten Kunden zu verkaufen, wenn Wettbewerb unter den Anbietern herrscht.

Aus Sicht des Lieferanten wird durch die vertragliche Regelung der stochastische Bedarf in einen nahezu deterministischen umgewandelt. Der Lieferant kann die Materialien in fertigungsoptimalen Losen produzieren und Frachtvorteile durch Sammelladungen ausnutzen. Darüber hinaus werden Ersparnisse in der Auftragsabwicklung, im Versand und in der Fakturierung erzielt. Demgegenüber stehen Kapitalbindungskosten für die Bevorratung noch nicht benötigter Produkte. Weiter besteht für den Lieferant die Gefahr, dass auch

¹⁶⁵ Vgl. Koch (2004, S. 107).

¹⁶⁶ Vgl. Meurer (1994, S. 33).

Teile des Sortimentes im Konsignationslager bevorratet werden, die nicht nachgefragt und ggf. verschrottet werden müssen.

Konsignationslager sind häufig Gegenstand von Outsourcing-Überlegungen. Wenn der Lagerbetrieb einem Dienstleister übergeben wird, kann dieser durch Bündelung der Leistungen für mehrere Lieferanten und Abnehmer Einsparpotenziale realisieren. Bei der „Make or Buy“-Entscheidung müssen die durch den Konsignationsvertrag entstehenden Transaktionskosten für Planung, Vereinbarung und Kontrolle berücksichtigt werden. Nur wenn diese Kosten geringer sind als die des herkömmlichen Prozesses, kann die Partnerschaft längerfristig Bestand haben.

Vertragslager¹⁶⁷ Von einem Vertragslager spricht man, wenn der Lieferant im eigenen oder in einem Lager eines Dienstleisters vertraglich vereinbarte Bestände unterhält, die bis zum Zeitpunkt der Lieferung unberechnet bleiben. Die Vorteile für den Abnehmer liegen in den geringen Kapitalbindungskosten bei gleichzeitig hoher Versorgungssicherheit. Der Abwicklungsaufwand ist gering und Materialflüsse können konsolidiert werden. Im Unterschied zum Konsignationslager kann es beim Vertragslager zu Einschränkungen der kurzfristigen Verfügbarkeit kommen. Für den Logistikdienstleister ist das Angebot eines Vertragslagers aufgrund der stabilen Preise, Termine und Transportvolumen interessant. Auch kann er durch den engen Kontakt zwischen Abnehmer und Zulieferer möglicherweise zusätzliche Aufgaben übernehmen. Die Vorteile für den Zulieferer ergeben sich aus der verbesserten Termineinhaltung, der Verlagerung des Transportrisikos und der Kostenersparnis durch Produktion einer optimalen Fertigungslosgröße.

Standardteilemanagement¹⁶⁸ Beim Standardteilemanagement liegt die Bestandsverantwortung beim Lieferanten. Er führt die Bestandsprüfung vor Ort durch eine Sichtkontrolle durch und liefert die benötigten Teile direkt an den Verbrauchsort in der Produktion. Man spricht beim Standardteilemanagement auch von einem Outsourcing der Beschaffung und bezeichnet in diesem Zusammenhang den Lieferanten auch als Dienstleister. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass der Lieferant die Teile nicht selbst herstellt, sondern als Händler ein großes Spektrum an Materialien ohne explizite Einzelbeauftragung bereitstellt. Durch diese Form der Beschaffung werden geringwertige Standardgüter wie Schrauben, Nägel, Muttern, Federn und Unterlegscheiben bereitgestellt. Abbildung 2.46 stellt den Prozess des Standardteilemanagements dar.

Der Dienstleister fährt den Kunden periodisch an und überprüft die Bestände vor Ort. Meist wird nach dem Kanban-Prinzip gearbeitet, d. h. die Materialien werden in jeweils zwei Standardbehältern gelagert. Ist einer der Behälter leer, so wird dieser durch den Lieferanten entweder direkt gegen einen vollen Behälter ausgetauscht oder beim nächsten Anlieferzyklus. In jedem Fall müssen der Anlieferzyklus bzw. die Behältergröße so ausgelegt sein, dass in der Produktion kein Engpass entsteht. Eine Bestandsführung erfolgt für

¹⁶⁷ Vgl. Appenfäller und Buchholz (2005, S. 175).

¹⁶⁸ Vgl. Appenfäller und Buchholz (2005, S. 179).

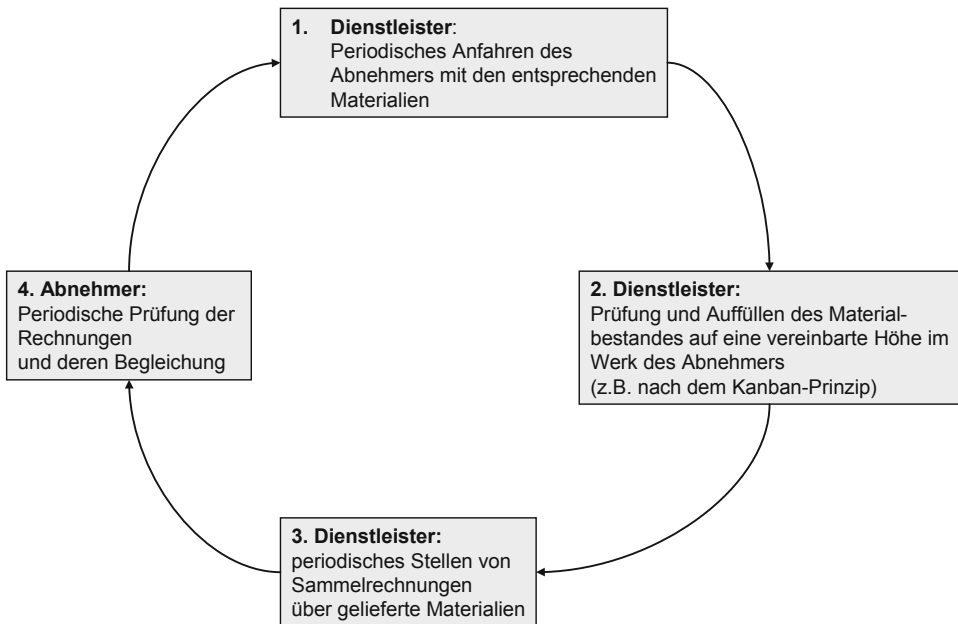


Abb. 2.46 Prozessablauf im Standardteilemanagement. (Vgl. Appenfäller und Buchholz (2005, S. 176))

diese Materialien meist auf Ebene der Behälter. Die Rechnungsstellung wird in periodischer Form als Sammelrechnungen realisiert.

Einzelbeschaffung im Bedarfsfall¹⁶⁹ Das Prinzip der Einzelbeschaffung im Bedarfsfall besagt, dass ein Beschaffungsvorgang erst dann ausgelöst wird, wenn ein mit einem konkreten Fertigungsauftrag verbundener Bedarf vorliegt. Dieses Bereitstellungsprinzip kann bei Auftragsfertigung (Einzel oder Kleinserienfertigung) mitvorhersehbarem Materialbedarf angewendet werden. Durch die Einzelbeschaffung im Bedarfsfall verringern sich Kapitalbindungs- und Lagerungskosten; Lagerrisiken treten nicht auf. Diesen Vorteilen stehen allerdings mehrere Nachteile entgegen: Verzögerungen bei der Materialanlieferung oder qualitative/quantitative Fehllieferungen führen zu einer Unterbrechung des Fertigungsprozesses. Weiterhin muss beachtet werden, dass sich die bestellfixen Kosten auf eine relativ geringe Menge beziehen und aufgrund der kleinen Abnahmemengen ungünstige Konditionen in Kauf genommen werden müssen.

Synchronisierte Produktionsprozesse (Just-in-Time)¹⁷⁰ Das Just-in-Time-Prinzip bezeichnet eine fertigungssynchrone Anlieferung der benötigten Materialien sowie eine

¹⁶⁹ Vgl. z. B. Konrad (2005, S. 135).

¹⁷⁰ Vgl. Kummer (2009, S. 310 f).

Tab. 2.16 Einsatzvoraussetzungen für Just-in-Time-Belieferung. (Vgl. Rothlauf (2003, S. 325))

Merkmal	Beschreibung
Produktionsprogramm	Kontinuierlicher Bedarf
Layout/Flächen	Bereitstellflächen ausreichend vorhanden
Prozess	Kurze Rüstzeiten, hohe Verfügbarkeit der Betriebsmittel
Kapazität	Flexible Kapazitätsreserven
Qualifikation	Prozessbegleitende Qualitätssicherung
Dispositionsverfahren	Verbrauchsgesteuert, dezentral
Lieferant	Einbindung ausgewählter Zulieferer, längerfristige Verträge

lagerlose Fertigung und Auslieferung. Die Ziele des Just-in-Time-Prinzips bestehen in einer Verkürzung der Durchlaufzeiten und einer Verringerung der Bestände des Materials. Darüber hinaus wollen die Unternehmen eine Vereinfachung und Rationalisierung des unternehmensinternen und –externen Material- und Informationsflusses erreichen, um möglichst nachfragegenau zu produzieren und das benötigte Material produktionssynchron zu beschaffen. Das Just-in-Time-Prinzip setzt eine enge Abstimmung zwischen Lieferant, Transportdienstleister und Abnehmer voraus. Durch die Anwendung des Just-in-Time-Prinzips wird die gegenseitige Abhängigkeit zwischen den beteiligten Unternehmungen immer stärker.

Um Just-in-Time erfolgreich umsetzen zu können ist der Abschluss längerfristiger Verträge mit Lieferanten über die benötigten Materialien und Liefertermine notwendig. Neben reiner Bestandsreduzierung umfasst Just-in-Time auch Methoden der Qualitätssicherung, Fabrik- und Materialflussplanung, Transportmittelauswahl, Standortwahl und Lieferantenbeziehungen.

Tabelle 2.16 fasst die Voraussetzungen einer Just in Time-Einführung zusammen.

Die Vor- und Nachteile für den Lieferanten und den Abnehmer sind in Tab. 2.17 abschließend zusammengefasst.

Bei der Just-in-Time-Beschaffung können die Grundkonzepte „Direktabruf“, „Lieferantenansiedlung in Werksnähe“ und „Gemeinsame Bestandsführung“ unterschieden werden. (s. Abb. 2.47).

Der Direktabruf basiert auf einer Rahmenvereinbarung mit einer Laufzeit von ca. 12 Monaten und definierten Qualitätsanforderungen. Die Kapazitäts- und Bedarfsprognose erfolgt nach Artikelgruppen auf Quartalsbasis. Diese Prognose wird durch eine rollierende Planung ständig aktualisiert.

Rahmenverträge werden quartalsweise erstellt mit einer monatlichen Aktualisierung und führen zur Freigabe der für Beschaffung benötigten Materialien beim Lieferanten. Der Direktabruf resultiert auf den im Rahmenauftrag vereinbarten Mengen, verbindlichen Angaben bzgl. Menge je Variante, Anliefertermin und -ort.

Tab. 2.17 Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der Just-in-Time Belieferung. (Vgl. Ehrmann (2008, S. 296 f))

	Vorteile	Nachteile
<i>Abnehmer</i>	Minderung der Lagerkosten	Abhängigkeit vom Auftragnehmer
	– Weniger gebundenes Kapital	Krisenanfälligkeit
	– Geringere Personalkosten	– Produktionsausfall bei Versagen der Lieferketten
	– Weniger Kosten für Lagergebäude	Keine –Qualitätskontrolle beim Abnehmer, Gefahr von Rückrufaktionen
	– Kein Bestandsrisiko	
	Einsparung von Prüfkosten	
	Minderung der Durchlaufzeit	
<i>Zulieferer</i>	Langfristige Verträge	Abhängigkeit vom Auftraggeber
	Absatzsicherheit	Konventionalstrafen bei Verletzung des Liefertermins
	Planungssicherheit	Kosten der Qualitätskontrolle
	Bindung an den Produzenten	Krisenanfälligkeit durch Spezialisierung auf Vertragsprodukt
	Rationalisierung der Produktion durch Spezialisierung auf Vertragsprodukte	Meist Ansiedlung in der Nähe des Produzenten erforderlich
		u. U. eigene Lager erforderlich, Lagerkosten werden umgewälzt

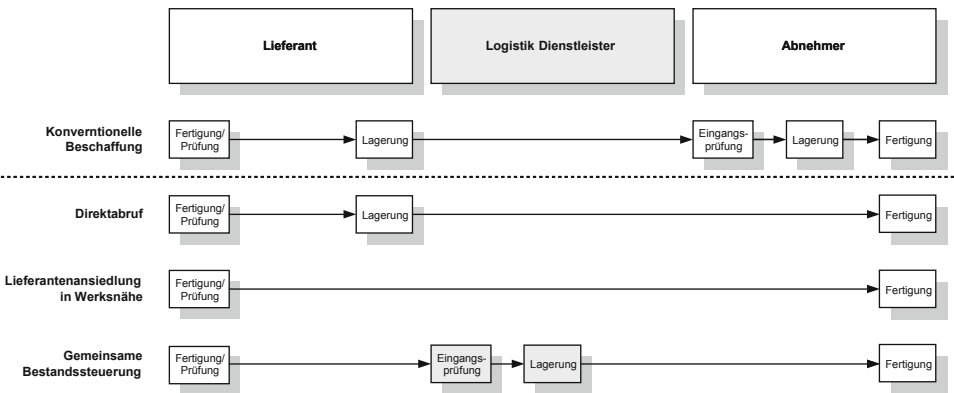


Abb. 2.47 Grundkonzepte der Just in Time Belieferung. (Vgl. Schulte (2009, S. 297))

Bei der Lieferantenansiedlung in Werksnähe gilt eine uneingeschränkte Zuverlässigkeit der Belieferung und Vermeidung umfangreicher Lagerhaltung (insbesondere bei einer hohen Zahl von Varianten) für den Abnehmer. Darüber hinaus können langfristig wettbewerbsfähige Preise des Lieferanten gesichert werden. Der Lieferant muss zur Sicherstellung der hohen Verfügbarkeit ggf. zusätzliche Kapazitäten aufbauen oder die Materialien zwischenlagern. Aufgrund der kleinen Liefermengen ist eine hohe Anzahl von Transporten erforderlich.

Die gemeinsame Bestandsteuerung wird in der Regel durch einen Logistikdienstleister realisiert. Dieser übernimmt die Warenannahme und ggf. die Abwicklung der Importformalitäten. Beim Dienstleister werden die Waren gelagert und kommissioniert bevor sie produktionssynchron dem Abnehmer bereitgestellt werden.

2.2.5 Produktionslogistik

2.2.5.1 Definition

Unternehmen sind organisatorische Einheiten, deren Ziel die Herstellung (Produktion) von Gütern und Dienstleistungen zur Befriedigung der Nachfrage am Markt ist. Die Produktion ist damit ein Wertsteigerungsprozess, bei dem aus Eingangsmaterialien (Input) durch Nutzung von Ressourcen und Stammdaten Güter und Dienstleistungen (Output) erzeugt werden.¹⁷¹ Diesen Prozess bezeichnet man auch als betrieblichen Transformationsprozess (Abb. 2.48). Zu den Ressourcen gehören die erforderlichen Betriebsmittel, wie Maschinen und Anlagen sowie die eingesetzten Mitarbeiter. Die Stammdaten stellen Informationen dar, die für den Ablauf des Produktionsprozesses erforderlich sind, z. B. Stücklisten, Rezepturen, Ablaufpläne oder Kapazitätswerte.¹⁷²

Aus den im Rahmen der Beschaffung von verschiedenen Lieferanten bereitgestellten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen werden in der Produktion verkaufsfähige Produkte hergestellt. Dabei die Produktionslogistik alle Aktivitäten, die im Zusammenhang mit der Versorgung des Produktionsprozesses mit Einsatzgütern und Abgabe der Halbfertig- und Fertigprodukte an das Absatzlager stehen. Dazu gehören auch Planung, Steuerung und Kontrolle der innerbetrieblichen Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse.¹⁷³

Die Produktionslogistik kann definiert werden als „... abgestützt auf die übergeordnete Unternehmenslogistik, die Gesamtheit der Aufgaben und deren abgeleiteten Maßnahmen zur Sicherstellung eines optimalen Informations-, Material- und Wertflusses im Transformationsprozess der Produktion.“¹⁷⁴

Die beiden Begriffe Produktion und Produktionslogistik lassen sich dahingehend voneinander abgrenzen, dass die Produktion die Bereitstellung der erforderlichen Produktionskapazitäten einschließlich deren Pflege umfasst, während die Logistik die Nutzung dieser Kapazitäten beinhaltet, um die von der Distributionslogistik benötigten Güter herzustellen.¹⁷⁵

Der Produktionsprozess und damit die Produktionslogistik werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die in Abb. 2.49 zusammengefasst sind.

¹⁷¹ Vgl. Kummer (2009, S. 174).

¹⁷² Vgl. Kummer (2009 S. 183).

¹⁷³ Vgl. Pfohl (2010, S. 180).

¹⁷⁴ Vgl. Becker und Rosemann (1993, S. 91).

¹⁷⁵ Vgl. Pfohl H. C. (2010, S. 180).

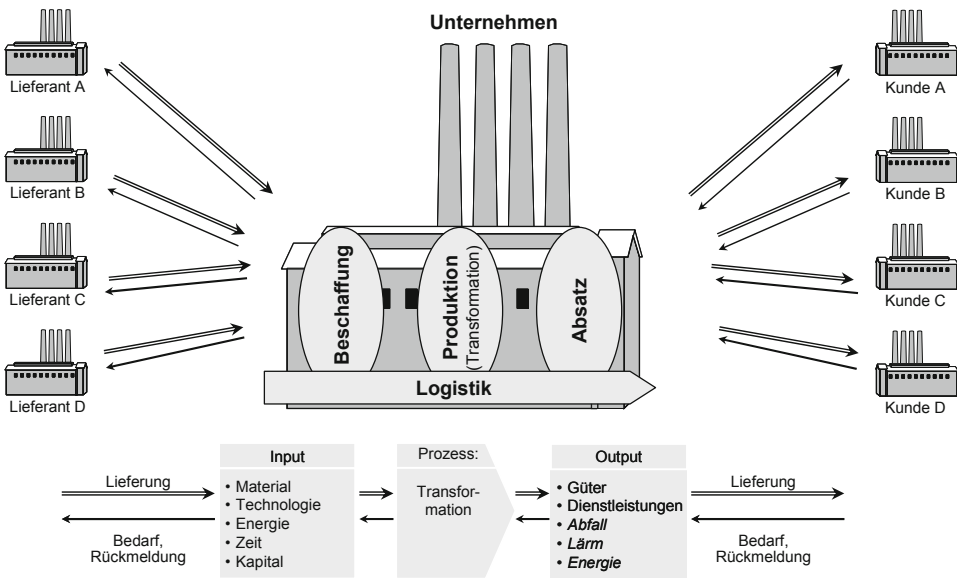


Abb. 2.48 Der betriebliche Transformationsprozess

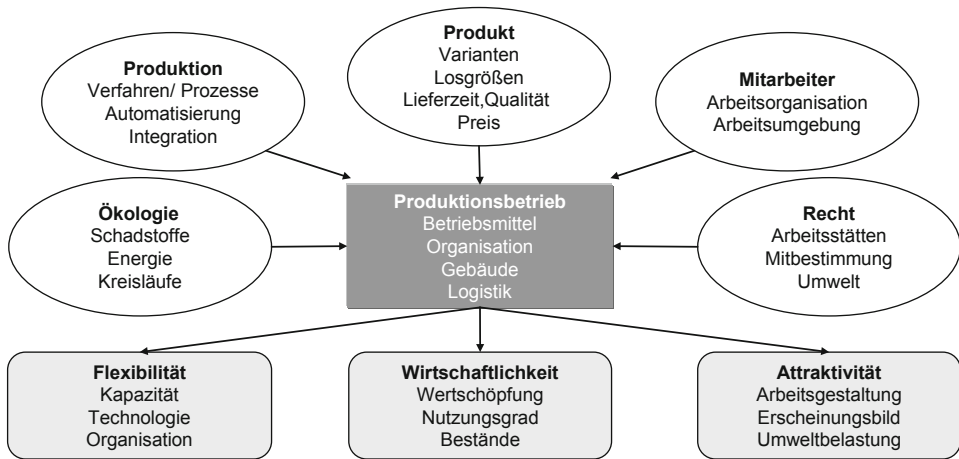


Abb. 2.49 Einflussfaktoren und Ziele eines Produktionsunternehmens. (Vgl. Wiendahl (1997))

Klassifikationen von Produktionssystemen Die Klassifikation der Produktionssysteme kann nach unterschiedlichen Kriterien erfolgen. Hier wird eine Einteilung nach dem Input, der Art des Transformationsprozesses und dem Output vorgestellt.

Input- oder ressourcenbezogene Produktionstypen Die Input- oder ressourcenbezogene Produktionstypen können nach folgenden Aspekten unterschieden werden¹⁷⁶:

¹⁷⁶ Vgl. Kummer (2009, S. 204).

- **Einteilige/mehrteilige Produktion:** Bei der einteiligen Produktion wird das Endprodukt nicht aus verschiedenen Teilen und Baugruppen zusammengefügt, z. B. Nägel, Schrauben, Unterlegscheiben. Dagegen wird bei der mehrteiligen Produktion das Endprodukt aus mehreren Teilen und Baugruppen zusammengesetzt, z. B. elektrische Kleingeräte für private Haushalte und Maschinen.
- **Anteil der Herstellkosten:** Nach dem relativen Anteil des Inputs oder der Ressourcen an den gesamten Herstellkosten wird zwischen materialintensiver Produktion (z. B. Flugzeugbau), anlagenintensiver (ressourcenbezogener) Produktion (z. B. Raffinerien) und die arbeitsintensive Produktion (z. B. Goldschmieden) unterschieden.
- **Qualität des Inputs:** Die Qualität des Inputs hat einen erheblichen Einfluss auf die Qualität des Endproduktes. Kann aufgrund gleichbleibender Qualität der eingesetzten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe eine konstante Qualität des Endproduktes sichergestellt werden, ohne dass externe Faktoren (z. B. Wetter) berücksichtigt werden müssen, spricht man von einer werkstoffbedingt wiederholbaren Produktion. Im Unterschied dazu haben bei der Partieproduktion externe, nicht beeinflussbare Faktoren Auswirkungen auf die Qualität des Endproduktes. Die unbeständige Qualität des Inputs führt zu einer nicht wiederholbaren Produktion. Partieproduktion findet sich vornehmlich bei der Herstellung von Naturprodukten und Lebensmitteln wie z. B. Wein, Leder, Obst.

Outputbezogene Produktionstypen Outputbezogene Produktionstypen beziehen sich auf Eigenschaften der Endprodukte und des Produktionsprogramms. Sie lassen sich nach der Gestalt der Endprodukte, der Anzahl unterschiedlicher Erzeugnisse, der Auflagengröße und der Beziehung der Produktion zum Absatzmarkt unterscheiden.¹⁷⁷

- **Gestalt der Güter:** Bei dieser Klassifikation werden die Abmessungen der hergestellten Güter berücksichtigt. Man unterscheidet
 - **Ungeformte Fließgüter** sind weder in Länge, noch in Breite oder Höhe begrenzt, z. B. Flüssigkeiten (Milch, Benzin) und Gase
 - **Geformte Fließgüter** haben eine definierte Höhe und Breite, sind aber nicht in der Länge festgelegt, z. B. Stahldraht, Papierrollen
 - **Stückgüter** sind in Länge, Breite und Höhe genau festgelegt, z. B. Pralinen, Schuhe, CDs.
- **Anzahl unterschiedlicher Erzeugnisse:** Wird in einem Unternehmen nur ein einziges Produkt hergestellt, so spricht man von einer Einprodukt-Produktion, z. B. Kraftwerke erzeugen ausschließlich Strom. Bei der Mehrproduktproduktion werden unterschiedliche Erzeugnisse hergestellt, z. B. Automobilhersteller produzieren verschiedene Fahrzeugmodelle in unterschiedlichen Ausführungen.

¹⁷⁷ Vgl. Kummer (2009, S. 90 f).

- **Auflagengröße:** Die Anzahl der nach Vorbereitung der Produktionsanlage ohne Unterbrechung hergestellten Produkte wird als Auflagengröße bezeichnet. Man unterscheidet Einzel-, Serien-, Sorten- und Massenproduktion (-fertigung).¹⁷⁸
 - Die **Einzelfertigung** ist die Fertigungsart, bei der in der Regel nur eine Einheit eines Produktes gleichzeitig hergestellt wird. Meist handelt es sich um eine Auftragsfertigung, d. h. es wird nicht für einen anonymen Markt mit verschiedenen potentiellen Abnehmern, sondern für einen konkret vorliegenden Auftrag von einem Kunden gefertigt. Einzelfertigung tritt auf im Großmaschinenbau, z. B. Schiffbau, häufig im Werkzeugmaschinenbau, im Anlagenbau, in der Bauwirtschaft (Wohnungsbau, Brückenbau). In Fällen von völligen Neukonstruktionen, bei denen nur wenig auf vorhandene Zeichnungen, Stücklisten und Arbeitspläne zurückgegriffen werden kann, spricht man auch von Sondereinzelfertigung.
 - Die **Serienfertigung** ist die geregelte Herstellung industrieller Produkte gleicher Art in begrenzter Stückzahl. Bevor es zu einer Serien-Fertigung eines Produkts kommt, wird dieses zunächst als Prototyp (handwerkliches Einzelstücke) gefertigt. Anhand dieser ersten Muster wird das Aussehen, die Beschaffenheit, die Zusammensetzung und am Schluss der Ablauf der Herstellung festgelegt. Durch die Festlegung dieser Punkte ist ein Serienprodukt definiert. Beispiele sind Autos, Fahrräder und Staubsauger. Die Vorteile der Serienfertigung liegen in der Perfektionierung des Produktes. Das Produkt wird billiger, da die erforderlichen Maschinen optimiert und besser ausgelastet werden können; außerdem ist die Beschaffung der erforderlichen Materialien in größeren Stückzahlen deutlich kostengünstiger. Nachteilig ist, dass die Individualität verloren geht.
 - Die **Sortenfertigung** ist eine besondere Form der Massenfertigung. Dabei werden verschiedene Varianten eines Grundproduktes auf den gleichen Produktionsanlagen gefertigt. Die erzeugten Produkte unterscheiden sich nur in geringem Umfang hinsichtlich der Farbe, der äußeren Gestaltung oder der Qualität. Beispiele hierfür sind Gummibärchen unterschiedlicher Farbe und verschiedene Sorten von Joghurt.
 - Der Ausdruck „**Massenproduktion**“ bezeichnet die Herstellung großer Mengen gleicher Produkte unter Verwendung von austauschbaren, standardisierten Einzelteilen und Baugruppen. Diese Produktion ist vorrangig auf gestaltlose Erzeugnisse und große Mengen gerichtet, z. B. Zementproduktion und Kunststoffbecher.
- **Beziehung der Produktion zum Absatzmarkt:** Bei der unmittelbar kundenorientierten Produktion löst der eingehende Kundenauftrag den Produktionsprozess aus. Der Produktionsprozess wird gleichzeitig zum Auftragsabwicklungsprozess durchgeführt. Beispiele hierfür sind maßgefertigte Bekleidung oder Schiffsbau. Die Vorteile der unmittelbar kundenorientierten Produktion liegen in der guten Planbarkeit der zu

¹⁷⁸ Die Übergänge zwischen den einzelnen Fertigungstypen sind fließend, so kann beispielsweise die Herstellung von bestimmten Fahrzeugen als Serien – oder Sortenfertigung bezeichnet werden. Wichtig ist, dass diese Einteilung Fragen der Ausgestaltung der Produktionsanlagen und Produktionsplanung und Steuerung beantwortet, die in Abschn. 2.2.5.3 beschrieben werden.

beschaffenden Einsatzmaterialien und der geringen Lagerkosten. Im Unterschied dazu basiert bei der mittelbar kundenorientierten Produktion die Art, Menge und zeitliche Verteilung der zu produzierenden Güter auf Absatzprognosen. Da keine konkreten Kundenaufträge vorliegen, spricht man auch von einer Produktion auf Lager. Der Vorteil hierbei liegt in der kontinuierlichen Auslastung der Produktionskapazitäten und der schnellen Verfügbarkeit der bestellten Waren. Die auftragsbezogene Montage verbindet die Vorteile der kundenbezogenen Produktion mit den Vorteilen der Produktion auf Lager. Nach Eingang des Kundenauftrages werden die Endprodukte kundenspezifisch montiert. Die dazu erforderlichen Einzelteile und Baugruppen wurden jedoch vorher auf Lager produziert.

Art des Transformationsprozesses Transformationsbezogene Produktionstypen beziehen sich auf die Organisation der Produktion, d. h. die Anordnung der Betriebsmittel und die Struktur des Produktionsprozesses. Nach der Struktur des Produktionsprozesses können kontinuierliche Prozesse (z. B. Kraftwerke) und diskontinuierliche Prozesse (z. B. Batchproduktion) unterschieden werden. Die Batchproduktion oder Chargenfertigung ist eine Sonderform der Sorten- oder Serienfertigung, insbesondere in der Stahl-, Chemie- und Lebensmittelindustrie. Das Charakteristikum ist die Charge, d. h. das Fertigungslos, dessen Größe durch die Kapazität eines Betriebsmittels begrenzt ist.¹⁷⁹

Nach Anordnung der Betriebsmittel kann z. B. zwischen Werkstattfertigung, Fließfertigung, Gruppenfertigung und Baustellenfertigung unterschieden werden.

Werkstattfertigung¹⁸⁰ Bei der Werkstattfertigung erfolgt die Strukturierung der Bereiche nach der dort durchgeführten Tätigkeit (Verrichtungsprinzip). Es besteht keine Abhängigkeit zum Produktentstehungsprozess, Beispiele sind „Schweißerei“, „Stanzerei“ und „Dreherei“ (Abb. 2.50).

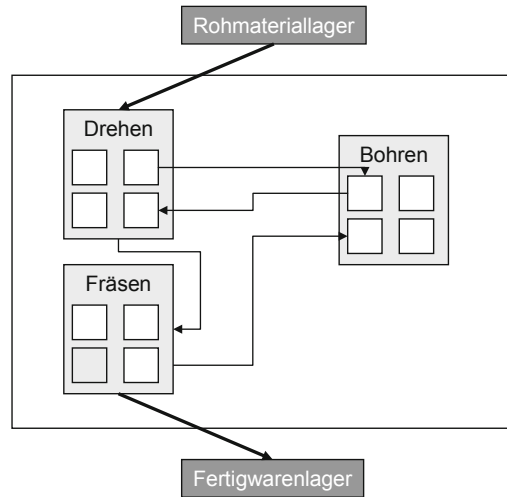
Die Vorteile der Werkstattfertigung liegen in einer hohen Flexibilität, dem Angebot eines vielfältigen Produktangebotes, da auch kleine Losgrößen hergestellt werden können und einem großen Handlungs- und Entscheidungsspielraum der Mitarbeiter, was sich meist motivations- und damit produktionssteigernd auswirkt.

Die Nachteile ergeben sich durch vergleichsweise lange Durchlaufzeiten, hohen Transportkosten zwischen den Arbeitsplätzen, Zwischenlagerbildung und Wartezeiten. Damit verbunden sind erhebliche Zins- und Lagerkosten, sowie Maschinenleerkosten. Negativ zu bewerten ist auch die ungleichmäßige Kapazitätsauslastung der Bearbeitungsplätze (geringe Produktivität) und die schwierige Fertigungsplanung und -steuerung. Damit ist die Werkstattfertigung geeignet für Einzelfertigung bis Kleinserie und Produkte mit einer hohen Variantenzahl. Dieser Produktionstyp ist typisch für handwerkliche Betriebe z. B. im Werkzeugmaschinenbau oder im Kunsthandwerk.

¹⁷⁹ Vgl. Blohm (2008, S. 279).

¹⁸⁰ Vgl. Ehrmann (2008, S. 387).

Abb. 2.50 Schematische Darstellung der Werkstattfertigung. (Vgl. z. B. Wäscher (1994, S. 256))



Fließfertigung¹⁸¹ Bei der Fließfertigung erfolgt die Aufstellung der Betriebsmittel nach dem Produktionsablauf. Dabei wird der Produktionsprozess in einzelne Arbeitsschritte zerlegt und die Maschinen und Arbeitsplätze gemäß der technologischen Abfolge der Arbeitsgänge für die Produktion angeordnet. Die Fertigung geschieht möglichst ohne Unterbrechung und mit wenigen Zwischentransporten. Der Fließprozess kann produktionstechnisch bedingt sein (z. B. Rohölverarbeitung in Raffinerien oder der Stahlerzeugung) oder ist das Ergebnis organisatorischer Überlegungen. Wie das Wort bereits andeutet bleibt das Gut bei der Fließfertigung stets in Bewegung (Abb. 2.51).

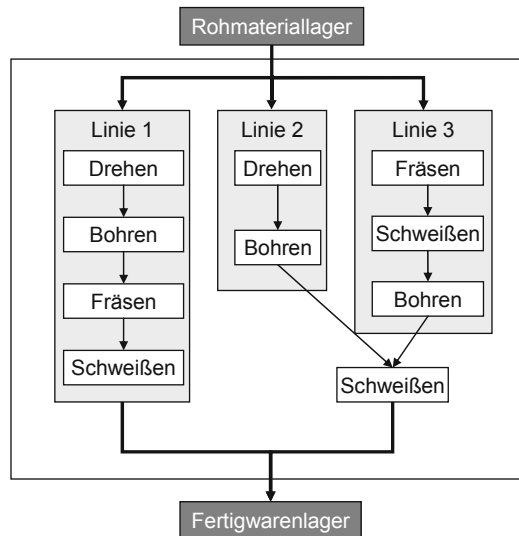
Die Vorteile der Fließfertigung bestehen in der weitgehenden Vermeidung von Zwischenlagern, den kurzen Transportwegen und damit geringe Transportkosten, den (Kosten-)Vorteilen durch Arbeitsteilung und Spezialisierung, den niedrigen Durchlaufzeiten, der Integration der Prüfung der Erzeugnisse in den Arbeitsgang und der Möglichkeit zur Automatisierung einzelner Arbeitsschritte durch den Einsatz von Fertigungsautomaten.

Als Nachteile gelten:

- die geringe Flexibilität bei Beschäftigungsschwankungen,
- die geringe Anpassungsfähigkeit,
- die hohe Störanfälligkeit der gesamten Produktion bei Maschinen- oder Arbeitsausfällen,
- der hohen Kapitalbedarf und die damit verbundene hohe Kapitalbindung,
- die hohen Anlagenintensität,
- die hohen Fixkosten,
- den geringen Handlungsspielräumen der Arbeitskräfte und der damit verbundenen Entfremdung, Abstumpfung und Motivationsprobleme durch die monotone Arbeit.

¹⁸¹ Vgl. Ehrmann (2008, S. 388).

Abb. 2.51 Schematische Darstellung der Fließfertigung. (Vgl. z. B. Kummer (2009, S. 317))



Gruppenfertigung¹⁸² Die Vorteile der Werkstattfertigung und die Vorteile der Fließfertigung versucht man bei der Gruppenfertigung miteinander zu verbinden. Dazu werden verschiedene Fertigungsverfahren miteinander kombiniert, bei denen einer Gruppe von Mitarbeitern die Verantwortung für die Produktion einer Produkt-, Baugruppen- oder Teilefamilie übergeben wird. Es erfolgt eine Zusammenfassung aller für die Produktion erforderlichen Arbeitsplätze und Maschinen zu einer Fertigungsgruppe. Die Steuerung und Organisation der Produktion obliegt den Mitarbeitern in Eigenverantwortung („Fließinsel“).

Die Vorteile der Fließfertigung wie z. B. Reduktion der Transportwege und damit geringere innerbetriebliche Transportkosten sowie Senkung der Lagerkosten durch die geringere Lagerung von Zwischenbeständen werden mit den Vorteilen der Werkstattfertigung wie z. B. höhere Flexibilität und höhere Motivation der Mitarbeiter verbunden.

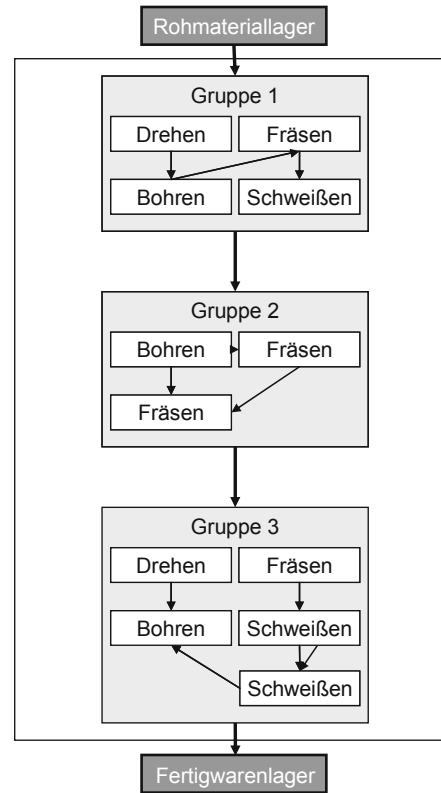
Nachteilig ist hierbei die verringerte Anpassungsfähigkeit an veränderte Betriebs- und Marktsituationen, die jedoch trotzdem noch flexibler als bei der Fließfertigung ist und der Bedarf eines neuen Mitarbeitertyps „Generalist“, der nicht auf ein bestimmtes Gebiet spezialisiert ist (Abb. 2.52).

Baustellenfertigung¹⁸³ Ein Sonderfall der Produktionstypen ist die Baustellenfertigung. Dabei müssen Arbeitskräfte und Produktionsmittel zum Platz des ortsgebundenen Arbeitsgegenstandes, der Baustelle, gebracht werden (ortsgebundener Fertigungstyp).

¹⁸² Vgl. Ehrmann (2008, S. 389).

¹⁸³ Vgl. Ehrmann (2008, S. 388).

Abb. 2.52 Schematische Darstellung der Gruppenfertigung. (Vgl. z. B. Wäscher (1994, S. 259))



Die benötigten Betriebsmittel sind entsprechend den Arbeitsvorgängen an den Ort der Leistungserstellung zu befördern, wobei die Hauptschwierigkeiten der Baustellenfertigung in der Planung und Disposition dieser Betriebsmittel liegt.

Die Vorteile werden in der geringen Beanspruchung der Produktionsfläche des Auftragnehmers gesehen, denn diese wird vom Auftraggeber gestellt.

Nachteilig sind die detaillierte Planung der Baustelleneinrichtung, die genaue Planung der Transportkette und die ausführliche Planung der technologischen Reihenfolge der Fertigung. Planungsfehler haben gravierende Auswirkungen auf das Projektergebnis.

2.2.5.2 Arbeitsorganisation in der Produktion: Das Prinzip des Taylorismus¹⁸⁴

Zentrale Grundsätze des Taylorismus sind die personelle Trennung von geistiger und ausführender Arbeit, die Zerlegung der ausführenden Arbeit in möglichst kleine Einheiten und die räumliche Ausgliederung aller konzeptionellen, steuernden und überwachen-

¹⁸⁴ Vgl. z. B. Nicolai (2009, S. 70).

Tab. 2.18 Vor- und Nachteile der Tayloristischen Arbeitsorganisation. (Vgl. z. B. Nicolai (2009, S. 70))

Vorteile	Nachteile
Einsatz von Arbeitskräften nach speziellen Fähigkeiten und Begabungen	Trennung von dispositiver und ausführender Arbeit führt bei qualifizierten Arbeitskräften zur Unterforderung
Einsatzmöglichkeiten auf für niedrig qualifizierte Arbeitskräfte	Schnelle physische und psychische Ermüdung durch hohe Monotonie der Arbeit
Schnelle Lern- und Übungseffekte durch häufige Wiederholungen	Durch die Zergliederung der Arbeit geht die Beziehung zur Gesamtaufgabe verloren (Sinnentleerung der Arbeit)
Geringe Anlern- und Einarbeitungszeiten	Langfristige gesundheitliche Schäden durch einseitige Belastungen
Leichte Ersetzbarkeit von Arbeitskräften	Sinkende Lern- und Anpassungsfähigkeit aufgrund verengter und einseitiger Arbeitserfahrung
Gute Voraussetzung für den Einsatz von Planung-, Steuerungs- und Kontrollinstrumenten durch eine hohe Transparenz des Produktionsprozesses	Verschwendung des Innovations- und Wissenspotenzials der Mitarbeiter
Einsatzmöglichkeiten von Spezialmaschinen und -werkzeugen zur Automatisierung mit hohen Kostendegressionseffekten	

den Arbeitsinhalte aus der Werkstatt. Dieses in der Massenproduktion eingesetzte Organisationsprinzip ist mit einer Vielzahl von Vor- und Nachteilen verbunden.

Insbesondere die Nachteile aus der Sinnentleerung der Arbeit und der damit verbundenen geringen Motivation der Mitarbeiter hat zu Strategien zur Überwindung dieses „strengen“ Taylorismus geführt.

- Job Rotation (=Arbeitswechsel): Bei gleich bleibender Struktur der Arbeitsteilung tauschen Mitarbeiter regelmäßig den Arbeitsplatz.
- Job Enlargement (=Arbeitserweiterung): Dem einzelnen Mitarbeiter werden zusätzliche Aufgaben übertragen, wodurch die bisherige Arbeitsteilung reduziert und der

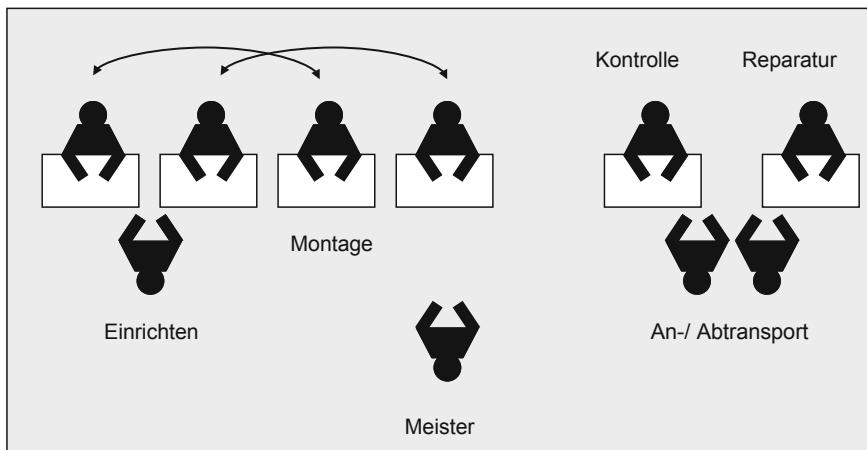


Abb. 2.53 Job Rotation

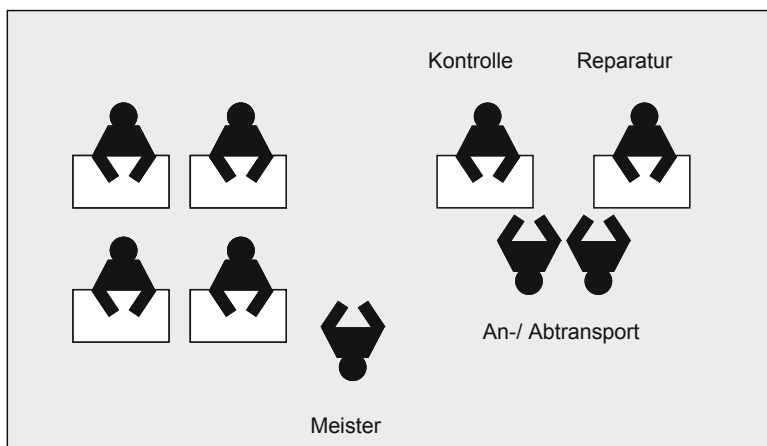


Abb. 2.54 Job Enlargement

Arbeitsumfang ausgeweitet wird (umfangreicher aber i. der Regel nicht inhaltlich anspruchsvoller).

- Job Enrichment (=Arbeitsbereicherung): Quantitative und qualitative Ausweitung der Arbeit (umfangreicher und anspruchsvoller) mit dem Ziel: Teilautonome Arbeitsgruppen, in denen die Mitarbeiter z. T. planende, steuernde und kontrollierende Funktionen in Eigenverantwortung übernehmen (Abb. 2.55).

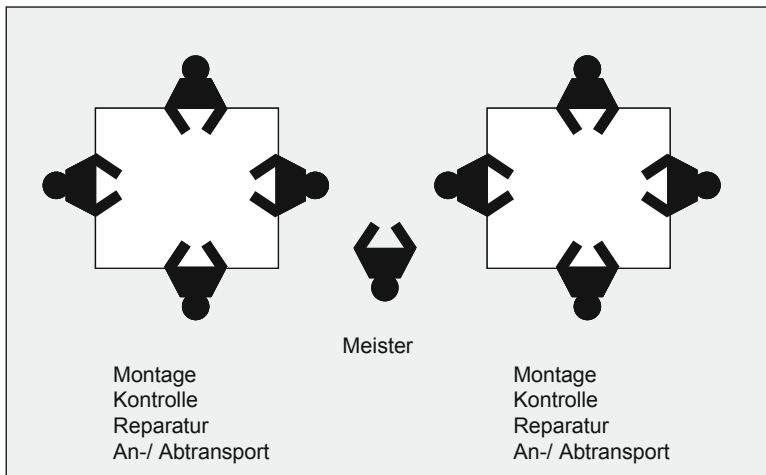


Abb. 2.55 Job Enrichment

Exkurs Frederick Winslow Taylor¹⁸⁵

Frederick Winslow Taylor (1856–1915) sollte als Sohn einer Rechtsanwaltsfamilie aus Philadelphia gemäß der Familientradition auch Anwalt werden. Obwohl er die Aufnahmeprüfung für Harvard bestanden hatte, konnte er aufgrund eines Augenleidens sein Studium nicht antreten. Stattdessen beginnt der 18 jährige Taylor 1873 eine Lehre als Modellmacher und Maschinenbauer in einer kleinen Pumpenwerkstatt. Infolge der Wirtschaftskrise wurde er nach der Lehre nicht übernommen, und war ab 1878 bei der Midvale Steel Company als Hilfskraft tätig. Dort arbeitete er sich bis zum Techniker hoch. In dieser Zeit (1881) entstanden seine ersten arbeitswissenschaftlichen Studien. Während dieser Zeit absolvierte Taylor ein Abendstudium zum Diplom-Ingenieur am Stevens Institute of Technology in New Jersey, das er 1883 erfolgreich beendete. 1890 wurde er Generaldirektor einer großen Papierfabrik in Philadelphia, 3 Jahre später freiberuflich arbeitender Unternehmensberater. Der bedeutendste Kunde war ab 1898 die Bethlehem Iron Company, bei der er das System seines „Scientific Management“ einführen konnte. Nach Unstimmigkeiten mit dem Management des Unternehmens zog Taylor sich 1901 aus dem Beratungsgeschäft zurück, und veröffentlichte seine Rationalisierungsmethoden und -erfahrungen.

¹⁸⁵ Vgl. Copley (1923)

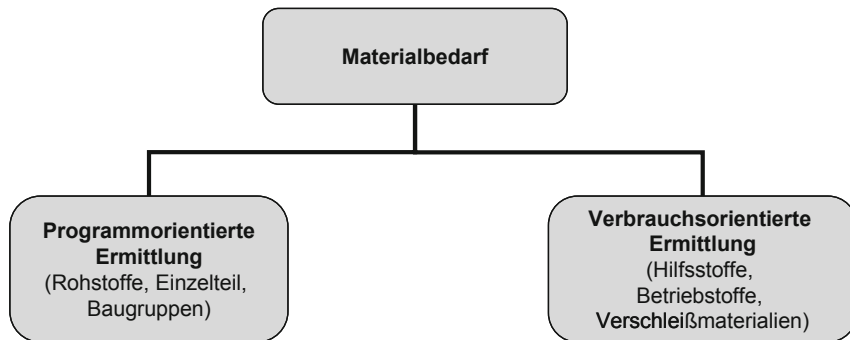


Abb. 2.56 Ermittlung des erforderlichen Materialbedarfs. (Vgl. Oeldorf und Olfert (2004, S. 123))

2.2.5.3 Planung und Steuerung der Produktion¹⁸⁶

Die Produktionsplanung und -steuerung bedeutet die Planung, Veranlassung und Überwachung der Fertigungsdurchführung in mengen- und terminmäßiger Hinsicht. Dabei bezieht sie sich nicht nur auf die Fertigung im engeren Sinne, sondern erstreckt sich auch auf die ihr vor- und nachgelagerten Bereiche. Von besonderer Bedeutung dabei ist die Materialwirtschaft bzw. die Beschaffungslogistik. In der Produktion hat sich in den letzten Jahren eine logistische Denkweise durchgesetzt, die zu Verschiebungen in den Zielsetzungen geführt hat. Die Ausrichtung auf den Markt, die absolute Termintreue, kurze Durchlaufzeiten, die Vermeidung von Zwischenlagern und Fertigungslagern haben frühere Ziele der Produktionsplanung, wie die permanente Kapazitätsauslastung und größere Vorratshaltung abgelöst.

Zu den wichtigsten Aufgaben der Produktionsplanung gehört die Beschaffung des für die Produktion benötigten Materials zu möglichst geringen Kosten, in der richtigen Menge, zum richtigen Zeitpunkt und in der benötigten Qualität. Fehler bei der Materialdisposition für die Produktion führen einerseits zu Produktionsunterbrechungen und damit Liefer-schwierigkeiten, Kundenbeschwerden, Umsatzausfällen und Auftragsverlusten. Ist eine zu große Materialmenge beschafft worden, steigen andererseits die Kapitalbindung, sowie die Zins- & Lagerhaltungskosten.

Bei der Materialbedarfsplanung unterscheidet man zwischen der Ableitung des Bedarf aus vorliegenden Kundenaufträgen und dem geplanten Produktions- und Absatzprogramm eines Erzeugnisses (= programmorientierte Ermittlung) sowie einer Ermittlung auf Basis von Vergangenheitswerten (= verbrauchsorientierte Ermittlung) (Abb. 2.56).

Das Produktionsprogramm wird auf Basis des Absatzprogramms erstellt und legt fest, welche Aufträge von der Fertigung in bestimmten Perioden durchzuführen sind. Damit ist das Produktionsprogramm Ausgangspunkt für die Ermittlung des Materialbedarfs für die zu fertigenden Erzeugnisse. Er setzt sich in der Regel aus selbst erstellten Materialien und Kaufteilen zusammen.

¹⁸⁶ Vgl. Ehrmann (2008, S. 403 ff).

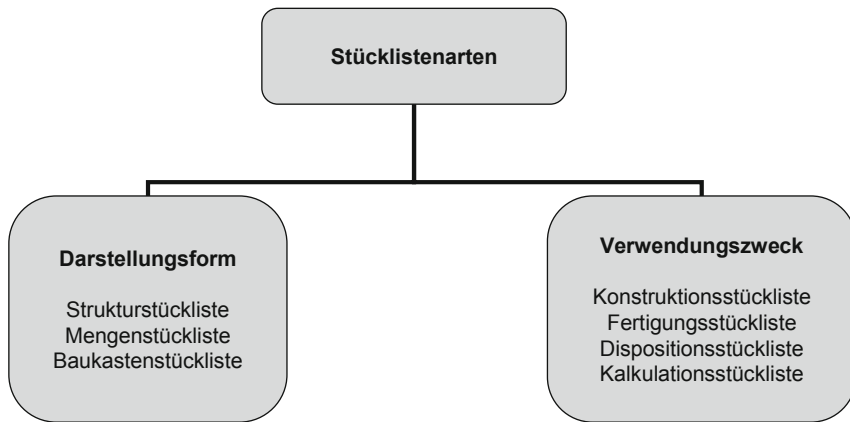


Abb. 2.57 Unterscheidungsmöglichkeiten für Stücklisten. (Vgl. Ehrmann (2008, S. 260))

Abb. 2.58 Metallsplitter



Zur Ermittlung des Materialbedarfs ist nun festzustellen, woraus die herzustellenden Erzeugnisse bestehen.

Definition: Eine Stückliste ist eine mengenmäßige Auflistung von Materialien, Teilen, oder Baugruppen, die zur Herstellung eines anderen Teiles benötigt werden (= Erzeugnisstruktur).¹⁸⁷

Stücklisteninformationen gehören zu den wichtigsten Datenstrukturen, die Fertigungsunternehmen vorhalten müssen. Sie dienen letztlich dazu, die richtigen Materialien zu bestellen und/oder dem Lager zu entnehmen, wenn ein bestimmtes Produkt gefertigt werden soll.

Stücklisten können nach Darstellungsform und Verwendungszweck unterschieden werden (Abb. 2.57– 2.61).

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele für Stücklisten eines Metallsplitters:

¹⁸⁷ Vgl. Oeldorf und Olfert (2004, S. 126).

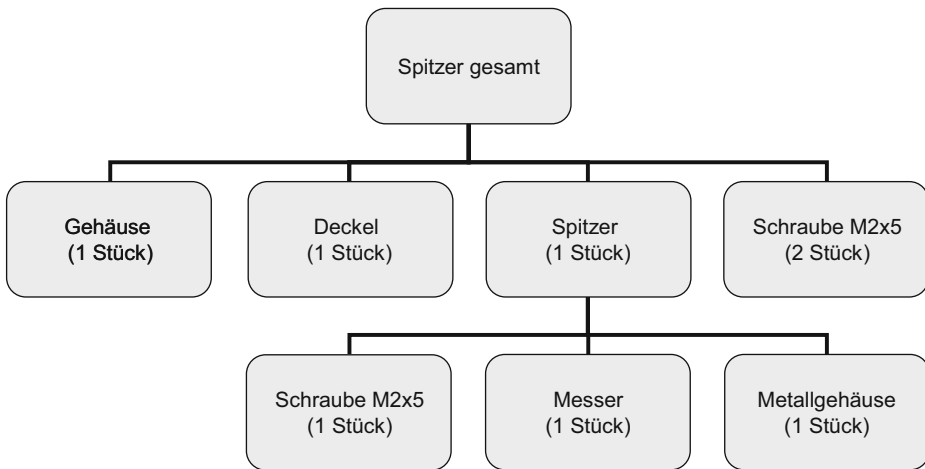


Abb. 2.59 Strukturstückliste für einen Spitzer

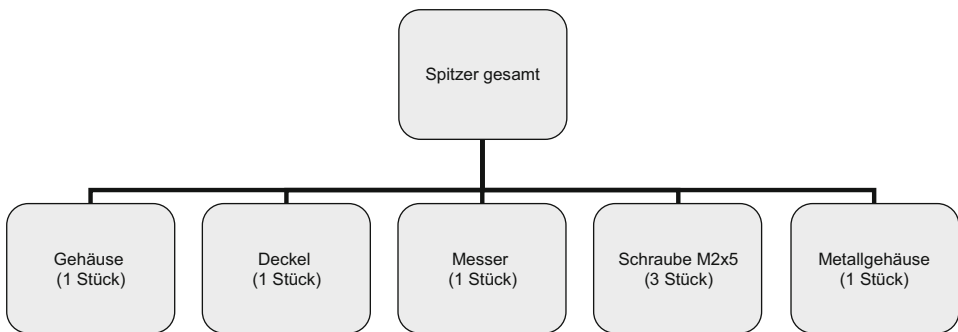


Abb. 2.60 Mengenstückliste für einen Spitzer

Der Materialbedarf der Produktion lässt sich nach seinem Ursprung und der Erzeugnisebene in Primär-, Sekundär- und Tertiärbedarf klassifizieren (s. Tab. 2.19).¹⁸⁸

Als Primärbedarf bezeichnet man den Marktbedarf, also den Bedarf an verkaufsfähigen Gütern (Fertigwaren, Ersatzteile, Handelsware). Für Handelsunternehmen ist der Primärbedarf die Ausgangsinformation für die Lagerbestandsdisposition und die Distribution.

In Industrieunternehmen mit einer mehrteiligen Produktion ist der Primärbedarf für die beschaffungs- und produktionslogistischen Aufgaben in einen Sekundärbedarf an Rohstoffen, Zukaufteilen und Baugruppen zu zerlegen. Als Tertiärbedarf bezeichnet man den Bedarf an Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Verschleißwerkzeugen für die Produktion.

¹⁸⁸ Vgl. Pfohl (2010, S. 92 f).

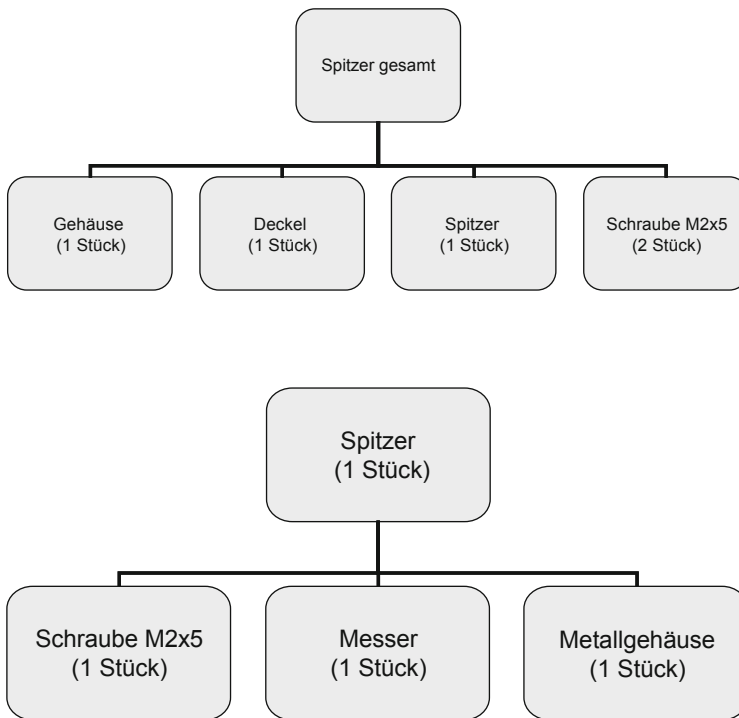


Abb. 2.61 Baukastenstückliste für einen Spitzer

Berücksichtigt man die bereits im Unternehmen vorhandenen Lagerbestände, so kann der Materialbedarf in Brutto- und Nettobedarf unterschieden werden (s. Tab. 2.20).

Unter Bruttobedarf versteht man den in einer Periode auftretenden Bedarf an Primär-, Sekundär- und Tertiärbedarf ohne Berücksichtigung der Lagerbestände. Aus dem Bruttobedarf ergibt sich der Nettobedarf indem die verfügbaren Lagerbestände abgezogen werden.

Die Planung der Produktion läuft nach folgendem Grundkonzept ab (Abb. 2.62).

Aus dem prognostizierten Bedarf, als Ergebnis der Prognoserechnung, und den bereits erteilten Kundenaufträgen aus der Kundenauftragsverwaltung wird der Bruttoprimarybedarf für den aktuellen Planungshorizont ermittelt. Der Primärbedarf umfasst, wie in Tab. 2.19 bereits erläutert, den zu produzierenden Bedarf an Endprodukten, verkaufsfähigen Baugruppen und Einzelteilen sowie Handelswaren und Ersatzteilen.

Berücksichtigt man den bereits verfügbaren Bestand an Endprodukten im Lager, so erhält man den Netto-Primärbedarf aus dem Brutto-Primärbedarf abzüglich des verfügbaren Bestands. Der verfügbare Bestand ergibt sich aus dem vorhandenen Lagerbestand abzüglich der bereits vorgemerkten Bestände und ergänzt um die schon bestellten Bestände.

Das Produktionsprogramm ist das Ergebnis der Programmplanung und umfasst den für den Planungshorizont termin- und mengenmäßig festgelegten Netto-Primärbedarf.

Tab. 2.19 Materialbedarfsarten nach Ursprung und Erzeugnisebene. (In Anlehnung an Pfohl (2010, S. 92))

Primärbedarf	Sekundärbedarf	Tertiärbedarf
<i>Umfasst</i>	<i>Umfasst</i>	<i>Umfasst</i>
Verkaufsfertige Erzeugnisse	Baugruppen	Hilfsstoffe (z. B. Leim)
Ersatzteile	Einzelteile	Betriebsstoffe (z. B. Schmieröl für Werkzeugmaschinen)
Handelswaren	Rohstoffe	Verschleißmaterialien (z. B. Schleifscheiben)
<i>Wird ermittelt aus</i>	<i>Wird ermittelt aus</i>	<i>Wird ermittelt aus</i>
Kundenaufträgen	Bei der bedarfsorientierten Ermittlung aus der Multiplikation des Primärbedarfs mit den Mengenangaben der Erzeugnisbestandteile gemäß den Stücklisten	Dem Verbrauch in der Vergangenheit (verbrauchsorientiert)
Absatzprognosen	Bei der verbrauchsorientierten Ermittlung durch Berechnung aus den Vergangenheitsverbräuchen (z. B. durch Zeitreihenverfahren)	
Expertenschätzungen		

Tab. 2.20 Materialbedarfsarten unter Berücksichtigung der Lagerbestände. (In Anlehnung an Pfohl (2010, S. 92))

Bruttobedarf	Nettobedarf
<i>Berechnung</i>	<i>Berechnung</i>
Sekundärbedarf	Sekundärbedarf
+ <i>Zusatzbedarf</i>	+ <i>Zusatzbedarf</i>
= Bruttobedarf	= Bruttobedarf
	– Lagerbestände
	– Bestellbestände
	+ <i>Vormerkbestände</i>
	= Nettobedarf
Mögliche Zusatzbedarfe sind z. B. Ausschuss und Schwund sowie Sonderbedarfe für Versuche und Qualitätssicherung	Bestellbestände sind die Bestände, die bereits bestellt wurden und in Kürze im Lager verfügbar sein werden.
	Vormerkbestände sind die Bestände, die bereits für andere Aufträge reserviert sind

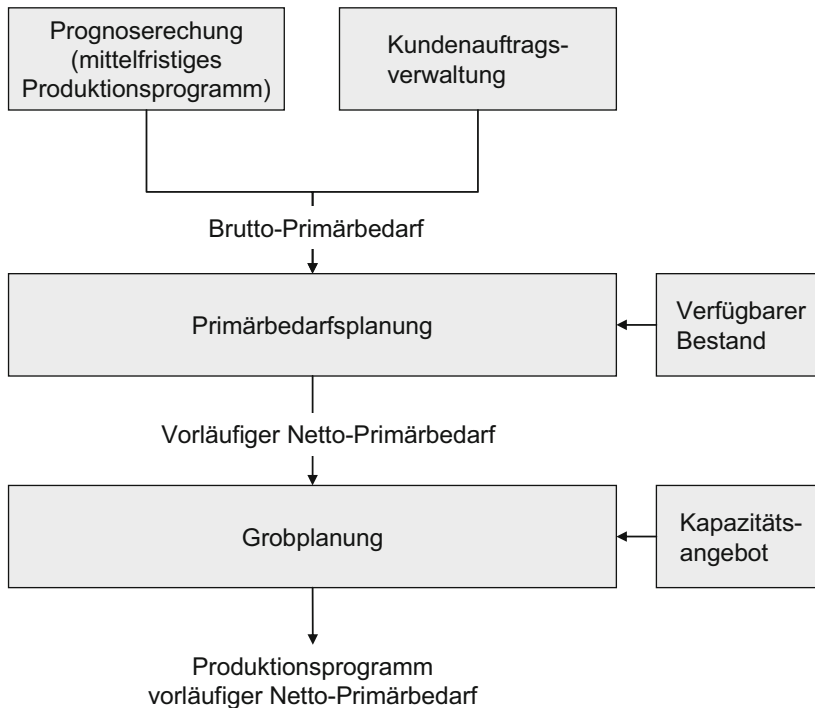


Abb. 2.62 Grundkonzept der Programmplanung. (Vgl. Adelsberger (2006, S. 16))

Aus der Programmplanung ergibt sich die Mengenplanung, wie in Abb. 2.63 dargestellt.

Aus dem festgelegten Netto-Primärbedarf wird in der Mengenplanung zunächst der Brutto-Sekundärbedarf ermittelt. Der Sekundärbedarf beschreibt die Mengen an untergeordneten Baugruppen, Einzelteilen, Rohmaterialien sowie Hilfs- und Betriebsstoffen, die zur Herstellung des Primärbedarfs nötig sind. Dazu wird der Zusatzbedarf addiert. Der Zusatzbedarf enthält die zusätzlichen Mengen um Schwund oder Ausschuss auszugleichen oder den Bedarf an Teilen für die Qualitätssicherung zu decken. Der Sekundärbedarf leitet sich aus dem Primärbedarf durch die Stücklistenauflösung ab, indem die aus der Stückliste ersichtlichen Mengen pro Einheit mit den Netto-Bedarfsmengen des übergeordneten Teils multipliziert werden. Unter der Vorlaufverschiebung versteht man eine grobe Schätzung des Termins an dem untergeordnete Bauteile gebraucht werden. Der Produktionstermin dieser Sekundärbedarfe wird so vorgeschoben, dass eine termingerechte Bereitstellung zur Produktion des Endproduktes gewährleistet wird.

Sind die Mengen der zu fertigenden und der zuzukaufenden Teile bekannt, so kann daraus eine grobe Terminplanung abgeleitet werden (Abb. 2.64).

Aus den geplanten Fertigungsaufträgen wird mit Hilfe der bekannten Fertigungszeiten je Arbeitsplatz (= Arbeitsplatzdurchlaufzeiten) eine Durchlaufterminierung errechnet. Bei dieser Planung wird die Belastungssituation der beteiligten Arbeitsplätze mit Fertigungs-

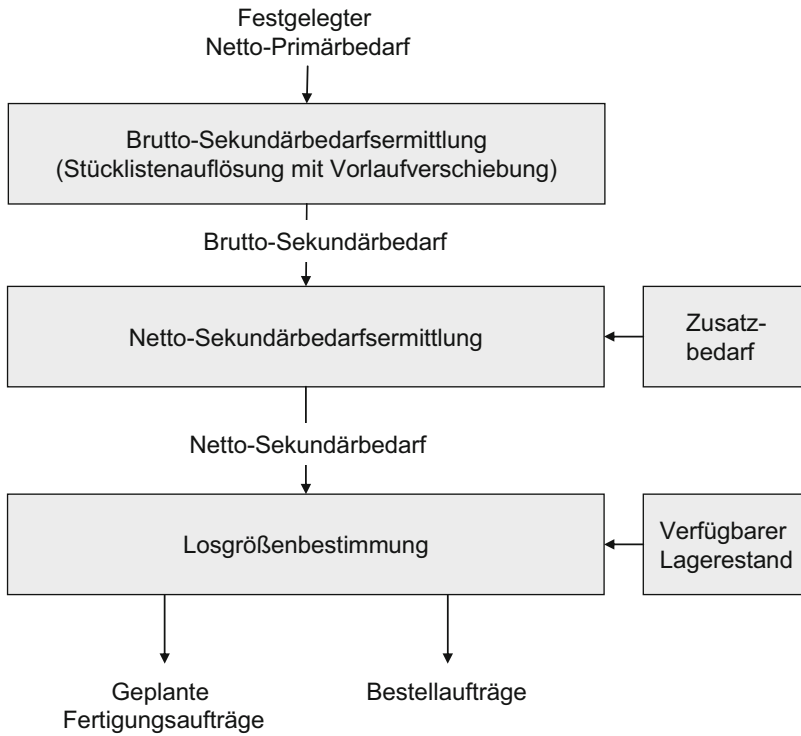


Abb. 2.63 Grundkonzept der Mengenplanung. (Vgl. Adelsberger (2006, S. 18))

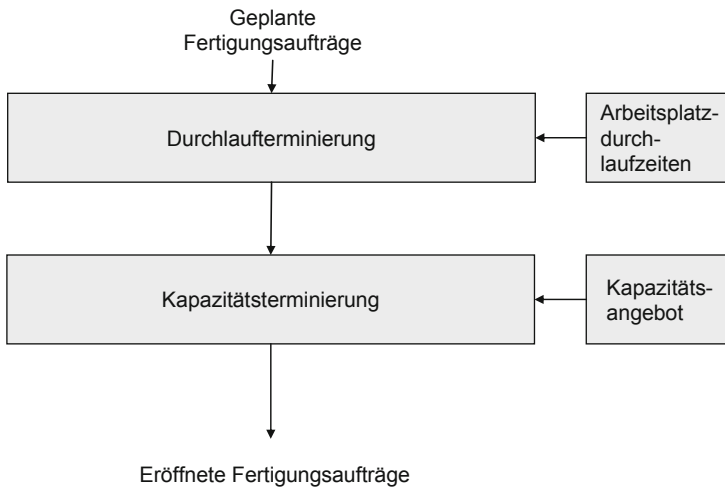


Abb. 2.64 Grundkonzept der Terminplanung. (Vgl. Adelsberger (2006, S. 20))

aufträgen nicht berücksichtigt. Dies erfolgt in der Kapazitätsterminierung. Hier werden die Vorgänge unter Berücksichtigung der aktuellen Kapazitätsbelastungen an den Arbeitsplätzen geplant. Dazu wird zunächst geprüft, ob für jeden zu terminierenden Vorgang zu dem berechneten Termin ausreichend freie Kapazität zur Verfügung steht. Wenn ausreichend freie Kapazität vorhanden ist, wird der Vorgang eingeplant. Ist keine ausreichende Kapazität vorhanden, wird der Vorgang auf einen Termin verschoben, zu dem er ohne Kapazitätsprobleme bearbeitet werden kann. Das Ergebnis der Terminplanung sind eröffnete Fertigungsaufträge.

Nach Abschluss der Programm-, Mengen- und Terminplanung liegt ein mengenmäßig und zeitlich definierter Grobplan vor. Während die Produktionsplanung die Grobplanung der Produktionsabläufe abbildet, umfasst die Produktionssteuerung deren Feinplanung bzw. kurzfristige Disposition.

Da die Grobplanung durch unvorhergesehene Ereignisse gestört werden kann, liefert sie keine verbindliche Vorgabe für die Produktion. Um auf Störereignisse reagieren und diese in der Planung berücksichtigen zu können, ist der Planungshorizont auf einen überschaubaren Zeitraum von ca. 1–2 Wochen zu verkürzen. Die Fertigungsaufträge, deren festgelegter Starttermin in diesen Planungshorizont fällt, werden zur Fertigung freigegeben und im Rahmen der sich an die Auftragsfreigabe anschließenden Ablauf- und Maschinenbelegungsplanung mit exakten Bearbeitungsterminen auf den einzelnen Bearbeitungsstationen versehen.

Die Auftragsüberwachung kontrolliert den Fertigungsablauf im Hinblick auf die Plan-einhaltung. Bei Störungen des planmäßigen Fertigungsablaufs (z. B. aufgrund von Personal-, Maschinen- oder Lieferausfällen) sind geeignete gegensteuernde Maßnahmen vorzusehen.

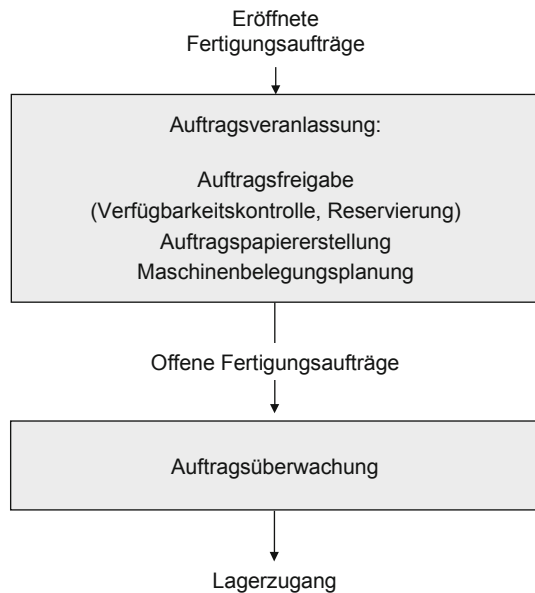
Die Steuerung der Fertigungsaufträge kann schematisch wie folgt dargestellt werden (Abb. 2.65).

Ein neu angelegter Fertigungsauftrag erhält zunächst den Initialstatus „eröffnet“, d. h. Rückmeldungen für den Auftrag können noch nicht durchgeführt, Auftragspapiere nicht gedruckt und Lagerbewegungen für den Auftrag nicht durchgeführt werden. Damit ein Fertigungsauftrag bearbeitet werden kann, muss er freigegeben werden. Die Freigabe des Auftrags hebt die genannten Einschränkungen auf. Die Zeitspanne zwischen Eröffnung eines Fertigungsauftrages und dessen Freigabe kann für betriebliche Prüfungen und Vorbereitungen genutzt werden.

Bei der Produktionssteuerung werden die Schritte der Auftragsveranlassung, der Maschinenbelegungsplanung und Reihenfolgeplanung sowie der nachfolgenden Überwachung der Produktionsläufe durchlaufen. Mit der Freigabe des Fertigungsplans durch die Produktionsplanung ermittelt die Produktionssteuerung die genauen Starttermine der einzelnen Aufträge und legt die Reihenfolge der Abarbeitung fest. Anschließend wird nach dem Beginn der Bearbeitung der Auftragsfortschritt überwacht.

Die Auftragsveranlassung stellt die Schnittstelle zwischen der Planungs- und der Steuerungs- (= Realisierungs-)phase dar. Durch die Auftragsveranlassung werden die Aufträge freigegeben, für die die benötigten Ressourcen (Material, Betriebsmittel, Personal)

Abb. 2.65 Steuerung von Fertigungsaufträgen. (Vgl. Adelsberger (2006, S. 21))



zur Verfügung stehen (Verfügbarkeitskontrolle). Die freigegebenen Aufträge sind nun auf die einzelnen Bearbeitungsstationen verteilt.

Nach der Freigabe der Aufträge wird die Reihenfolge festgelegt, in der die Aufträge die Bearbeitungsstationen durchlaufen. Zur Festlegung der Reihenfolge können verschiedene Prioritätsregeln verwendet werden. Prioritätsregeln ordnen den einzelnen Aufträgen unterschiedliche Prioritäten zu und ermöglichen eine Ordnung der Aufträge nach ihrer jeweiligen Bedeutung.

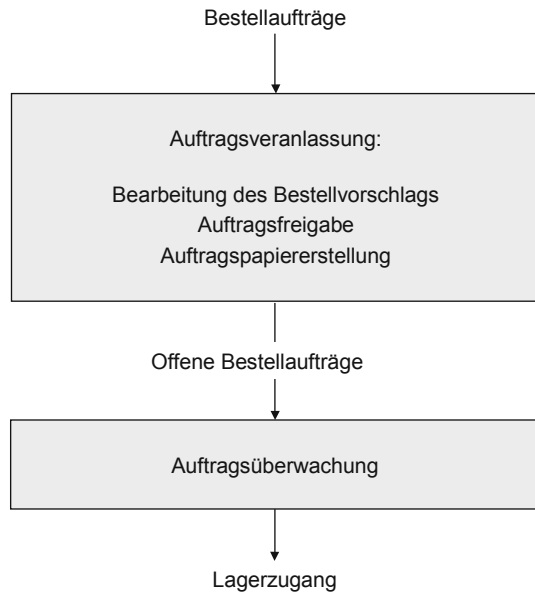
Mit Hilfe der Betriebsdatenerfassung (BDE) werden Informationen über den Stand und den Fortschritt der Fertigungsaufträge bereitgestellt. Auf Basis der eingehenden aktuellen Betriebsdaten insbesondere aus dem Bereich der Auftragsveranlassung, der Reihenfolgeplanung und der Fertigungssteuerung lassen sich Soll-Daten mit Ist-Daten vergleichen. Zu hohe Abweichungen führen ggf. zu Neuplanungen.

Für die Steuerung der Bestellaufträge ergibt sich folgende Darstellung (Abb. 2.66).

Der Zusammenhang zwischen Produktionsplanung und -steuerung wird in Abb. 2.67 deutlich.

Durch die Leistungssteigerung in der Informations- und Kommunikationstechnologie werden nahezu alle Prozesse der Leistungserstellung in Unternehmen durch EDV-Systeme unterstützt. Die Anwendung von EDV-Systemen reicht von der Beschaffung über die Produktion bis in den Vertrieb. Die vielfältigen Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung sowie -überwachung werden durch rechnergestützte Systeme (PPS-Systeme) wahrgenommen. PPS-Systeme lassen sich in die Teilgebiete der Produktionsplanung und Produktionssteuerung aufteilen. Die Produktionsplanung generiert Produktionsaufträge und schafft für die Produktion den mengenbezogenen, zeitlichen und kapazitativen

Abb. 2.66 Steuerung von Bestellaufträgen. (Vgl. Adelsberger (2006, S. 22))



Rahmen. Die Produktionssteuerung veranlasst den Auftrag, führt die Reihenfolgeplanung durch und überwacht den Auftragsfortschritt.

Von der Produktionsplanung zur Produktionssteuerung nimmt der Detaillierungsgrad der Planung zu, während sich der Planungszeitraum verringert. Darüber hinaus beinhaltet ein PPS-System die Grunddatenverwaltung (z. B. Material-, Lieferanten-, Kunden- und Maschinenstammdaten) und nimmt materialwirtschaftliche Aufgaben, wie Ermittlung optimaler Bestellmengen und Lagerbestandssteuerung wahr.

Dabei sollen PPS-Systeme die Fertigung und alle damit verbundenen logistischen Teilaktivitäten unterstützen. Entscheidungsalternativen sind in verschiedenen Bereichen (Grobplanung, Feinplanung, Steuerung) durch eine Simulation abzuklären. PPS-Systeme nutzen elektronische Leitstandtechnik für die Werkstattsteuerung mit Grafikunterstützung und setzen Datenfernverarbeitungs-Standards zur Kommunikation mit Kunden und Lieferanten (EDI) ein. Die Sekundärbedarfsermittlung erfolgt über Stücklistengeneratoren mit flexibler Variantensteuerung. Darüber hinaus stehen Auswertetools für die für die Anbindung zahlreicher Controllingaufgaben (Kostenträgererfolgsrechnung, Unternehmenssimulation, Logistikcontrolling etc.) zur Verfügung. Mittlerweile sind PPS-Systeme häufig in umfassende Unternehmenssoftwaresysteme eingebunden.

2.2.5.4 Layoutplanung¹⁸⁹

Die Layoutplanung umfasst die räumliche Anordnung der Produktionssegmente und die sie verbindenden Materialflussbeziehungen und Informationsflüsse auf einer abgegrenzten Fläche. Das Ziel der Layoutgestaltung ist die Minimierung der Transportleistung.

¹⁸⁹ Vgl. z. B. Wäscher (1994, S. 249–263) oder Blohm et al. (2008, S. 553–563).

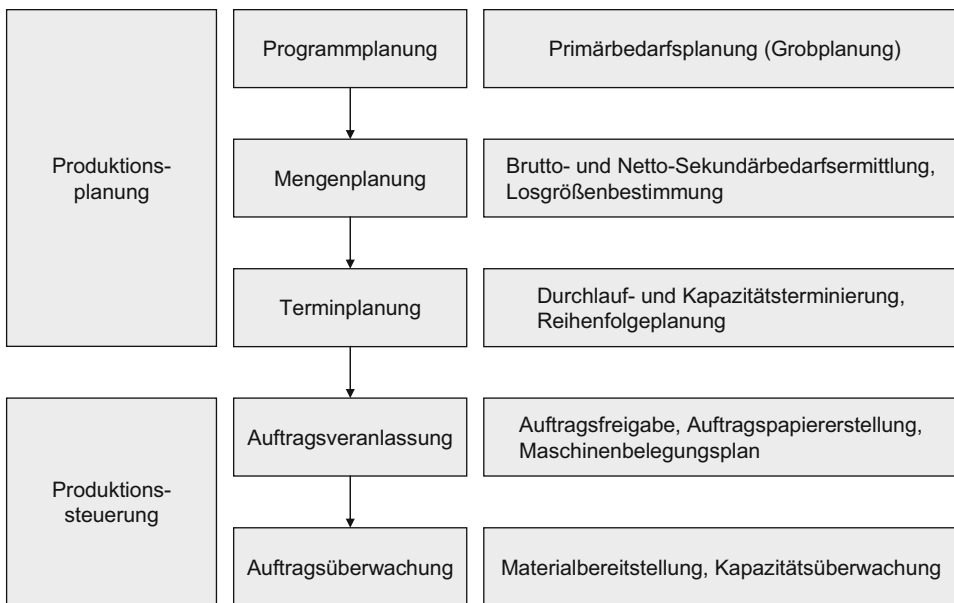


Abb. 2.67 Zusammenhang zwischen Produktionsplanung und -steuerung. (Vgl. Adelsberger (2006, S. 15))

Dabei sind unterschiedliche Bestimmungsfaktoren zu berücksichtigen. Standortanforderungen ergeben sich aus den erzeugten Produkten durch ihr Volumen, ihr Gewicht, den Flächenbedarf für Transportmittel und Lagerung, ihren Einfluss auf die Materialflussrichtung und die Arbeitsgangfolge. Auch die Betriebsmittel haben einen Einfluss auf den Flächenbedarf, die Flächenform, die Raumhöhe, die Bodentragfähigkeit, die Versorgung und Entsorgung und die erforderlichen Lichtverhältnisse. Die Mitarbeiter haben Anspruch auf humane und arbeitswissenschaftlich gesicherte Arbeitsplätze. Auch die Produktionsorganisation, die den Arbeitsablauf in dem innerbetrieblichen Transport beeinflusst, bestimmt das Layout der Fertigung.

Neben diesen Anforderungen sind Standortgegebenheiten, wie Betriebsgrundstücke, Gebäude, rechtlichen Vorschriften (z. B. Bauvorschriften, Gesundheitsvorschriften, Arbeitsschutzvorschriften, Umweltvorschriften) zu berücksichtigen.

Die Fragen der Layoutplanung ergeben sich bei der Neugestaltung, der Umstellung und der Erweiterung von Produktionsstätten.

Bei Errichtung einer Produktionsstätte sind in einer leeren Fabrikhalle Standorte für alle Produktionssegmente erstmalig zu bestimmen. Dies gilt auch für eine neu eingerichtete Werkstattproduktion (oder auch ein Produktionszentrum), um die Standorte für die einzelnen Arbeitssysteme (Werkstätten, Ressourcen) festzulegen.

Umstellungen sind erforderlich, wenn aufgrund einer Veränderung der Struktur des Materialflusses zwischen einzelnen Ressourcengruppen deren Standorte überprüft werden

müssen. Es kommt zu Standortveränderungen infolge eines geänderten Produktionsprogramms.

Ist ein zusätzliches Produktionssegment in einer bereits zum Teil durch andere Segmente belegten Fabrikhalle zu platzieren, ist eine Erweiterung erforderlich.

Zur Unterstützung der Layoutplanung stehen zahlreiche Werkzeuge und IT-Systeme zur Verfügung, auf die im Rahmen dieses Moduls nicht weiter eingegangen wird.

2.2.5.5 Ausgewählte Themen zur Produktionslogistik

Das Ford-Produktionssystem¹⁹⁰ Die Ford Motor Company wurde am 17. Juni 1903 gegründet und steht für ein Großunternehmen, das die industrielle Arbeitsorganisation bei einem Produkt, das bis dahin überhaupt noch keinen Markt kannte, und in kleinen Werkstätten in Einzelfertigung hergestellt wurde, weltweit durchgesetzt hat.

Henry Fords Vision lautete: „Ich werde ein Automobil für jedermann bauen. Es wird groß genug für eine Familie sein, aber auch klein genug, dass es ein einzelner fahren und warten kann. Es wird aus den besten Materialien gebaut, von den besten Leuten nach einfachsten Plänen, die moderne Ingenieurtechnik entwickeln kann. Und bei all dem wird der Preis so niedrig sein, dass es sich jeder, der ein regelmäßiges Einkommen hat, leisten kann – um mit seiner Familie die Freuden vergnüglicher Stunden in Gottes freier Natur genießen kann.“

Und weiter „Unsere Taktik zielt auf Preisabbau, Produktionserhöhung und Vervollkommen der Ware. Man bemerke, dass Preisabbau an erster Stelle steht. Niemals haben wir unsere Unkosten als festen Faktor betrachtet. Daher reduzieren wir vor allem die Preise erst einmal so weit, dass wir hoffen dürfen, einen möglichst großen Absatz erzielen zu können. Dann legen wir uns ins Zeug und versuchen die Ware für diesen Preis herzustellen. Nach den Kosten wird dabei nicht gefragt. Der neue Preis schraubt die Kosten von selbst herab. Der übliche Brauch ist sonst, die Kosten und danach den Preis zu berechnen; das mag von einem engeren Standpunkt aus die korrektere Methode sein, von breiterem Gesichtspunkte aus betrachtet ist es aber dennoch falsch, denn was in aller Welt nützt es, die Kosten genau zu wissen, wenn man aus ihnen nur erfährt, dass man nicht zu einem Preis produzieren kann, zu dem der Artikel verkäuflich ist?“¹⁹¹ Diese Sichtweise findet viele Jahre später unter dem Begriff „Target Costing“¹⁹² Einzug in die Betriebswirtschaftslehre.

Um seine Vision zu verwirklichen, hat er die Organisationsmethoden entwickelt, die die Produktion von einfachen Autos zu einem günstigen Preis möglich machten.

Zwischen 1903 und 1910 war die Automobilproduktion durch eine handwerkliche Fertigung geprägt. Jeder Monteur montierte einen großen Teil des Autos, bevor er zum nächsten ging. Der Arbeitszyklus eines Monteurs betrug im Durchschnitt 514 min (entspricht 8,5 h). Aufgrund des hohen Arbeitsumfangs war ein hoher Ausbildungsgrad der

¹⁹⁰ Vgl. Ford (1951).

¹⁹¹ Ford (1926) zit. n.: Crainer (1997, S. 119).

¹⁹² Vgl. z. B. Blohm et al. (2008, S. 56 f).

Abb. 2.68 Handwerkliche
Automobilfertigung
(Bildnachweis: Ford)



Mitarbeiter erforderlich. Diese Mitarbeiter waren nicht uneingeschränkt verfügbar. Das Fertigungssystem ließ keine einheitlichen Qualitätsstandards zu. Aufgrund des hohen Arbeitsumfangs je Mitarbeiter war die Produktivität bei niedrigen Wiederholungszahlen jedes einzelnen Arbeitsschritts relativ niedrig (Abb. 2.68).

Zwischen 1910 und 1913 fand in den Fordwerken die sogenannte erste organisatorische Revolution statt, nämlich die Einführung der Arbeitsteilung.

An unseren Produktionsmethoden haben wir die größten Änderungen vorgenommen. Diese stehen niemals still. Ich glaube, keine einzige Verrichtung bei der Herstellung unserer Wagen ist die gleiche geblieben wie damals, als wir den ersten Wagen nach unserem gegenwärtigen Modell konstruierten. Das ist der Grund, weshalb wir so billig produzieren. (Ford 1926, zit. n.: Rudolph (1994, S. 130))

Jeder Monteur führte nur noch einen Arbeitsschritt aus und ging dabei von Fahrzeug zu Fahrzeug durch die gesamte Montagehalle und wieder zurück. Der Arbeitszyklus eines Monteurs betrug nun im Durchschnitt nur noch 2,3 min. Da der Arbeitsumfang verringert wurde, sanken die Anforderungen an die Ausbildung der Mitarbeiter. Mit dieser neuen Produktionsorganisation konnten einheitliche Qualitätsstandards gewährleistet werden, verbunden mit einer höheren Produktivität aufgrund höherer Wiederholungszahlen jedes einzelnen Arbeitsschritts. Nachteil dieser Organisationsform waren die umfangreichen Bewegungen der Arbeiter ohne Wertschöpfung.

Das Hauptelement der Massenproduktion war nicht – wie meist angenommen – das Fließband. Es war vielmehr die vollständige und passgenaue Austauschbarkeit der Bauteile und die Einfachheit ihres Zusammenbaus. (Womack et al. (1997, S. 34 f))(Abb. 2.69)

In der zweiten organisatorischen Revolution ab 1913 wurde das Fließband eingeführt. Jeder Monteur führte nur noch einen Arbeitsschritt aus. Die Fahrzeuge wurden an den Arbeitsstationen vorbei gezogen. Der Arbeitszyklus eines Monteurs betrug im Durchschnitt

Abb. 2.69 Stationäre Montage
(Bildnachweis: Ford)



1,2 min. Die Anforderungen an die Ausbildung der Mitarbeiter wurden noch geringer, da der Arbeitsumfang verringert wurde. Einheitliche Qualitätsstandards konnten einfach gewährleistet werden bei einer hohen Produktivität aufgrund höherer Wiederholungszahlen eines jeden einzelnen Arbeitsschritts. Hierbei konnte nun auch die Verschwendung durch Bewegung der Arbeiter ohne Wertschöpfung beseitigt werden.

Die Einführung des Fließbandes veränderte auch die betrieblichen Kontrollfunktionen. Wie die Arbeit selbst, ist auch die Kontrolle objektiviert – durch den Maschinenpark, bzw. durch den als technische Leistungsvorgabe geplanten Takt: „Stets ist es unser Ziel, ... die Arbeitsmethoden so zu vereinfachen, dass Befehle überhaupt kaum noch notwendig sind. Wenn die Leitung nicht schon auf dem Zeichenbrett beginnt, wird sie sich auch nicht in der Werkstatt durchsetzen“¹⁹³ (Abb. 2.70).

Die folgende Zusammenfassung der **Rationalisierungsschritte** verdeutlicht noch einmal die Veränderung der Arbeitsorganisation (s. Tab. 2.21).

Die Umsetzung dieser Aspekte war bei Henry Ford noch etwas einfacher: ihm wurde für sein Geschäft anfangs noch kein durchgesetzter Marktpreis vorgegeben, nach dem er sich in seiner Geschäftskalkulation zu richten hätte. Es ging bei der Firmengründung erst einmal darum, überhaupt einen Markt für das neue Produkt Auto zu eröffnen.¹⁹⁴ Marktänderungen hatte Ford zunächst nicht zu beachten: er hat den Automarkt überhaupt erst ins Leben gerufen. Die Marktführerschaft wurde mit dem Modell T nicht für alle Zeiten sichergestellt, es wurde aber ein großes Firmenvermögen erwirtschaftet, mit dem die neuen Rationalisierungsmaßnahmen für ein diversifiziertes Produktprogramm umgesetzt werden konnten.

¹⁹³ Ford 1926, zit. Rudolph (1994, S. 131).

¹⁹⁴ Vgl. Ford 1926, zit. Rudolph (1994, S. 127).

Abb. 2.70 Mobiles Montageband (Bildnachweis: Ford)



Henry Ford hatte selbst erkannt, dass sein Produktionssystem für eine hohe Produktvielfalt nicht geeignet ist. Sein Ziel war es, ein Auto für den Massenmarkt zu bauen. Nicht erkannt hatte er, dass sich die Kundenanforderungen in gesättigten Märkten ändern und in diesem Märkten Marktanteile nur mit neuen Modellen (Innovationen) und kundenspezifischen Lösungen zu erzielen sind.

Tab.2.21 Veränderung der Produktion durch die Rationalisierungsmaßnahmen. (Vgl. Womack et al. (1997, S. 34 ff; Kaiser (1994))

Jahr	Durchschnittlicher Arbeitszyklus	Arbeitszuordnung	Rationalisierungsmaßnahme
1903	Mehrere Wochen	1 Arbeiter → 1 Auto	Einfacher handwerksmäßiger Werkstattmontagestand
1908	8,56 Stunden	1 Arbeiter → 1 größeres Teil	Teilung der Arbeit im Sinne einer Werkstattfertigung, ein Arbeiter baute z. B. alle mechanischen Teile an und wechselte dabei zwischen den stationären Montagestationen
1913	2,3 Min	1 Arbeiter → 1 einziger Arbeitsschritt	Durch umfassende Austauschbarkeit der Teile entfielen nachträgliche mechanische Anpassungen. Die Monteure führten nur noch einen einzigen Arbeitsschritt aus und gingen dabei von Fahrzeug zu Fahrzeug durch die Montagehalle
1914	1,19 Min	1 Arbeiter → 1 kleine Teilfunktion	Einführung des Fließbands

Das Toyota-Produktionssystem Ein auch heute noch aktuelles Produktionssystem wurde nach Ende des zweiten Weltkrieges bei der Toyota Motor Company entwickelt.

Exkurs Entwicklungsgeschichte des Toyota-Produktionssystems

Die Firma Toyota begann ursprünglich als Textilmaschinenhersteller (Toyoda Spinning and Weaving). Der Einstieg ins Autogeschäft geschah auf Drängen der japanischen Regierung Ende der 30er Jahre aufgrund des kriegswirtschaftlichen Bedarfs an Lastwagen für das Militär. Nach dem Krieg gab Toyoda Kiichiro, der erste Präsident der Toyota Motor Company, die Parole aus: „Wir müssen Amerika innerhalb von drei Jahren einholen. Sonst wird die Autoindustrie Japans nicht überleben“¹⁹⁵. Die Firma Toyota war also mit einem ehrgeizigen Wiederaufbauprogramm nach dem zweiten Weltkrieg verbunden – ein Wiederaufbauprogramm, das auf den gesamten Weltmarkt zielte. Das MITI (Ministry for International Trade and Industry) hatte sogar vor, die damals existierenden 12 japanischen Autoproduzenten für diesen Zweck zu drei großen Konzernen zusammenzuschließen – als Konkurrenz zu den „Big Three of Detroit“ (Ford, General Motors und Chrysler). Die amerikanischen Besatzer des Kriegsverlierers Japan sorgten aber als erstes dafür, dass alle großen Industrien der Vorkriegszeit, insbesondere die Rüstungsindustrie, zerschlagen wurden.

Der Neubeginn des Autogeschäfts in Japan entstand zu einer Zeit, als der Weltmarkt bereits durch Massenproduktionssysteme – insbesondere am Standort USA – gekennzeichnet war. Der Aufbau einer für den Weltmarkt wettbewerbsfähigen Automobilindustrie begann daher auf dem japanischen Binnenmarkt: „Der Binnenmarkt war sehr klein und verlangte eine breite Fahrzeugpalette – luxuriöse Wagen für die Regierung, LKWs für den Gütertransport, kleine LKWs und Pickups für Japans Kleinbauern und kleine PKWs für Japans überfüllte Städte und hohe Energiepreise“¹⁹⁶.

Dass die japanischen Autobauer nicht gleich der Weltmarktkonkurrenz ausgesetzt waren, hieß keineswegs, dass das in Japan wieder neu gestartete Autogeschäft sich eine niedrigere Produktivität „leisten“ konnte. Im Gegenteil: schließlich ging es um die Herstellung weltmarkttauglicher Produktionsbedingungen im japanischen Binnenmarkt. Und so war der oberste Ingenieur der Toyota Motor Company, Taiichi Ohno, in der Nachkriegszeit auch gleich damit konfrontiert, „Produktivität um jeden Preis“ in den damaligen Fabriken zu verankern: „Ich erinnere mich noch, wie überrascht ich war zu erfahren, dass neun Japaner erforderlich waren, um die Arbeit eines Amerikaners durchzuführen. . . Es würde bedeuten, dass eine Arbeit, die jetzt von 100 Arbeitern verrichtet würde, dann von zehn Arbeitern getan werden müsste. . .

¹⁹⁵ Zit. nach Ohno (1993, S. 29).

¹⁹⁶ Vgl. Womack et al. (1997, S. 65).

Nähmen wir die Autoindustrie, eine der fortschrittlichsten Branchen Amerikas, zum Vergleich, würde sich das Verhältnis (noch) erheblich verschieben“¹⁹⁷.

Unter den Voraussetzungen der japanischen Nachkriegszeit entwickelte Taiichi Ohno, Projektingenieur bei Toyota ein Produktionsmodell, das durch die Vermeidung von Ressourcenverschwendung eine kontinuierliche Kostensenkung zum Ziel hatte.

Verschwendung entsteht, wenn wir versuchen, das gleiche Produkt in großen Stückzahlen herzustellen. Am Ende steigen nämlich die Kosten. Es ist tatsächlich viel wirtschaftlicher, von einem Artikel nur einen auf einmal herzustellen. Die erste Methode ist das Ford-Produktionssystem, die letztere das Toyota-Produktionssystem. (Ohno (1993, S. 20))

Auch im Toyota Produktionssystem werden die Konzepte der Massenproduktion angewendet. Diese werden aber dahingehend angepasst, dass das Prinzip der Fließfertigung mit dem Just-in-time-Prinzip zur Reduzierung der Zwischenpuffer in der Produktion verbunden wird. Der Produktenstellungsprozess ist dadurch noch immer durch einen hohen Grad an Arbeitsteilung gekennzeichnet. Einheitliche Prozessstandards dienen als verbindliche Vorgaben zur Sicherstellung einer hohen Qualität.

„Das Toyota-Produktionssystem entstand aus einer Notwendigkeit heraus. Bestimmte Restriktionen im Markt verlangten die Fertigung kleiner Stückzahlen vieler Modelle bei niedriger Nachfrage – ein Schicksal, dem die japanische Autoindustrie in der Nachkriegszeit oft ausgeliefert war. Diese Restriktionen dienten als Prüfstein dafür, ob sich die japanischen Autohersteller behaupten und im Wettbewerb mit dem Massenproduktions- und -absatzsystem einer Industrie überleben konnten, die bereits in Europa und den USA etabliert war“¹⁹⁸.

Auf dem Automobilmarkt hatten sich zum Ende des 20. Jahrhunderts die japanischen Automobilhersteller zu einer wichtigen Konkurrenz gegenüber amerikanischen und europäischen Herstellern entwickelt. Hinsichtlich Kosten und Qualität übernahmen japanische Hersteller die Führung gegenüber amerikanischen und europäischen Automobilproduzenten¹⁹⁹.

Dies belegen auch beispielhaft folgende Unternehmenskennzahlen aus dem Jahr 1991 (s. Tab. 2.22).

Spätestens seit Veröffentlichung der MIT-Studie „The machine that changed the world“ im Jahre 1990²⁰⁰ sind die „Geheimnisse“ des japanischen Produktivitätsvorsprungs zu einem der wichtigsten Themen westeuropäischer Unternehmen geworden: „Einfach, aber

¹⁹⁷ Vgl. Ohno (1993, S. 29 f).

¹⁹⁸ Vgl. Ohno (1993, S. 19).

¹⁹⁹ Vgl. Vahrenkamp (2008, S. 25).

²⁰⁰ Vgl. Womack et al. (1991/1997)

Tab. 2.22 Vergleich der Unternehmenskennzahlen von Toyota und Volkswagen. (Ohno (1993, S. 7 f))

Kennzahlen 1991	Toyota	VW
Anzahl Beschäftigte	70.000	260.000
Produktionsvolumen Autos	4,5 Mio.	3,5 Mio.
Jahresumsatz	78 Mrd. \$	76 Mrd. \$
Reingewinn	3 Mrd. \$	1 Mrd. \$

überzeugend . . . Dort, wo wir im Westen sofort nach einem großen technischen Wunder suchen, wie der Computerintegrierten Fertigung (CIM), Robotern oder hochkomplizierten Fertigungsverfahren, schaffen die Japaner einfach die Verschwendung ab²⁰¹.

Eine Verbesserung der Produktivität ist nur möglich durch die ständige „Beseitigung von Verschwendung“. Die Erfolge dieser Philosophie zeigen sich im Vergleich der Unternehmenskennzahlen japanischer, US-amerikanischer und europäischer Montagewerke von Großserienherstellern aus dem Jahr 1989, als die europäischen und amerikanischen Unternehmen erst anfangen, die japanischen Konzepte in ihren Produktionshallen umzusetzen (s. Tab. 2.23).

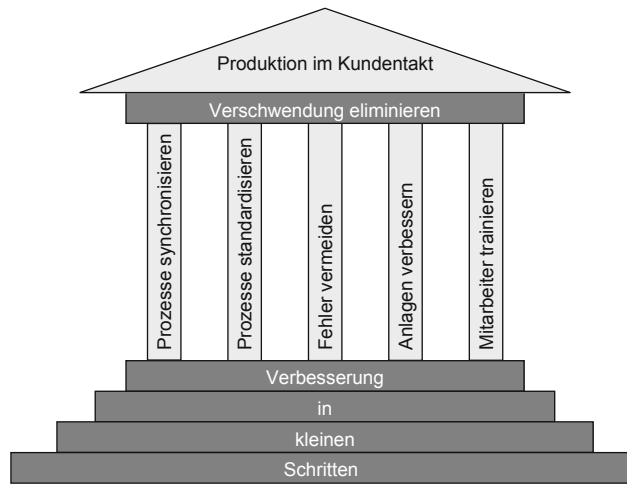
Abbildung 2.71 zeigt die Elemente des Toyota-Produktionssystems. Das übergeordnete Ziel ist die Produktion im Kundentakt. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle Formen der Verschwendung beseitigt werden (Strategie des Toyota-Produktionssystems). Diese Strategie wird durch folgende Methoden umgesetzt („Säulen des Toyota-Produktionssystems“):

Tab. 2.23 Vergleich der der Unternehmenskennzahlen japanischer, US-amerikanischer und europäischer Montagewerke von Großserienherstellern 1989. (Womack et al. (1997, S. 117))

Kennzahlen	Japan	USA	Europa
Produktivität (Std./Auto)	16,8	25,1	36,2
Qualität (Montagefehler/100 Autos)	60	82,3	97
Fläche (qm/Auto/Jahr)	0,5	0,7	0,7
Größe des Reparaturbereichs			
(% der Montagefläche)	4,1	12,9	14,4
Lagerbestand (Tage für 8 ausgewählte Teile)	0,2	2,9	2
% der Arbeitskräfte in Teams	69,3	17,3	0,6
Job Rotation (0 = keine; 4 = häufig)	3	0,9	1,9
Vorschläge/Beschäftigte	61,6	0,4	0,4
Anzahl der Lohngruppen	11,9	67,1	14,8
Ausbildung neuer Produktionsarbeiter (Std.)	380,3	46,4	173,3
Abwesenheit (%)	5	11,7	12,1
Automation Schweißen (% der Arbeitsgänge)	86,2	76,2	76,6
Automation Lackieren (% der Arbeitsgänge)	54,6	33,6	38,2
Automation Montage (% der Arbeitsgänge)	1,7	1,2	3,1

²⁰¹ Vgl. Vorwort zu Ohno (1993, S. 16).

Abb. 2.71 Elemente des Toyota Produktionssystems. (In Anlehnung an Kanban Consult 2008: <http://www.kanbanconsult.de/strategie.htm> Kanban Consult GmbH – Karlsruhe)



- Synchronisierung der Prozesse
- Standardisierung der Prozesse
- Vermeidung von Fehlern
- Verbesserung der Produktionsanlagen
- Qualifizierung und Training der Mitarbeiter

Als Basis zur Anwendung der Methoden ist die kontinuierliche Weiterverbesserung der Prozesse (KVP).

Ziel des Toyota Produktionssystems: Produktion im Kundentakt Angesprochen auf das zentrale ökonomische Prinzip des Toyota-Produktionssystems, antwortete Taiichi Ohno: „Alles, was wir tun, ist, den Zeithorizont nicht aus den Augen zu verlieren. Von dem Augenblick an, in dem wir einen Kundenauftrag erhalten, bis zu dem Moment, in dem wir das Geld kassieren. Und wir verkürzen diesen Zeithorizont, indem wir alles Überflüssige beseitigen“.²⁰²

„Es gibt keine schrecklichere Verschwendung in Unternehmen als die der Überproduktion“.²⁰³ Damit die Beseitigung der Überproduktion die Kosten senkt, muss die Produktionsmenge mit der benötigten Stückzahl übereinstimmen. Fertigt die Endmontage des Lieferanten mehr Produkte, als der Kunde in der gleichen Zeit abnimmt, dann bauen sich beim Lieferanten Bestände an Fertigteilen auf. Produziert die Endmontage des

²⁰² Vgl. Ohno (1993, S. 15).

²⁰³ Vgl. Ohno (1993, S. 15).

Lieferanten weniger als der Kunde in der Periode verbraucht, so ist irgendwann sein Fertigteilelager leer und er ist nicht mehr lieferfähig. Nur wenn die Endmontage des Lieferanten im gleichen Takt produziert wie der Kunde die Produkte abnimmt, lässt sich ein Aufbau an Fertigteilbeständen, oder ein Lieferabriss vermeiden. Was für die Synchronisierung des Lieferanten mit dem externen Kunden gilt, gilt auch für die Synchronisierung von internen Kunden und internen Lieferanten. Wenn die Endmontage im gleichen Takt produziert wie der externe Kunde und, ausgehend von der Endmontage, alle vorgelagerten Bereiche nur das nachproduzieren, was gerade verbraucht wurde, spricht man von einem ziehenden System (engl. pull system), das synchron zum Kundentakt produziert, also Just-in-time (JIT) oder Just-in-sequence (JIS).

Just-in-time heißt: produktionssynchrone Beschaffung. Dies bedeutet, dass die Produktion direkt mit den jeweils nötigen Anlieferungen versorgt wird. Im Lager werden nur kleine Sicherheitspuffer gehalten. Mit Just-In-Sequence wird die sequenzgenaue Anlieferung der für die Fertigung einer Produktvariante benötigten Teile an das Montageband bezeichnet, d. h. die Teile werden exakt zu dem Zeitpunkt und in der Reihenfolge angeliefert, in der sie benötigt werden.

Strategie im Toyota Produktionssystem: Vermeiden der Verschwendung Ohno definierte die „Sieben Arten der Verschwendung“ folgendermaßen²⁰⁴:

1. **Überproduktion:** Wenn mehr produziert wird als geplant ist, spricht man von Überproduktion. Gründe dafür können sein: zu viele Mitarbeiter in einer Schicht wegen schlechter Freischichtplanung, Aufbau von Lagerbeständen als Sicherheit gegen Maschinenstörungen bzw. gegen schlechte Produktionsqualität.
2. **Überflüssige Bewegungen** (des Bedieners und/oder der Maschine): Ungünstige nicht ergonomische Anordnung von Werkzeugen oder Werkstücken führen zu unnötigen Bewegungen des Werkers. Lange Anfahrwege von Werkzeugen bei kleinen Werkstücken, die auf zu großen Maschinen bearbeitet werden führen zu unnötigen Bewegungen der Maschinen und damit unter Umständen zu Wartezeiten des Bedieners.
3. **Wartezeiten** (des Bedieners und/oder der Maschine): Wartezeiten des Bedieners bzw. der Maschine entstehen durch fehlendes Material, durch Stillstandszeiten von Maschinen infolge von Störungen, durch ungünstige Prozesszeiten: Maschine arbeitet – Werker wartet bis er das nächste Werkstück einlegen kann.
4. **Transporte:** Transporte jeder Art, ob mit Stapler, Fahrrad, Handhubwagen usw. sind Verschwendung, da sie das Werkstück durch diese Aktionen nicht dem Endzustand näher bringen, sondern nur seine Position in der Fabrik verändern.

²⁰⁴ Vgl. Ohno (1993, S. 46).

5. **Überbearbeitung** (zu aufwendige und/oder überflüssige Arbeitsgänge): Ist eine Bohrung tiefer als notwendig, hat man das Bauteil überbearbeitet. Vor allem beim Thema Prüfen kann oftmals optimiert werden. Sehr häufig werden Bauteile einfach „überprüft“. Die Schwierigkeit besteht darin, herauszufinden, dass man wirklich überbearbeitet!
6. **Hohe Materialbestände** (in der Produktion und/oder in den Rohstoff- bzw. Fertigteil-lagern): Lagerbestand verursacht Kapitalkosten. Dieser Lagerbestand folgt unmittelbar aus Überproduktion und einer „Nicht-In-Takt-Produktion“.
7. **Nacharbeit und Ausschuss**: Teile, die nicht in Ordnung sind, können im nachfolgenden Prozess nicht weiterbearbeitet bzw. an den Kunden ausgeliefert werden. Sie müssen nachgearbeitet werden, was zu höheren Herstellkosten führt.

Methoden im Toyota Produktionssystem

Synchronisierung der Prozesse Im herkömmlichen Produktionssystem ermittelt ein zentrales PPS-System auf der Basis von Rüstzeiten optimale Losgrößen für unabhängig voneinander agierende Fertigungsbereiche, die nach dem Werkstattprinzip organisiert sind. Dabei schiebt jeder Bereich seine Teile in einen Puffer für den nachfolgenden Prozess (Schiebendes System). Bei Bearbeitungszeiten von weniger als einer Stunde, liegt die Produktionsdurchlaufzeit oft bei mehreren Wochen.

Im Toyota-Produktionssystem wird nur das produziert, was gerade verbraucht wurde. Mit schnellen Werkzeugwechseln wird die Produktion kleiner Losgrößen wirtschaftlich. Die Durchlaufzeit (lead time) ist fast identisch mit der reinen Bearbeitungszeit (cycle time). Das Material ist permanent im Fluss. Die Durchlaufzeit reduziert sich gegenüber dem schiebenden System um über 90 %. Dies wird im Wesentlichen durch die Umstellung von der Losgrößenfertigung im Werkstattprinzip auf die Einzelstückfertigung im Fließprinzip (One-Piece-Flow) erreicht.

Die vom PPS-System ermittelte optimale Losgröße ist in erster Linie von der Rüstzeit abhängig. Dabei stellt sich die Frage, ob die ermittelte Losgröße tatsächlich optimal ist, wenn ein Wettbewerber die gleiche Anlage in einem Fünftel der Zeit umrüsten und eine um 80 % kleinere Losgröße wirtschaftlicher produzieren kann als sein Konkurrent. Die optimale Losgröße ist Eins. Um sie zu erreichen, benötigt man kein PPS-System, sondern eine Rüststrategie, die es ermöglicht, kleine Losgrößen wirtschaftlich zu fertigen. Ist es wirklich sinnvoll, Millionen in den Bau von Hochregallagern zu stecken, die wiederum laufende Kosten verursachen, statt mit einem Bruchteil dieser Summe die Mitarbeiter entsprechend zu qualifizieren und die Anlagen umrüstfreundlich zu modifizieren (Rüstzeitreduzierung). Die Methode hierfür wird SMED genannt. SMED steht für „Single Minute Exchange of Die“, also Werkzeugwechsel im Minutentakt.

Standardisierung der Prozesse In einer gut organisierten Fabrik ist eindeutig geregelt, welches Material in welcher Menge auf welcher Fläche steht und wie und womit an den verschiedenen Arbeitsplätzen gearbeitet wird. Diese Spielregeln sind dokumentiert und

nur ein Verbesserungsvorschlag führt zu einer Änderung der Spielregeln. Standards müssen für jeden sichtbar in der Fabrik visualisiert werden. Die Veröffentlichung von Standards ist aber nur dann sinnvoll, wenn man auf einen Blick erkennen kann, ob sie eingehalten werden. Sowohl die Mitarbeiter wie auch die verantwortlichen Führungskräfte müssen sofort erkennen können, ob der Prozessstandard eingehalten wird oder nicht. Hier verwendet Toyota das Prinzip der Visualisierung. Standardabweichungen müssen direkt ins Auge stechen. Beispielsweise werden Ablageplätze für Instandhaltungswerkzeug mit dessen Umriss gekennzeichnet. Liegt das Werkzeug nicht am Platz, ist aufgrund dessen Umriss sofort klar, welches Werkzeug hier liegen sollte.

Um die dauerhafte Einhaltung der Standards sicherzustellen, müssen diese in regelmäßigen Abständen überprüft (auditert) werden. An der Auditierung beteiligen sich die Führungskräfte aller Hierarchieebenen. Toyota baut auf Standards, welche aber ständig durch die Mitarbeiter verbessert werden müssen (kaizen).

Vermeidung von Fehlern Bei minimalen Materialbeständen im Prozess dürfen nur Gut-Teile an den nachgelagerten Bereich weitergegeben werden. Dies setzt voraus, dass die Produktqualität ständig, und nicht nur durch Stichproben überwacht wird. Dazu müssen alle Mitarbeiter von Produktion und Logistik entsprechend geschult und für diese Problematik sensibilisiert sein. Die Methode hierfür wird als Total-Quality-Management (TQM) bezeichnet.

Abbildung 2.72 zeigt die Entwicklungsstufen des Total Quality Managements.

Betrachtet man die begrifflichen Bestandteile von Total Quality Management, so steht das „Total“ (allumfassend, ganzheitlich) für die Einbeziehung aller Mitglieder des Unternehmens sowie der Kunden und Lieferanten in den Qualitätsverbesserungsprozess. Alle Beteiligten sollen partnerschaftlich Handeln. Das klassische Bereichs- und Abteilungsdenken wird durch ein übergreifendes Denken ersetzt. Im Vordergrund steht die Steigerung des Nutzens für alle Beteiligten. „Quality“ steht für die ganzheitliche Betrachtung der Qualität, die über die Produktqualität hinaus geht. Unterschieden wird in das kleine „q“ und das große „Q“. Die ursprüngliche Zielsetzung von Qualitätssicherungssystemen zielte auf die Produktqualität ab („q“). Das große „Q“ steht für allumfassende Qualität also Prozessqualität, Führungs- und Personalqualität, Qualität der Mitwelt- und Außenbeziehungen, um so die Produktqualität langfristig zu verbessern. „Management“ bedeutet die Verantwortung aller Führungskräfte zur Schaffung eines umfassenden Qualitätsmanagements. Dabei sind alle anstehenden Aufgaben unter Beachtung der Anforderungen an Zeit, Kosten und Funktionen im Sinne eines durchgehenden Qualitätsmanagement zu koordinieren.²⁰⁵

Total Quality Management stellt nicht nur einen umfassenden Denk- und Handlungsansatz dar, sondern ist gleichzeitig eine Unternehmensphilosophie, deren Führungskonzept

²⁰⁵ Vgl. Hahn und Laßmann (1999, S. 144).

			Total Quality Management
		Qualitätsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität wird unternehmensweit definiert u. überwacht • Einbeziehung aller Mitarbeiter • Kontinuierliche Verbesserung aller Prozesse • Kunden- und Prozessorientierung
		Qualitätssicherung	
Qualitätskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • In die Fertigung vorverlagerte Kontrolle • Einrichtung von Regelkreisen mit statistischen Methoden • Moderne Methoden des Projektmanagements 	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung von Qualitätsnormen • Verpflichtungen des Managements • Kontinuierliche Verbesserung überwiegend für die Fertigungsprozesse 	
<ul style="list-style-type: none"> • Qualität wird nachträglich kontrolliert (Endkontrolle) 			
bis 1960	1960 bis 1980	1980 bis 1990	1990 bis heute

Abb. 2.72 Die Entstehung des Total Quality Managements. (In Anlehnung an REFA Bundesverband e. V.)

auf das gesamte Unternehmen wirkt. Dabei steht die Schaffung eines Qualitätsbewusstseins und einer Qualitätssicherung im gesamten Unternehmen und seiner Lieferanten und Kunden im Mittelpunkt der Bemühungen. Um dies zu erreichen orientiert sich das Total Quality Management an folgenden Prinzipien:

- Qualität orientiert sich am Kunden,
- Qualität wird mit Mitarbeitern aller Bereiche und Ebenen erzielt,
- Qualität umfasst mehrere Dimensionen, die durch Kriterien operationalisiert werden müssen,
- Qualität ist kein Ziel, sondern ein Prozess, der nie zu Ende ist,
- Qualität bezieht sich nicht nur auf Produkte, sondern auch auf Dienstleistungen,
- Qualität setzt aktives Handeln voraus und muss erarbeitet werden.

Häufig spricht man von sogenannten Bausteinen, die zum Erfolg des Total Quality Managements im Unternehmen beitragen. Diese Bausteine sind in Abb. 2.73 dargestellt.

Der Mitarbeiter ist der wichtigste Erfolgsfaktor bei der Umsetzung der Total Quality Management-Philosophie im Unternehmen. Jeder Mitarbeiter kann Fehler machen, daher

Abb. 2.73 Bausteine des Total Quality Management. (In Anlehnung an IMQ Consulting 2010)



müssen Prozesse so entwickelt werden, dass die möglichen Fehler nahezu null sind oder zumindest so früh wie möglich gefunden und behoben werden können. Am Beispiel einer Werkstückprüfung wird deutlich, wie dieser Ansatz im Produktionsprozess umgesetzt werden kann. Je mehr Punkte ein Mitarbeiter prüfen muss, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass er einen Fehler übersieht. Deshalb muss die Zahl seiner Prüfpunkte auf ein Minimum reduziert werden. Automatisches Prüfen (im japanischen Jidoka genannt), d. h. die Selbstkontrolle der Maschine, wird erreicht durch einfache Sensoren oder Führungen, wobei die eingesetzten Hilfsmittel nicht zu einem zusätzlichen Prozessrisiko werden dürfen. Durch ein automatisches Prüfen wird die Maschine in die Lage versetzt, selbst zu erkennen, ob die Toleranzen eingehalten werden. Ist dies nicht der Fall, hält sie automatisch an. In Japan nennt man diese Methoden Poka Yoke, was soviel bedeutet, wie „Vermeidung unbeabsichtigter Fehler“. Erkennt ein Mitarbeiter einen Fehler, der nicht schnell behebbar ist, zieht er an einer speziellen Stopp-Leine (Andon-Leine) und kann die gesamte Produktionsstraße anhalten. Mit dieser Methode werden Fehler schnell erkannt und können behoben werden, bevor weitere Arbeitsschritte erfolgen.

Alle Aktivitäten müssen sich an den Wünschen der Kunden orientieren. Nur so werden Produkte hergestellt, die auch abgesetzt werden können. Die Wünsche des Kunden lassen sich nur durch eine ständige aber dabei effiziente Marktbeobachtung ermitteln. Die unternehmensweise Qualitätsstrategie muss in den Unternehmenszielen und –Visionen abgebildet werden, um ihre Durchsetzung sicherzustellen. Die Beteiligung der Mitarbeiter an dem ständigen Verbesserungsprozess ist zu organisieren, so sind zunächst alle Mitarbeiter bezüglich der neuen Methoden zu schulen. Darüber hinaus sind feste Zeiten während der Arbeitszeit einzuplanen (sinnvoll ist eine halbe bis eine Stunden pro Woche), zu denen sich die Mitarbeiter in überschaubaren Teams (am besten mit fünf bis sieben Teilnehmern) mit den Verbesserungsmaßnahmen beschäftigen. Die Erfolge zur Verbesserung der Qualität von Produkten, Prozessen und Führungsmaßnahmen sind nicht die Erfolge einzelner sondern des Teams. Sind diese Bausteine im Rahmen einer Total Quality Management-Einführung erfolgreich umgesetzt, hat sich auch ein neuer Qualitätsbegriff im Unternehmen etabliert.

Verbesserung der Produktionsanlagen Die Mitarbeiter der Produktion werden wartungstechnisch geschult und können Störungen bis zu einem gewissen Grad selbst beheben. Erst wenn ihnen die Reparatur innerhalb eines definierten Zeitraums nicht gelingt, tritt die zentrale Instandhaltungsgruppe in Aktion (autonome Instandhaltung). Ziel ist es, bei einer auftretenden Störung die tatsächliche Ursache hierfür zu finden und diese dann nachhaltig zu beseitigen.

Mit der Dezentralisierung der Instandhaltung werden die Werker in die Verantwortung für die Funktionsfähigkeit ihrer Maschinen eingebunden. Da sie bei Maschinenstörungen nicht automatisch Pause haben, ist ihre Motivation, solche Situationen zu vermeiden, sehr hoch. Konkret heißt dies, dass Prüfpunkte, die ohne Demontage von Maschinenteilen zugänglich sind und oft unregelmäßig oder gar nicht von der zentralen Wartung gecheckt wurden, nun täglich überprüft werden (vorbeugende Instandhaltung). Diese Methode wird auch als Total Productive Maintenance (TPM) bezeichnet.

Durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess sowie eine regelmäßige Wartung und Kontrolle bestimmter Vorgänge kann die Fehler- und Ausfallquote der Produktionsanlagen verringert werden. Durch die vorbeugende Kontrolle und Durchführung der Maßnahmen werden Probleme frühzeitig erkannt oder sogar vermieden. Durch die vorbeugende Instandhaltung kommt es fast nicht mehr zu ungeplanten Ausfällen von Produktionsanlagen. Wird bei einer Kontrolle festgestellt, dass ein Teil ausgetauscht werden muss, so können die erforderlichen Ersatzteile und Werkzeuge rechtzeitig beschafft werden. Durch die zeitlich und inhaltlich genau definierten Instandhaltungsmaßnahmen können die dadurch entstehenden Ausfallzeiten gut in die Planung integriert werden.²⁰⁶ Das Konzept der Total Productive Maintenance basiert auf mehreren Grundsätzen (Säulen). Dazu gehört die autonome Instandhaltung, d. h. der Anlagenbediener soll Inspektions-, Reinigungs- und Schmierarbeiten, sowie kleinere Wartungsarbeiten selbstständig durchführen. Die vorbeugende Instandhaltung sichert eine nahezu 100 %ige Verfügbarkeit der Produktionsanlagen. Training und Ausbildung dienen dazu, Mitarbeiter bedarfsgerecht hinsichtlich Verbesserung der Bedienung und Instandhaltung zu qualifizieren. Eine Anlaufüberwachung sorgt dafür, dass neue Maschinen schnellstmöglich die erforderlichen Durchsatzzahlen erreichen. Das Ziel des Qualitätsmanagements liegt darin, die Fehlerquote bei Produkten und Anlagen so gering wie möglich zu halten („Null-Qualitätsdefekte“-Ziel). Dies gilt auch für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz durch die Forderung nach „Null-Unfällen“ im Unternehmen. Total Productive Maintenance in administrativen Bereichen soll Verluste und Verschwendungen in nicht direkt produzierenden Abteilungen eliminieren.

Zur Messung der Erfolge der Total Productive Maintenance-Aktivitäten können folgende Kennzahlen herangezogen werden:

²⁰⁶ Vgl. May und Schimek (2009)

- OEE (Overall Equipment Effectiveness, Gesamtanlagen-Effektivität). Sie ist ein Maß für die Verluste, welche an einer Anlage entstehen.
- Produktivität, z. B. Arbeitsproduktivität, Wertschöpfung pro Person, Störungsreduzierung,
- Qualität, z. B. Anzahl Prozessfehler, Anzahl Defekte, Anzahl Kundenreklamationen,
- Kosten, z. B. Arbeitskräftereduzierung, Instandhaltungskosten, Energiekosten,
- Belieferung, z. B. Bestandsmenge, Lagerumschlag,
- Sicherheit, z. B. Anzahl der Unfälle, Krankheitsstand, Kennzahlen bzgl. Verschmutzung,
- Arbeitsmoral, z. B. Anzahl der Verbesserungsvorschläge, Anzahl Kleingruppentreffen für die Ausarbeitung von Verbesserungsvorschlägen.

Qualifizierung und Training der Mitarbeiter Wer eine Steigerung der Produktqualität fordert, muss zunächst für eine Verbesserung der Prozessqualität sorgen. Nur wenn Mitarbeiter feststellten, dass sich das Management für ihre täglichen Probleme im Prozess interessiert und sie bei der Lösung dieser Probleme aktiv unterstützt, realisieren sie, dass die kontinuierliche Prozessverbesserung tatsächlich gewollt ist.

Eine reine Ergebnisorientierung führt zur Demotivierung der Mitarbeiter.²⁰⁷ Prozessorientiertes Management ist unterstützendes Management.

In den Toyota-Fabriken sind die Werker der wichtigste Faktor im Prozess. Man hat verstanden, dass die Investition in die Qualifizierung der Mitarbeiter der entscheidende Wettbewerbsvorteil ist, im Bemühen um Qualität und Kosten. Kontinuierliche Prozessverbesserung heißt daher auch kontinuierliche Qualifizierung der Mitarbeiter.

Toyota schult z. B. Bandmitarbeiter in eigens dafür vorgesehenen Trainingszentren, bevor sie im Echtbetrieb eingesetzt werden. Beispielsweise werden Lackierer mit speziellen Wassertrainingsanlagen geschult. An diesen wird das Lackieren eines Autos eingeübt. Das verbrauchte Wasser wird aufgefangen und mit der Zielmenge verglichen. Darüber hinaus zertifiziert Toyota sogenannte Mastertrainer, die Toyotas Trainer ausbilden und beraten.

Basis des Toyota Produktionssystems: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)²⁰⁸ Kaizen ist eine Führungsphilosophie, die Mitarbeiter motiviert und in die Lage versetzt, ständig ihren Arbeitsprozess zu verbessern. Das japanische Wort Kaizen bedeutet wörtlich übersetzt „Veränderung bzw. Wandel zum Besseren“ und steht für eine geordnete und kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten.²⁰⁹ Die Botschaft von Kaizen lautet: Es darf kein Tag ohne eine Verbesserung im Unternehmen vergehen. Die dauernde Veränderung zum Besseren wird mit einer konkreten Zielrichtung sowie Transparenz und Flexibilität verfolgt, um auf die Änderungen der Umwelt zu reagieren.²¹⁰

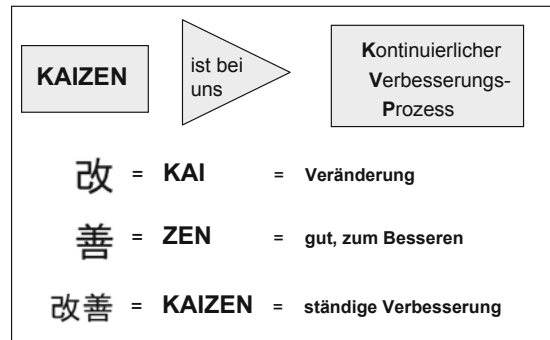
²⁰⁷ Wenn der Trainer dem Hochspringer die Latte permanent auf 2,30 m legt und ihm nicht verrät, wie er diese Höhe überwinden kann, verliert der Springer den Spaß an seinem Sport – er resigniert.

²⁰⁸ Vgl. z. B. Groth und Kammel (1994, S. 143).

²⁰⁹ Vgl. Schmelzer und Sesselmann (2008, S. 386).

²¹⁰ Vgl. Kostka und Kostka (2008, S. 12).

Abb. 2.74 Bedeutung des Begriffs KAIZEN in Japan und der deutschen Übertragung. (KAIZEN (nach KAIZEN-Institute of Europe))



Kaizen wird nicht nur im Bedarfsfall eingesetzt. Das Kernelement dieser prozessorientierten Denkart ist als Zielorientierung und grundlegende Verhaltensweise im Unternehmen zu verstehen. Im Unternehmensalltag bedeutet Kaizen, dass alle Mitarbeiter ständig einen Beitrag zur Verbesserung der Geschäftsabläufe leisten.²¹¹

Kaizen wird in der deutschen Übersetzung als Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) bezeichnet. KVP baut auf den Grundlagen von Kaizen auf (Abb. 2.74).

Vielfach ist es aber auch so, dass westliche Industrien den Kaizen-Ansatz übernommen und nach ihren Belangen weiterentwickelt haben.²¹² Die Werkzeuge, die im Rahmen von Kaizen zusammengestellt wurden, werden somit auch in westlichen Industrien angewandt. Entscheidend für den Erfolg des Verbesserungsansatzes ist die ganzheitliche Orientierung, die nicht nur einzelne Elemente (wie Methoden und Werkzeuge), sondern alle Elemente in einem Wirkungszusammenhang konsequent miteinander kombiniert.

Das Kaizen Prinzip besteht aus den Schritten

- GEMBA gehe vor Ort
- GEMBUTSU beobachte die realen Dinge
- MUDA suche Verluste und Verschwendung
- KAIZEN mache ständige Verbesserung

Gibt man einem (jedem) Mitarbeiter die Gelegenheit, die Bedingungen an seinem eigenen Arbeitsplatz zu verbessern, wird ein erhebliches Kreativpotential freigesetzt. An seinem Arbeitsplatz ist er der Experte – nicht der Ingenieur, der diesen Arbeitsplatz vor Monaten oder vor Jahren geplant hat. Die Mitarbeiter analysieren ihren Arbeitsbereich in KVP-Gruppen und erarbeiten konkrete Verbesserungsvorschläge. Hierzu dient zum Beispiel die 5 S-Methode (s. Abb. 2.75). Ziel ist es, über Einarbeitungsprogramme, Gruppengespräche und Kaizen-Workshops die Mitarbeiter dazu zu motivieren, Vorschläge zur Verbesserung ihrer Arbeitsplätze oder -abläufe zu machen.

²¹¹ Vgl. Brunner (2008, S. 11).

²¹² Vgl. Ebenda, S. 37

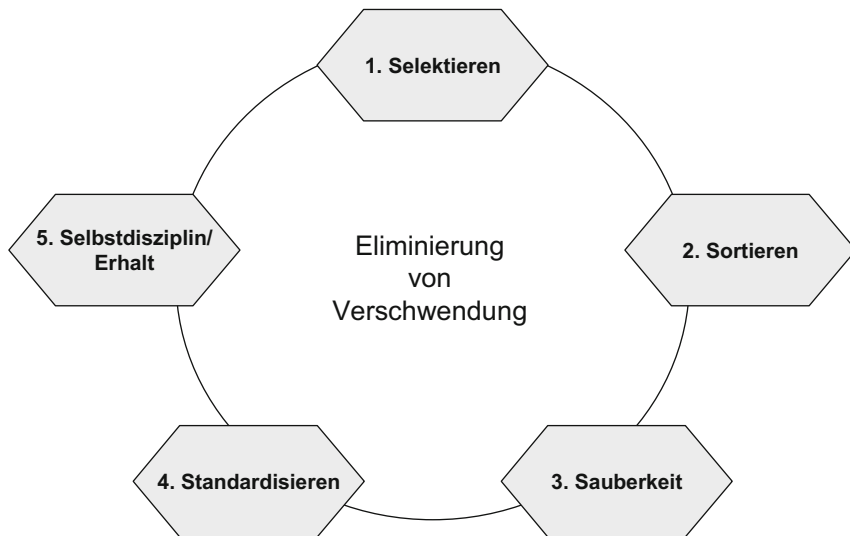


Abb. 2.75 Die 5-S-Methode zur Eliminierung von Verschwendungen. (Leischner (2007, S. 15))

Die „5 – S“ – Methode umfasst folgende Schritte:²¹³

1. Strukturieren/Selektieren/Aufräumen, Aussortieren
2. Systematisieren/Sortieren/Aussortieren/Ordnung schaffen
3. Sauberkeit/Arbeitsplatz sauber halten/Reinigung
4. Standardisierung/allgemeine Standards erarbeiten, Disziplin halten
5. Selbstdisziplin (halten)/Abmachungen einhalten

Werden diese fünf Schritte konsequent eingehalten tritt die Gewöhnung an die nun optimierten Abläufe und Prozesse ein. Darüber hinaus werden Selbstorganisation, Zusammenarbeit im Team und Kommunikation verbessert.

Abschlussbetrachtung Das Toyota-Produktionssystem setzt ein erhebliches Maß an Disziplin bei den Mitarbeitern und ein hohes Maß an Führungsqualität und Führungswillen bei den Vorgesetzten voraus. Im Unterschied zu den europäischen und amerikanischen Automobilherstellern in den 1980er und 1990er Jahren stellte Toyota den Mitarbeiter und nicht der Roboter in den Mittelpunkt. Die Fertigung muss effizient sein, aber die Werker, die die Produkte erzeugen, verdienen Respekt und haben ein Anrecht auf eine sinnvolle Aufgabe. Die Werker sind aufgefordert, alles zu beanstanden, was an ihrem Arbeitsablauf nicht optimal ist und Vorschläge zu machen, wie man die Abläufe verbessern kann.

Dies ist ein bedeutender Unterschied zu Henry Fords Produktionsphilosophie. Dort waren die Arbeitsumfänge so minimalisiert, dass der Werker nicht mehr denken musste.

²¹³ Vgl. Leischner (2007, S. 15).

Hier gab es nur eine Devise und die hieß „Bewegt das Blech!“ Toyota dagegen hat seinen Werkern die Möglichkeit gegeben, das Fließband anzuhalten, wenn es ein Problem gibt und das Problem an Ort und Stelle nachhaltig zu lösen. Somit wird dem Werker am Band ein erhebliches Maß an Verantwortung übertragen.

Durch das Prinzip der ständigen Verbesserung war Toyota weltweit zum Vorbild der Branche und als Benchmark²¹⁴ für hocheffiziente Produktion in den verschiedensten Industriezweigen geworden. „Toyota ist das Synonym für Konsequenz“, sagte Porsche Ex-Chef Dr. Wendelin Wiedeking. Die aktuelle Krise des Autobauers Anfang 2010, die durch mangelhafte Bremsen bei dem Hybridauto Prius ausgelöst wurde, hat das über Jahrzehnte aufgebaute Image schwer beschädigt. Toyota sei zu schnell gewachsen und die Qualität sei auf der Strecke geblieben, ist in internen Kreisen zu hören. Die ständig wachsende Zahl von Mitarbeitern ließ sich nicht so schnell in der Denkweise der kontinuierlichen Verbesserung schulen, wie dies wünschenswert und erforderlich gewesen wäre.²¹⁵

2.2.6 Distributionslogistik

2.2.6.1 Abgrenzung und Begriffsdefinition

Die Distributionslogistik verbindet die Produktionslogistik eines Unternehmens mit der Beschaffungslogistik der Kunden und umfasst somit alle Transport-, Lager- und Umschlagaktivitäten einschließlich der damit verbundenen Informations-, Steuerungs- und Kontrolltätigkeiten. Dies beinhaltet die art- und mengenmäßig, räumlich und zeitlich abgestimmte Bereitstellung der produzierten Güter derart, dass entweder bei Auftragsfertigung vorgegebene Lieferzusagen eingehalten oder erwartete Nachfrage bei der Produktion für den anonymen Markt möglichst erfolgswirksam befriedigt werden können.²¹⁶

Die Distributionslogistik kann damit nach Ehrmann definiert werden als „Planung und Durchführung von Maßnahmen zur optimalen Gestaltung des Leistungsprozesses der Übernahme der Produkte aus der Produktion und deren Weiterleitung und Übergabe an die Käufer.“²¹⁷

Eine Darstellung der Teilprozesse in der Distribution zeigt Abb. 2.76.

Als Distributionssystem im weiteren Sinn wird die Gesamtheit aller an der Distribution von Real- und Nominalgütern, sowie Informationsflüssen beteiligten Wirtschaftseinheiten bezeichnet (Abb. 2.77).

Das Distributionssystem besteht aus der akquisitorischen und der physischen Distribution. Die akquisitorische Distribution umfasst das Management der Nominalgüter und

²¹⁴ Unter Benchmarking versteht man „den kontinuierlichen Prozess Produkte“, Dienstleistungen und Praktiken [...] gegen den stärksten Mitbewerber oder die Firmen [zu messen], die als Industrieführer anzusehen sind. Vgl. Camp (1994, S. 13).

²¹⁵ Vgl. Fritz (2010, S. 14).

²¹⁶ Vgl. Domschke und Schildt (1994, S. 181).

²¹⁷ Vgl. Ehrmann (1995, S. 28).

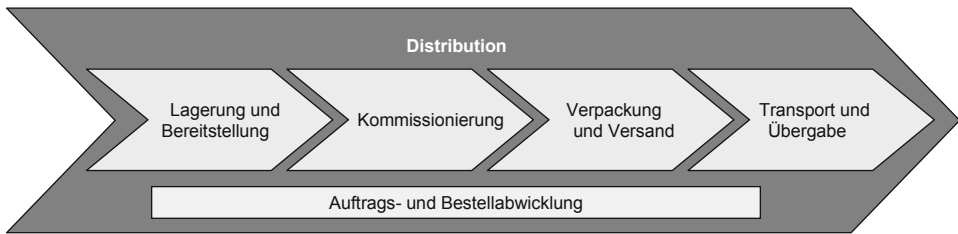


Abb. 2.76 Distributionsprozesse. (Schindler (2008))

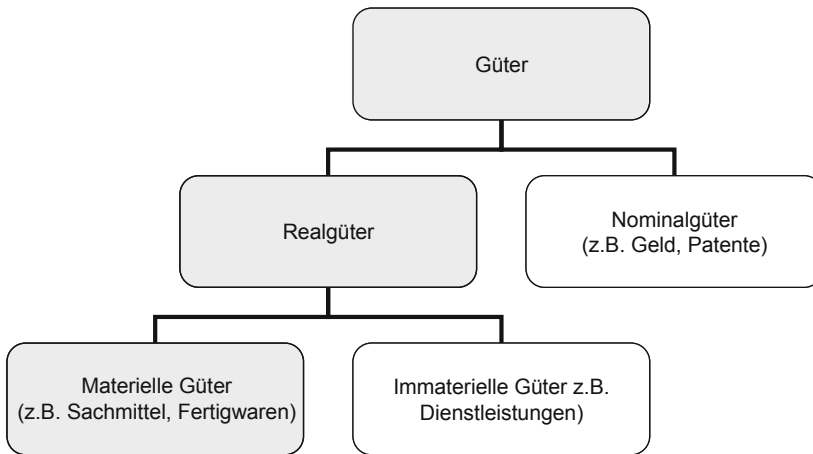


Abb. 2.77 Herleitung der Objekte der Distributionslogistik

Informationsströme, also die Gestaltung der rechtlichen, ökonomischen, informatischen und sozialen Beziehungen aller an der Distribution beteiligten Unternehmen. Dieser Bereich der Distribution wird hier nicht weiter betrachtet. Gegenstand der folgenden Ausführungen ist die physische Distribution, d. h. die Gestaltung der Warenströme. Dazu gehören alle betrieblichen Aktivitäten, die der Überbrückung der räumlichen, mengenmäßigen und zeitlichen Differenzen in Angebot und Nachfrage bezüglich der produzierten Produkte von ihrer Fertigstellung am Ende des Produktionsprozesses zu den Endkunden dienen. Ihr Tätigkeitsbereich erstreckt sich auf die Standortwahl der Distributionslager, die Lagerhaltung, die Auftragsabwicklung, die Kommissionierung und die Verpackung sowie den Warenausgang, die Ladungssicherheit und den Transport.

Das Ziel der Distributionslogistik besteht in der Lieferung der richtigen Waren zum richtigen Zeitpunkt, an den richtigen Ort, mit der richtigen Qualität bei optimalem Verhältnis zwischen Lieferservice und anfallenden Kosten.²¹⁸

Zunehmend setzen Unternehmen die Warenverteilung als Teil des absatzpolitischen Instrumentariums (Marketing-Mix) ein, um sich von ihren Wettbewerbern durch einen

²¹⁸ Vgl. Schulte (2009, S. 455) und s. auch Kap. 1.

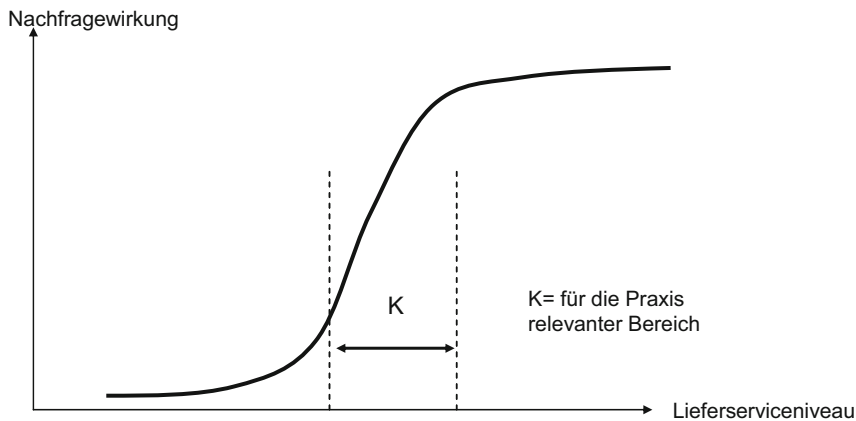


Abb. 2.78 Nachfragereaktionen bei Lieferserviceveränderungen (Vgl. Ihde (1991, S. 229))

verbesserten Lieferservice zu differenzieren. Eine Abweichung des Lieferservice von marktüblichen Standards nach unten oder oben hat zunächst starke, dann zunehmend schwache Nachfrageeffekte. Dieser Zusammenhang ist in Abb. 2.78 dargestellt.²¹⁹

Unter dem Marketing-Mix (4 P's) versteht man die von einem Unternehmen in einer bestimmten Zeitperiode eingesetzte Kombination seiner absatzpolitischen Instrumente:

- **Product (Produktpolitik):** Die angebotenen Produkte eines Unternehmens stehen im Mittelpunkt der Unternehmensaktivitäten und bilden die Basis des unternehmerischen Erfolgs. Die Produktpolitik umfasst alle Entscheidungen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit den Eigenschaften des Produktes stehen. Hierzu zählen die Sortimentsplanung (breites Sortiment mit einer Vielzahl unterschiedlicher Artikel oder schmales Sortiment mit wenigen unterschiedlichen Artikeln) und die Qualität, sowie die Produktgestaltung, die Verpackung und produktbegleitende Dienstleistungen, z. B. Finanzierung des Produktes oder Instandhaltung.
- **Price (Preis- und Kontrahierungspolitik):** Die Preispolitik ist ein Teil der Kontrahierungspolitik eines Unternehmens. Darunter fallen alle vertraglichen Konditionen (Bedingungen), die in Zusammenhang mit einem Angebot stehen, z. B. Gewährung von Rabatten, Boni, Kredite sowie Lieferungs- und Zahlungsbedingungen. Die Preispolitik umfasst alle Entscheidungen, die Einfluss auf die Preishöhe sowie die Art und Weise der Preisfestlegung und -durchsetzung haben.
- **Promotion (Kommunikationspolitik):** Unter der Kommunikationspolitik versteht man alle Maßnahmen zur einheitlichen Gestaltung aller das Produkt betreffenden Informationen. Die wesentlichen Instrumente der Kommunikationspolitik sind Werbung,

²¹⁹ Vgl. Ihde (1991, S. 228).

Verkaufsförderung, persönlicher Verkauf, „Sponsoring“, Messen, Veranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit (einschließlich der Corporate Identity).

- **Place (Distributionspolitik):** Unter der Distributionspolitik werden alle Entscheidungen des Unternehmens im Zusammenhang mit der Bereitstellung der Produkte vom Hersteller bis zum Endverbraucher zusammengefasst. Dazu gehört die Festlegung der Vertriebswege, Vertriebsstufen und Vertriebskanäle, sowie Anzahl der unterschiedlichen Lagerstufen und deren Standort einschließlich der Auswahl der geeigneten Transportprozesse. Die verschiedenen Möglichkeiten der Distribution schließen sich nicht gegenseitig aus. Meist bieten Unternehmen mehrere Möglichkeiten und deren Kombinationen an.

Diese vier Marketing-Instrumente beeinflussen sich gegenseitig und haben Auswirkungen auf die Gestaltung der Distribution.

Die Distributionslogistik ist vom Absatz- oder Vertriebsbereich eines Unternehmens abzugrenzen. Während die Aufgabe des Vertriebs in der Erschließung, Pflege und Entwicklung von Kundenkapazitäten besteht, nutzt die Distributionslogistik die vorhandenen Kundenkapazitäten und erzeugt die notwendigen Güterflüsse, um die vom Kunden gewünschten Güter bereitzustellen.

2.2.6.2 Gestaltung des Distributionssystems

Unter einem Distributionssystem oder -netz versteht man die räumliche Struktur, die der physischen Distribution zugrunde liegt. Dazu gehört die geographische Anordnung der Fertigungsstätten und ggf. der Zulieferbetriebe, die Standorte der Zentral- und Regionallager, eine bestehende geographische Verteilung der Nachfrager sowie eine diese verbindende Verkehrsinfrastruktur (s. Abb. 2.79).

Zu den distributionsrelevanten Produkteigenschaften gehören physikalische Eigenschaften – wie Gewicht, Größe, Volumen – und Handhabungseigenschaften – wie Form, Empfindlichkeit, Verpackung und Kompatibilität. Weiter beeinflusst die Verderblichkeit der Waren das Distributionssystem. Darüber hinaus sind Häufigkeit der Marktentnahme und übliche Marktentnahmemenge zu berücksichtigen.

Bei der Gestaltung und Steuerung der physischen Distribution sind eine Reihe interdependenter Teilprobleme zu lösen, z. B. geographischer Standort, Anzahl der benötigten Lagerstufen und jeweilige Kapazität der Lager, die sich u. a. in der zeitlichen Reichweite und dem erforderlichen Investitionsvolumen unterscheiden.

Die Gestaltung des Distributionsnetzes stellt eine strategische Entscheidung dar, in der langfristig die Rahmenbedingungen für die Aktivitäten innerhalb der Distribution geschaffen werden. Die Wahl des Standortes erfolgt nach unterschiedlichen Kriterien²²⁰, z. B.

²²⁰ Vgl. Wannenwetsch (2009, S. 380).

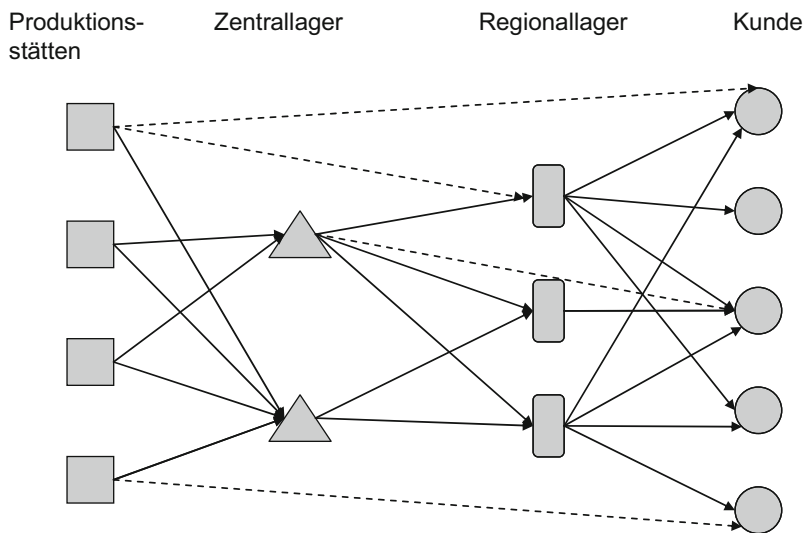


Abb. 2.79 Netzwerkdarstellung der Struktur des Distributionssystems. (Vgl. Domschke und Schildt (1994, S. 181))

- Räumliche Nähe zu (potenziellen) Kunden
- Geschäftsklima
- Gesamtkosten des Standortes (Grundstückkosten, Kosten für die infrastrukturelle Anbindung etc.)
- Verfügbare Infrastruktur
- Angebot und Qualität von Arbeitskräften
- Zugang zu Lieferanten
- Standorte weiterer Produktionsanlagen
- Freihandelszonen
- Politische Risiken
- Staatliche Barrieren
- Umweltrichtlinien
- Interessen von Kreis/Gemeinde

Darüber hinaus spielen die Kundenanforderungen eine wichtige Rolle bei der Wahl des Lagerstandorts:

- Forderung nach termin- und tageszeitgenauer Lieferung in einem vorgegebenen Zeitfenster
- Forderung nach sofortiger Lieferung innerhalb 24 Stunden nach Bestellung
- Kurzfristige Befriedigung von Bedarfsspitzen
- Senkung der Bestände beim Abnehmer

- Forderung nach Komplettlieferungen, d. h. alle Artikel einer Bestellung werden in einer Sendung ausgeliefert.
- Anpassung an unterschiedliche Distributionskonzepte der Abnehmer
- Übernahme zusätzlicher Dienstleistungen (Konfektionierung, Preisauszeichnung, Etikettierung, Regalpflege, Rücknahme von Verpackungen)

2.2.6.3 Distributionsstruktur

Die Distributionsstruktur legt die Anzahl der unterschiedlichen Lagerstufen, die Zahl der Lager je Stufe und die räumliche Zuordnung zu den Absatzgebieten fest.²²¹

Dabei wird zwischen vertikaler und horizontaler Distributionsstruktur unterschieden.

Die vertikale Distributionsstruktur definiert, wie viele verschiedene Lagerstufen verfügbar sind. Die unterschiedlichen Stufen können bestehen aus:

- Werkslager: Diese stehen direkt bei den Produktionsstätten. Ein Werkslager dient nur der kurzfristigen Lagerung der fertig produzierten Ware. Deshalb wird es auch als Fertigwarenlager bezeichnet.
- Zentrallager: Diese enthalten in der Regel die vollständige Sortimentsbreite. Seine Aufgabe ist es, die nachfolgenden Lagerstufen mit Ware zu versorgen und aufzufüllen.
- Regionallager: Diese enthalten meist nur einen Teil des Sortiments. Sie können je nach Region mit unterschiedlicher Ware bestückt sein. Seine Aufgabe ist es, die nachfolgenden Lagerstufen innerhalb einer Region zu entlasten. Die Umschlagshäufigkeit²²² ist in einem Regionallager größer als in einem Zentrallager.
- Auslieferungslager: Dies ist die letzte Lagerstufe. Auch hier befindet sich in erster Linie nur Ware, die in der Region am absatzstärksten ist.

Die Entscheidungen in der vertikalen Distributionsstruktur sind davon abhängig, welche Anforderungen der Kunde an das Unternehmen stellt und welche Kosten sich durch die jeweilige Stufe ergeben. Zu den Kostenaspekten gehören Anzahl und Größe der Lager einschließlich der vorzuhaltenden Lagerbestände, die erforderlichen Umschlagkosten, die Kosten für Transporte zwischen Lagern und die Auslieferungskosten zu den Endkunden.

Die Einrichtung einer Stufe ist immer dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn die dabei zusätzlich entstehenden Lager-, Umschlags- und Handlingkosten durch Einsparungen bei den Transportkosten (z. B. durch Bündelungen) überkompensiert werden.

Große Bedeutung hat die Frage nach dem räumlichen Zentralisierungsgrad der Lagerbestände. Sind die Transportwege zu den potentiellen Kunden zu weit, so dass eine zeitgerechte Lieferung nicht sichergestellt werden kann, müssen zusätzliche Lager in Kundennähe eingerichtet werden. Oft ist das Versorgungsgebiet für ein Zentrallager durch die Forderung

²²¹ Vgl. Martin (2008, S. 6 ff).

²²² Die Umschlagshäufigkeit ist eine Logistikkennzahl für Materialbewertung im Lager und berechnet sich aus dem Lagerabsatz eines Jahres in Stück dividiert durch den Durchschnittsbestand eines Jahres.

Tab. 2.24 Zentrale versus dezentrale Lagerung. (Schulte (2009, S. 463))

	Zentralisierung	Dezentralisierung
Sortiment	Breit	Schmal
Lieferzeitanforderungen	Gering	Hoch
Produktwert	Hoch	Niedrig
Anzahl der Produktionsstätten	Eine	Mehrere
Kundenstruktur	Wenige Großkunden	Viele kleine räumlich stark verteilte Kunden
Spezifische Lageranforderungen (z. B. Kühlung)	Ja	Nein
Zu berücksichtigende nationale Eigenheiten	Wenige	Viele

begrenzt, dass alle darin enthaltenen Bedarfspunkte vom Lager aus in 24 Stunden mit einem LKW erreichbar sein müssen.

Bei der vertikalen Lagerstruktur sind die Vorteile einer Zentralisierung gegenüber den Vorteilen einer dezentralen Lagerhaltung im Einzelfall abzuwägen. Die Vorteile der Zentralisierung ergeben sich durch die Volumenvorteile, d. h. es besteht ein geringerer Grundstücksbedarf. Da weniger Standorte bestehen, sind die Gebäudekosten geringer. Die Lagereinrichtungen (z. B. Hochregale) und Transportmittel, sowie das Personal können besser ausgelastet und damit effizienter eingesetzt werden. Bei einer Zentralisation der Lagerbestände ist der Ausgleich von Nachfrageschwankungen möglich. Die Zentralisierungsstrategie kommt mit geringeren Sicherheitsbeständen aus und damit sinkenden Kapitalkosten. Nachteile entstehen durch die längeren Transportwege vom Zentrallager zu den Bedarfsträgern, der Schwierigkeit, Transporte zu konsolidieren und dem hohen Risiko bei Ausfall des Lagers.

Bei einer dezentralen Lagerhaltung fallen für die Belieferung des Endkunden nur kurze Lieferwege und damit kurze Lieferzeiten an.

Tabelle 2.24 gibt eine Tendenz dafür, in welchen Märkten und für welche Sortimente eher eine zentrale und für welche Sortimente eher eine dezentrale Lagerung sinnvoll ist.

Man unterscheidet bei der vertikalen Struktur einstufige (direkte) Distributionssysteme bei denen die Belieferung des Kunden ab Werkslager oder Zentrallager erfolgt von mehrstufigen (indirekten) Distributionssystemen mit einer oder mehreren Zwischenlagerstufen.

In Abb. 2.80 sind verschiedene vertikale Distributionssysteme dargestellt.

Für alle Lager muss der Umfang des zu bevorratenden Sortimentes festgelegt werden. Oft werden alle Teile eines Sortimentes nur in einem oder, bei weltweit tätigen Unternehmen, wenigen Zentrallagern bevorratet, während die Regionallager Teilmengen dieses

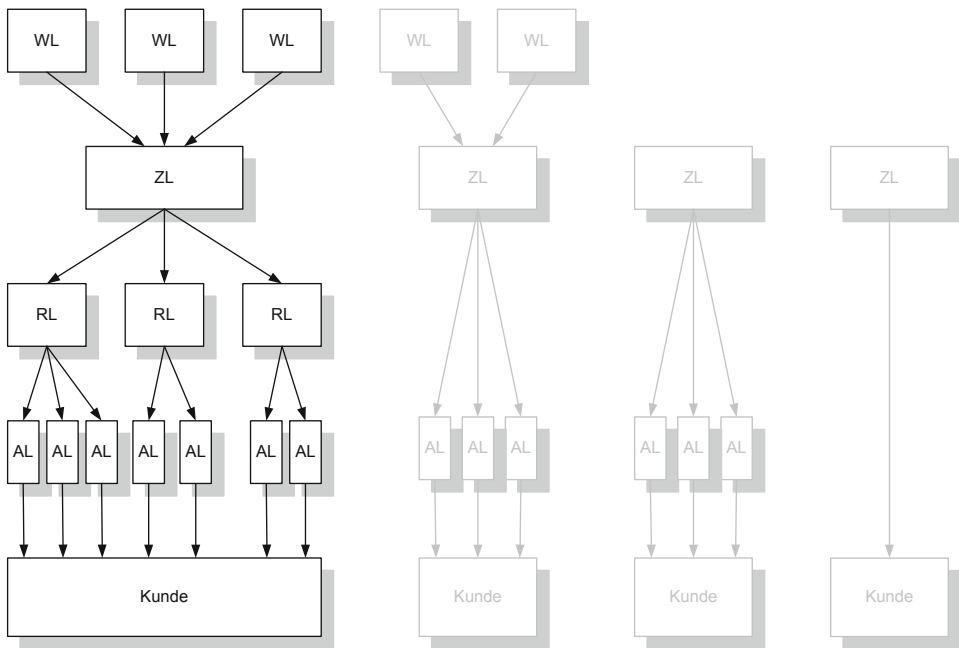


Abb. 2.80 Beispiele vertikaler Distributionssysteme. (Vgl. Schulte (2009, S. 460))

Sortimentes umfassen, z. B. nur Lagerung der A-Teile oder der in dem zu versorgenden Gebiet speziell benötigten Teile.

Die horizontale Distributionsstruktur legt die Anzahl der Lager pro Stufe und ihre unterschiedliche Standortbestimmung (Infrastruktur) fest.

Darüber hinaus erfolgt eine Zuordnung der Lager zu den Absatzgebieten. Diese Distributionsstruktur ist abhängig von der Anzahl der Kunden und deren geographischer Verteilung, den jeweiligen Bestellmengen und der erforderlichen Anlieferfrequenz. Die Produktpalette und die Produktionsstandorte, die Lager- und Bestandskosten, sowie die Transportkosten zwischen Produktionsstätten und Lagern bzw. Endkunden machen eine kombinierte Standort- und Transportplanung erforderlich.²²³

2.2.6.4 Kostenstruktur der Distributionslogistik²²⁴

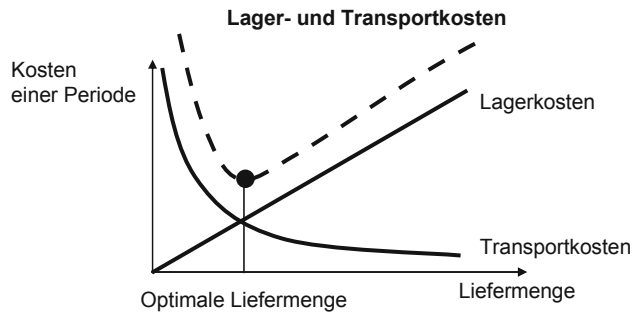
Die Kostenstruktur in der Distributionslogistik wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Dazu gehören:

Anzahl und Größe der Lager Die Transportkosten verlaufen meist entgegengesetzt zu den Lagerhaltungskosten, d. h. je mehr Auslieferungslager zur Versorgung der Kunden bereit stehen, umso geringer sind die Transportkosten. Allerdings steigen mit zunehmender Zahl der

²²³ Vgl. Wannenwetsch (2009, S. 380 ff).

²²⁴ Vgl. Pfohl (1994, S. 245 ff).

Abb. 2.81 Zusammenhang zwischen Transport- und Lagerkosten. (Vgl. Schulte (2009, S. 465))



Lager (und Lagerstufen) die Fixkosten für die Lagergebäude und die Kapitalbindungskosten für die Bestände.

Dieser Zusammenhang ist in Abb. 2.81 dargestellt:

Höhe der Bestände Die Bestands- und Lagerkosten steigen mit zunehmender Lageranzahl. Eine Bestandssenkung kann ggf. durch einen schnellen Transport ausgeglichen werden. Eine produktionssynchrone Anlieferung ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die eingesparten Lager- und Kapitalbindungskosten die zusätzlich anfallenden Transportkosten übersteigen.

Auslieferungskosten zum Kunden Die entstehenden Auslieferungskosten sind nicht nur abhängig von der Entfernung zum Kunden, sondern auch von deren Anzahl und geographischer Verteilung. Wenige Großkunden verursachen geringere Auslieferungskosten als viele Einzelkunden.

Transportkosten zwischen den Lagern Wie bereits erwähnt ist bei geringer Kundenzahl und großer Warenmenge je Kunde eine zentrale Lagerhaltung günstig. Sind dagegen viele Kunden mit einer nur geringen Menge zu beliefern, so ist eine dezentrale Lagerhaltung sinnvoll. Die Transporte zwischen den Lagerstandorten können zusammengefasst und damit kostengünstiger abgewickelt werden. Die Belieferung vieler kleiner Kunden aus einem Zentrallager kann aufgrund der geringeren Auslastung der Transportmittel zu einem Kostenanstieg führen.

2.2.6.5 Belieferungsstrategien

Die Vervielfachung der Güteraustauschprozesse als Ergebnis der zunehmend verteilten Produktionsstätten und globalen Kunden hat zu einem deutlichen Anstieg der Logistikkosten und insbesondere der Transportkosten in der Distribution geführt.²²⁵

Die unterschiedlichen Belieferungskonzepte dienen dazu, die Logistikkosten und damit die Transportkosten bei gleichzeitig hohem Lieferserviceniveau positiv zu beeinflussen.

²²⁵ Vgl. Ihde (1991, S. 106).

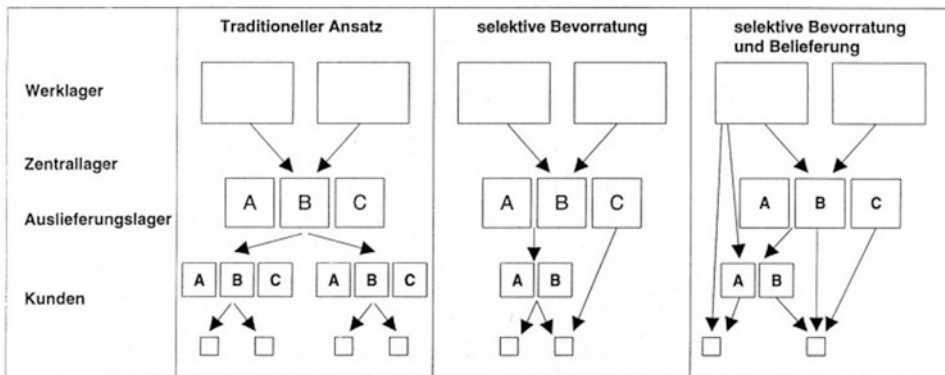


Abb. 2.82 Alternative Belieferungsstrategien. (Vgl. Ihde (1991, S. 244))

Bevor ein Unternehmen mögliche Belieferungsstrategien analysiert, ist zunächst die Frage zu klären, ob der Kunde eine Anlieferung der Waren wünscht oder ob die Waren abgeholt werden. Im ersten Fall spricht man von einer aktiven Distribution („Bringprinzip“), d. h. die Waren werden dem Kunden angeliefert. Die Serviceerwartung betrifft hier vornehmlich Lieferzeit und Liefertreue. Im zweiten Fall handelt es sich um eine passive Distribution („Holprinzip“). Hier holt der Kunde für eigene Rechnung und Gefahr die Waren am Übergabeort ab. Die Serviceerwartung des Kunden betrifft die Verfügbarkeit binnen marktgerechter Frist.

Die Belieferungsstrategie legt der Art und des Umfangs der Warenströme zwischen einzelnen Lagern sowie zwischen Lagern und Kunden fest. Dabei ist zwischen einheitlicher und selektiver Belieferung, direkter und indirekter Warenverteilung, sowie Routine- und Eilbelieferung zu unterscheiden.

Bei der selektiven Belieferung werden je nach

- der Größe des Kunden,
- der Entfernung des Kunden vom Produktionsstandort,
- der Lagerstruktur,
- der Dringlichkeit des Bedarfs,
- der durch den Markt tolerierten Lieferzeit,
- den Transportmengen zur Lagerbelieferung,
- der Umschlagshäufigkeit der Produkte,
- und dem Transportkostenniveau

bestimmte Produkte direkt und andere über Zwischenlager ausgeliefert. Bei der einheitlichen Belieferung werden alle Kunden entweder vom Zentrallager aus versorgt oder über Zwischenlager. Diese unterschiedlichen Belieferungsstrategien sind in Abb. 2.82 graphisch dargestellt.

Tab. 2.25 Einflussfaktoren auf die Leistungsfähigkeit des Distributionsnetzes. (Vgl. Koch (2004, S. 60))

Lagermanagement	Lagerorganisation	Lagerinfrastruktur	Verfügbarkeit, Lagerbestände
EDV	Lagerverwaltung	Lagereinrichtung	Sortiment
Software	Kommissionierung	Regalkörper	Bestandshöhe
Personalführung	Etikettieren	Internes Transportsystem	Aufteilung der Bestände auf verschiedene Lager
Schnittstellen	Verpackung	Kommissioniertechnik	
↓	↓	↓	↓
Versandfertige Aufträge pro Tag			

Werden die Kunden direkt aus dem Zentrallager beliefert, spricht man auch von einer „direkten Belieferung“, während bei der indirekten Belieferung Zwischenlager eingesetzt sind.

Bei der Belieferung eines Regionallagers aus dem Zentrallager ist zwischen Routinebelieferung und Eilbelieferung zu unterscheiden. Bei der Routinebelieferung (Lagerergänzungsaufträge) kann die Nachversorgung vom Regionallager im Rahmen der Bestandsdisposition veranlasst werden (= „pull-Prinzip“, da die Aktivität vom Regionallager ausgeht). Gibt es dagegen eine zentrale Bestandsverantwortung im Distributionsnetz, so werden vom Zentrallager Lagerergänzungsaufträge zusammengestellt (= „push-prinzip“, da hier die Teile vom Zentrallager in die Regionallager „geschoben“ werden). Bei der Eilbelieferung handelt es sich um eine Beschaffung im Bedarfsfall. Die Optimierungsaufgabe der Bestellentscheidung im Distributionssystem liegt in dem kostengünstigsten Verhältnis zwischen Lagerergänzungs- und Eilaufträgen, denn bei Eilaufträgen sind zwar die Transportkosten höher als bei Lagerergänzungsaufträgen, die Kapitalbindungskosten jedoch niedriger.

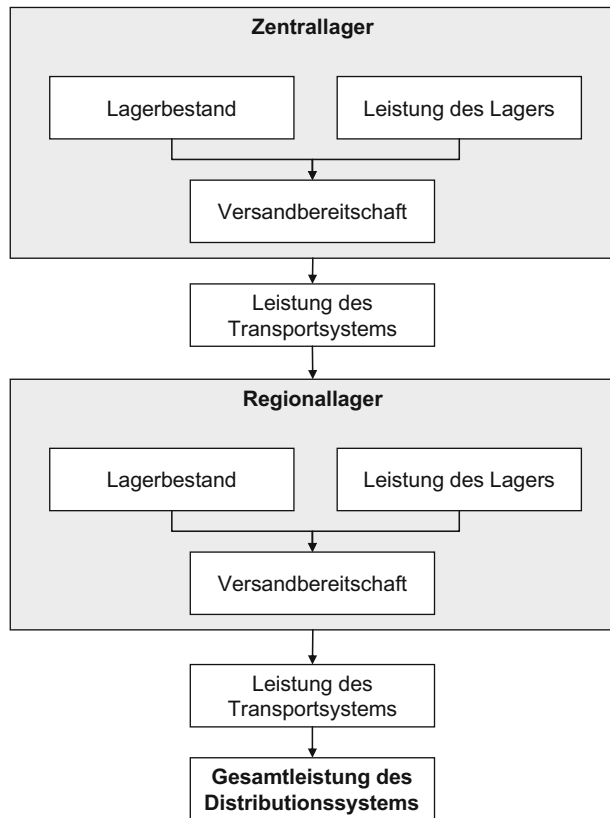
2.2.6.6 Leistungskontrolle in der Distributionslogistik

Im Rahmen der Leistungskontrolle erfolgt eine Beurteilung und effiziente Steuerung der Distribution durch spezifische Zielgrößen. Diese Vorgaben sind abgeleitet aus der Unternehmenspolitik und dem Serviceniveau anderer Hersteller. Eine zentrale Größe zur Messung der Leistungsfähigkeit des Distributionsnetzes ist der Lieferbereitschaftsgrad, der sich aus der Verfügbarkeit der Produkte in den einzelnen Lagern und dem sie verbindenden Transportsystem zusammensetzt. Für den Kunden ist entscheidend, ob er das bestellte Teil tatsächlich erhält, daher müssen bei der Leistungsmessung des Distributionssystems alle Teilaspekte des Lieferbereitschaftsgrades berücksichtigt werden (s. Tab. 2.25).

Zur Ermittlung der gesamten Verfügbarkeit im Distributionsnetz müssen neben den in Tab. 2.25 aufgeführten Einflussfaktoren auch die Leistungen des Transportsystems berücksichtigt werden.

Die Verfügbarkeit der Produkte am Bedarfsort setzt sich aus der Verfügbarkeit jeder einzelnen Stufe des Lager- und Transportsystems zusammen (s. Abb. 2.83).

Abb. 2.83 Zweistufiges Logistiksystem. (Vgl. Koch (2004, S. 61))



Die Leistungsfähigkeit des Transportsystems gibt an, wie groß die Wahrscheinlichkeit dafür ist, dass eine zugesagte Transportzeit auch eingehalten wird.

Dem Lieferanten stehen damit Kennzahlen zur Verfügung mit denen er die Leistungsfähigkeit der Distributionslogistik messen und steuern kann. Die Messung der auf einen bestimmten Kunden bezogenen Leistungsfähigkeit ist dann besonders wichtig, wenn dieser Kunde einen hohen Erlösbeitrag liefert (A-Kunden) und damit vom Lieferanten ein großes Interesse an dessen Zufriedenheit und einer längerfristigen Bindung besteht.

2.2.6.7 Eigenerstellung und Fremdvergabe der Distributionslogistik²²⁶

Die physische Distribution kann entweder direkt durch die eigene Absatzorganisation oder indirekt über Absatzmittler erfolgen. Für ein ökonomisches Distributionssystem ist allein der Umstand entscheidend, dass der Kunde die Qualität der Bereitstellung dem anbietenden

²²⁶ Vgl. Koch (2004, S. 63 f.).

den Unternehmen zuordnen kann.²²⁷ Damit ist es unerheblich, in wessen Eigentum die Distributionskapazitäten sind, so dass hier verschiedene Alternativen zur Verfügung stehen.

Das Verhältnis zwischen Eigenerstellung und Fremdvergabe der Distributionsleistungen ist durch einen umfassenden Kosten- und Leistungsvergleich zu bestimmen, in den neben Qualitätsaspekten auch finanzwirtschaftliche und steuerliche Kriterien einfließen.

Aufgrund des ständigen Wandels der betroffenen Märkte sind insbesondere bei langfristigen Entscheidungen, Risikoabwägungen und Flexibilitätsaspekte zu berücksichtigen.²²⁸ So wird prognostiziert, dass sich durch weiter zunehmende Globalisierung und Liberalisierung der Wettbewerbsbedingungen die Verkehrsmärkte verändern werden. Bei jeder Entscheidung für oder gegen die Fremdvergabe (make-or-buy-Entscheidung) sind eine Vielzahl von Einflüssen zu beachten, die häufig nicht oder nur sehr schwer zu quantifizieren sind. Dazu gehören z. B. Verfügbarkeit, Flexibilität und Werbewirkung des Transportpotenzials und deren terminliche Zuverlässigkeit.²²⁹

Bei der Eigenerstellung der Distributionsleistung entstehen durch die Vorhaltung der erforderlichen Kapazitäten (Fuhrpark, Lagerhäuser, Personal) hohe Fixkosten.

Bei der Fremdvergabe kann ein unabhängiger Dienstleister die Transport- und Lagermengen bündeln und damit mengenabhängige Kostendegressionseffekte realisieren.²³⁰ Logistikdienstleister verfügen über ein engmaschiges Netz an Umschlagstandorten und können so die vom Lieferanten beauftragten Lieferzeiten einhalten. Neben der Fremdvergabe der Transport- und Umschlagleistungen kann auch die gesamte Lagerabwicklung einschließlich der Kommissionier- und Verpackungsaufgaben fremdvergeben werden. Darüber hinaus können Dienstleister logistische Prozesse von der Versorgung des Kundennetzes ohne spezifische Beauftragung übernehmen bis hin zur logistischen Produktion, d. h. Übernahme der Sortimentspflege, Unterstützung der Produktpolitik aus Erkenntnissen von Benchmarks oder Entscheidung über Lieferanten.

Der Beginn für Maßnahmen zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen in vielen Bereichen eines Unternehmens sind oftmals Benchmark-Vergleiche. Nach Camp kann der Begriff Benchmarking definiert werden als „den kontinuierlichen Prozess Produkte, Dienstleistungen und Praktiken [...] gegen den stärksten Mitbewerber oder die Firmen [zu messen], die als Industrieführer anzusehen sind.“²³¹

Diese zunehmende Verbreitung der Fremdvergabe der Distribution ist unter anderem auf die in den letzten Jahren entwickelten leistungsstarken und dennoch anwendungsfreundlichen Hard- und Softwareprodukte zurückzuführen, die eine effiziente Möglichkeit

²²⁷ Somit kann sich ein Unternehmen durch Fremdvergabe von Distributionsleistungen seiner Verantwortung nicht entziehen. Vgl. Bretzke (1994, S. 321 ff).

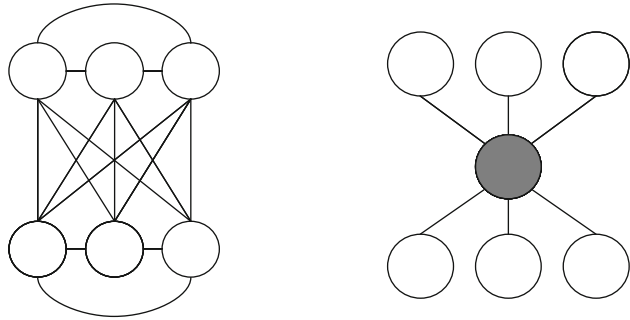
²²⁸ Vgl. Ihde (1988, S. 99).

²²⁹ Vgl. Männel (1981, S. 79).

²³⁰ Vgl. Ihde (1988, S. 100).

²³¹ Vgl. Camp (1994, S. 13).

Abb. 2.84 Vergleich zwischen Punkt-zu-Punkt- und Hub-and-Spoke Systemen



zur Informationsübermittlung bieten.²³² Die schnelle Verfügbarkeit von Informationen aus dem Distributionssystem und die Überwindung informationstechnischer Schnittstellen zwischen dem Hersteller- und dem Dienstleister-Informationssystem sind Voraussetzungen für eine erfolgreiche Übergabe der Distributionsaufgaben an einen Dienstleister.

2.2.6.8 Logistikdienstleister

Die Tendenz zur immer umfangreicheren Fremdvergabe logistischer Leistungen seit den 90er Jahren hat zur Entwicklung der Logistikdienstleister von „reinen“ Transporteuren hin zu Architekten komplexer Logistikketten geführt.

Die Verteilnetze der Logistik-Dienstleister können entweder als „Punkt-zu-Punkt“ oder „Hub-and-Spoke“ Systeme ausgebildet sein. Bei den Punkt-zu-Punkt-Systemen kann jeder Auslieferungs- bzw. Verteilpunkt (Knoten) von jedem Knoten aus angesteuert werden. Dieses System ist sehr aufwändig und damit kostenintensiv. Bei dem Hub-and-Spoke System erfolgt die Verbindung zwischen zwei Knoten nicht direkt, sondern über Zentralknoten (Hub, von engl. = Nabe, spoke = Speiche). Damit sind zur Erreichung aller Knoten weniger Transporte im Vergleich zum Punkt-zu-Punkt System notwendig.²³³ Der Flughafen Frankfurt als Beispiel eines Hubs bedient 300 Destinationen mit 300 Flügen, bei einer direkten Verbindung der Flughäfen wären theoretisch 44.850 Flüge notwendig (Abb. 2.84).

Bei komplexen Distributionssystemen können neben dem zentralen Knoten auch zusätzliche regionale Knoten realisiert werden (Abb. 2.85).

Logistikdienstleister lassen sich in KEP-Dienstleister, Einzeldienstleister, Spediteure, Systemdienstleister (Third Party Logistics, 3PL) und Netzwerkintegratoren (Fourth Party Logistics, 4PL bzw. FPL) unterscheiden.

Kurier-, Express-, Paket-Dienstleister (KEP-Dienstleister) KEP-Dienstleister gewinnen aufgrund der geänderten Leistungsanforderung an die Logistik bezogen auf Liefersgeschwindigkeit, Termineinhaltung und Auskunftsfähigkeit sowie aufgrund der häufigeren

²³² Vgl. Kotzab (1995, S. 22–38).

²³³ Vgl. z. B. Ihde (1991, S. 104 f).

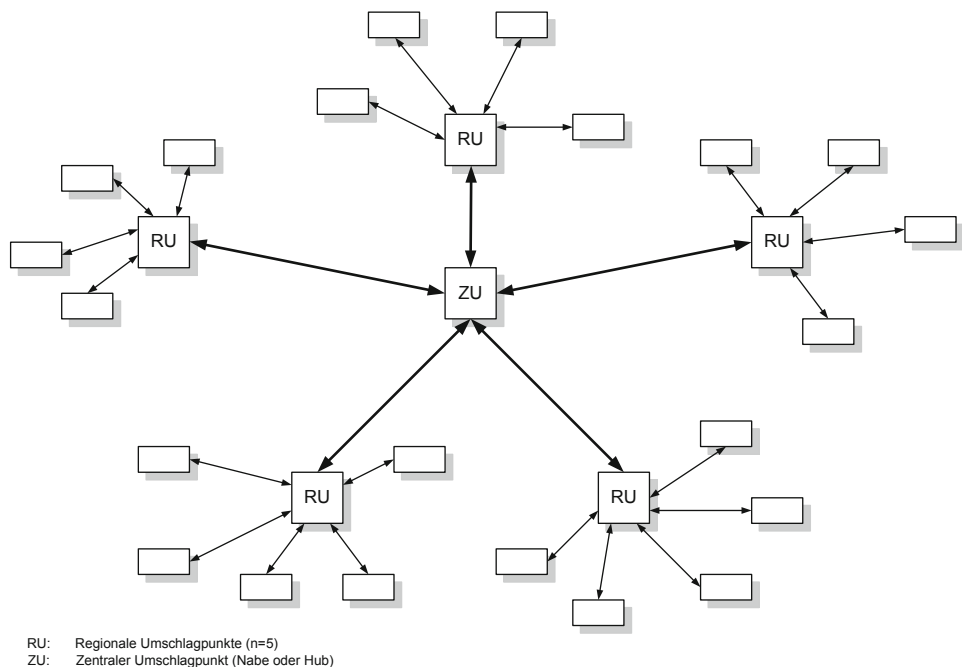


Abb. 2.85 Komplexes Distributionsnetz mit einem zentralen und mehreren regionalen Knoten (Umschlagpunkten). (In Anlehnung an Ihde (1991, S. 109))

Bestellungen unmittelbar vor Bedarfszeitpunkt (Just-in-time) und den damit verbundenen Sendungen an Bedeutung.

Kurierdienste Das Leistungsangebot der Kurierdienste umfasst den Transport von Dokumenten und Kleinsendungen mit niedrigem Durchschnittsgewicht (bis ca. 3 kg) bei kürzest möglicher Lieferzeit, hoher Zuverlässigkeit und individuellem Service. Bei der Leistungserbringung kommen unterschiedliche Verkehrsträger (LKW, Flugzeug) zum Einsatz.²³⁴

Abbildung 2.86 zeigt eine kurze Charakterisierung der unterschiedlichen Kurierdienststarten.

Expressdienste Dabei handelt es sich um Dienstleister, die Sendungen grundsätzlich ohne Gewichts- und Maßbeschränkungen schnell (mit garantierter Laufzeit) von Haus zu Haus und in der Regel auf der Straße transportieren.²³⁵

²³⁴ Vgl. Schulte (2009, S. 199).

²³⁵ Vgl. Schulte (2009, S. 200).

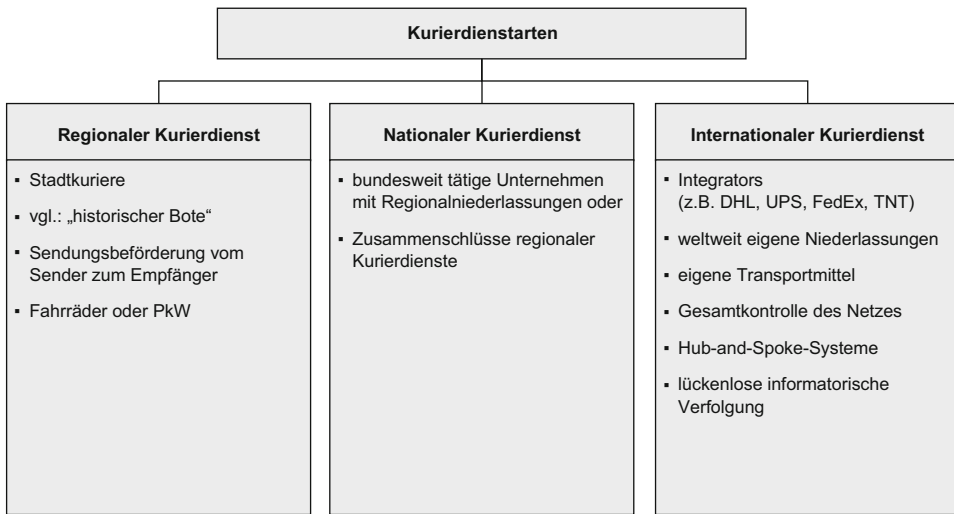


Abb. 2.86 Kurierdienststarten

Paketdienste Das Leistungsspektrum der Paketdienste umfasst die Beförderung und Auslieferung von (volumenmäßig beschränkten) Kleingütern bis 31,5 kg. Höhergewichtige Sendungen werden i. d. R. von Sammelgutspediteuren befördert. Sie sind primär national orientiert und verteilen die Waren entweder über Hub-and-Spoke Systeme oder realisieren bei entsprechendem Sendungsvolumen Direktverkehre zwischen mehreren Güterverteilzentren. Meist wird ein 24–48-Stundenservice angeboten, wobei das Angebot an Zusatz- und kundenindividuellen Leistungen im Vergleich zu Kurier- und Expressdiensten begrenzt ist.²³⁶

In der Praxis gibt es eine starke Überschneidung der drei Formen. Gemeinsam sind der Systemcharakter der Leistungserstellung und die Vorgaben hinsichtlich Gewichts- und Abmessungsgrenzen.

Abbildung 2.87 zeigt den Markt der KEP-Dienste.

Einzeldienstleister Einzeldienstleister erbringen die klassischen Logistikleistungen, wie Transporte, Lagerung und Warenumsatz. Die Transporteure als Einzeldienstleister übernehmen beispielsweise den Vor- und Nachlauf in gebrochenen Transportketten.

Spediteure Der Begriff des Spediteurs ist im Handelsgesetzbuch in den §§ 453 ff definiert. Ein Spediteur ist mit der Organisation der Beförderung von Gütern Dritter betraut. Damit liegt die Aufgabe des Spediteurs in der Auswahl des geeigneten Beförderungsmittels und der ausführenden Unternehmen sowie der Sicherstellung der Schadensersatzansprüche des

²³⁶ Vgl. Schulte (2009, S. 200 f).

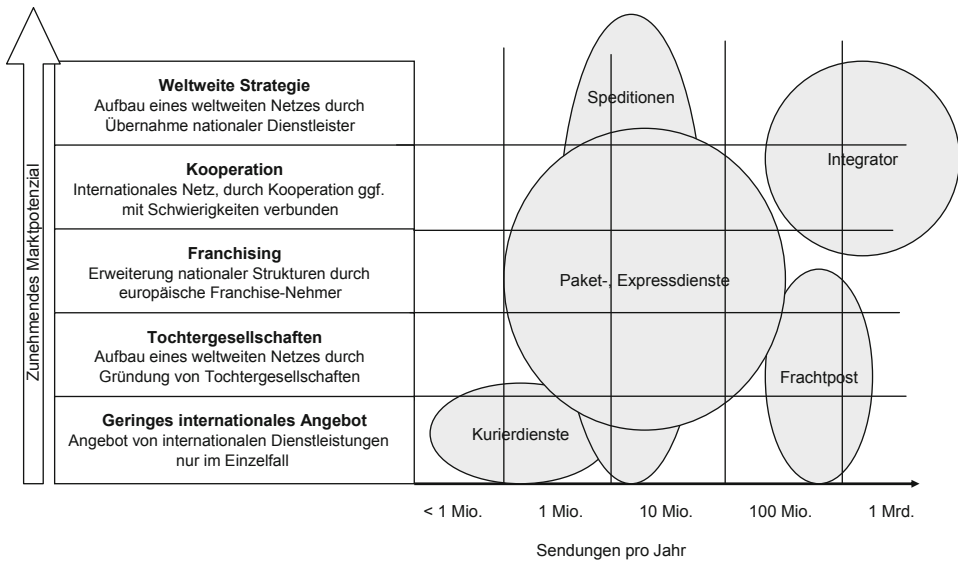


Abb. 2.87 Markt der Kurier-, Express- und Paketdienste. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 201))

Versenders. Um dies sicherzustellen, schließt der Spediteur Verträge mit anderen Dienstleistern (meist Einzeldienstleistern) für den Transport, die Lagerung und dem Umschlag ab.²³⁷ Damit umfasst das Aufgabengebiet von Speditionen die gesamte logistische Leistung im Rahmen der Distributionslogistik. Ihre Kernkompetenz liegt jedoch in der Auswahl der geeigneten Transportmittel, der Bündelung von Güterströmen und der Organisation kombinierter Verkehre. Mittlerweile gehört auch die Erstellung von Fracht- und Zolldokumenten, die Planung von Umschlagprozessen und die elektronische Fracht-Avisierung zum Standardangebot der Spediteure.²³⁸

Third Party Logistics Provider (3PL) Mit wachsendem logistischem Leistungsangebot steigt auch die Zahl der an der Distribution beteiligten Dienstleister. Durch das Komplettangebot logistischer Leistungen und deren übergreifende Koordination entstehen Systemdienstleister. Hierbei stellt der Dienstleister die „dritte Partei“ zwischen Hersteller oder Handelsunternehmen und Kunden dar. Diese organisieren den Waren- und Informationsfluss ihrer Kunden, übernehmen deren gesamte Logistik und bieten teilweise Finanz- und Informationsdienstleistungen an. Außerdem können sie ihren Kunden komplexe Dienstleistungspakete zu Verfügung stellen, die neben den oben genannten logistischen Leistungen auch sogenannte Value Added Services (Mehrwertleistungen, wie z. B. Verpackung, Etikettierung, Bestandspflege, Kundendiensttätigkeiten) beinhalten. Für diese Form der

²³⁷ Vgl. Pfohl (2010, S. 272).

²³⁸ Vgl. Schulte (2009, S. 196).

Zusammenarbeit ist eine längerfristige Partnerschaft zwischen Logistikdienstleister und Kunde erforderlich (Kontraktlogistik-Dienstleister).²³⁹

Unter Kontraktlogistik wird ein Geschäftsmodell verstanden, das auf einer langfristigen, arbeitsteiligen Zusammenarbeit zwischen einem Hersteller oder Händler von Gütern und einem Logistikdienstleister basiert, die durch einen Dienstleistungsvertrag (Kontrakt) geregelt ist. Kontraktlogistik-Dienstleister übernehmen logistische und logistiknahe Aufgaben entlang der Wertschöpfungskette und stellen das Bindeglied zwischen sämtlichen Wertkettenbeteiligten dar. Daher hat sich auch die Bezeichnung Systemdienstleister geprägt.

Fourth Party Logistics Provider (4PL) Durch die Ergänzung der Unternehmenslogistik um die Lieferanten und Kunden des Unternehmens (Supply Chain Management) stellte sich die Frage nach der Koordination der Logistik zwischen den beteiligten Partnern. In Erweiterung des Begriffs 3PL hat sich für Unternehmen, die diese Steuerungsdienstleistungen in der Supply Chain übernehmen, die Bezeichnung 4PL durchgesetzt. Dieses Konzept wurde von der Unternehmensberatung ACCENTURE (ehem. Andersen Consulting) entwickelt und als Markenzeichen registriert.²⁴⁰

4PL übernehmen die Gestaltung und Koordination von Supply Chains und versorgen alle beteiligten Supply Chain-Partner mit notwendigen Informationen. Für die physische Abwicklung der Logistikaufgaben werden andere Dienstleister beauftragt (z. B. 3PL). Das 4PL-Konzept erweitert das 3PL-Konzept um strategische Elemente und den Einsatz von IT-Systemen zur Planung und Koordination der Supply Chain.

2.2.6.9 Umweltsensible Zustellkonzepte für die „letzte Meile“

Die Verschärfung des Wettbewerbs in fast allen Bereichen und Märkten sowie die breite Anwendung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien zwingen die Unternehmen, ihre Potentiale und Ressourcen effizienter zu planen und zu nutzen. Der Kampf um Marktanteile und damit um die Kunden erfordert ständige Verbesserungen, hohe Flexibilität und steigende Qualitätsanforderungen.

Insbesondere die Lösung der „letzten Meile“, d. h. der Transportprozesse vom letzten Standort des Lieferanten bzw. Logistik- oder Paketdienstleisters bis zum Kunden stellt für die Unternehmen – insbesondere bei der Endkundenbelieferung – eine erhebliche Herausforderung dar. Ist der Kunde nicht erreichbar, sind die Pakete wieder mitzunehmen und in einer Abholstelle abzuliefern, was Zeitverlust und Mehrkosten beim Paketdienstleister verursacht.

Das Problem der Paketzustellung ist umso bedeutender, da sich die Internetanbindung sowie der Electronic-Commerce (E-Commerce) in den letzten Jahren stark ausgeweitet haben. Erschwerend kommt hinzu, dass die Marktentwicklung nicht nur die ökologischen sondern auch ökonomischen und sozialen Bereiche beeinflusst.

²³⁹ Vgl. Schulte (2009, S. 196).

²⁴⁰ Vgl. Schulte (2009, S. 197).

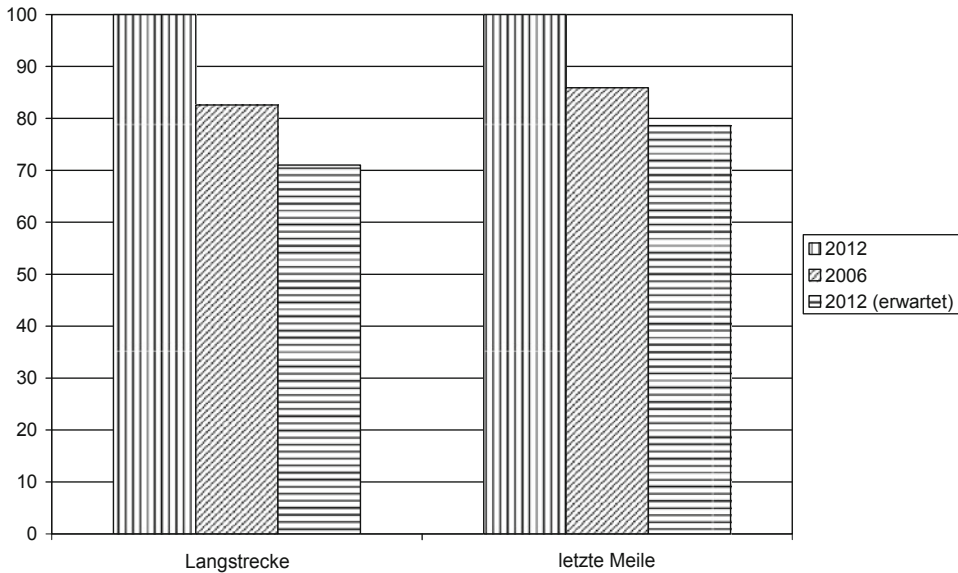


Abb. 2.88 Entwicklung der Transportintensität nach Langstrecke und „letzte Meile“ (Fahrzeugkilometer je Sendung, Indexwerte Jahr 2000 = 100) (Vgl. Esser und Kurte (2008, S. 39))

Da „(...) in gesättigten Märkten die Käufer die Regeln der Belieferung bestimmen“²⁴¹, wurde der schnelle, genaue Transport und die Übergabe der Pakete an den Kunden zum Wettbewerbsinstrument. Die „letzte Meile“ gewann an Bedeutung. Es werden unterschiedliche, kundenorientierte, innovative Lösungen umgesetzt, die bedarfssynchron Pakete an Kunden liefern und dabei den begleitenden Informationsfluss vom Kunden über das Unternehmen zum Lieferanten optimieren. Ziel dabei ist, zu möglichst niedrigen Kosten den Kundenservice zu erbringen, der vom Markt gefordert wird.

Bevor die Ware den Kunden erreicht, müssen die Pakete oftmals über längere Strecken in mehrgliedrigen Transportketten befördert werden. Obwohl im Hauptlauf die Pakete meistens wesentlich mehr Kilometer zu bewältigen haben als im Nachlauf, verursacht gerade die „letzte Meile“ aufgrund ihrer Intensität fast immer die größeren Kosten pro Paket pro Kilometer. Dies zeigen auch die Ergebnisse der in Abb. 2.88 dargestellten KEP (Kurier-, Express- und Paketdienste)-Studie, die Fahrzeugkilometer auf der Langstrecke und auf der „letzten Meile“ in den Jahren 2000, 2006 und die Erwartungen für das Jahr 2012 abbildet.

Zum gleichen Ergebnis kommt auch eine Studie der NewLogix. Diese hat ergeben, dass 71–84 % der Frachtkosten auf der „letzten Meile“ aufgrund des intensiven Transportes entstehen.²⁴² Die hohe Anzahl an zu bewältigenden Kurzstrecken, meistens zu den ver-

²⁴¹ Vgl. Koether (2004, S. 29).

²⁴² Vgl. Guba; Nexlogistics (2010).

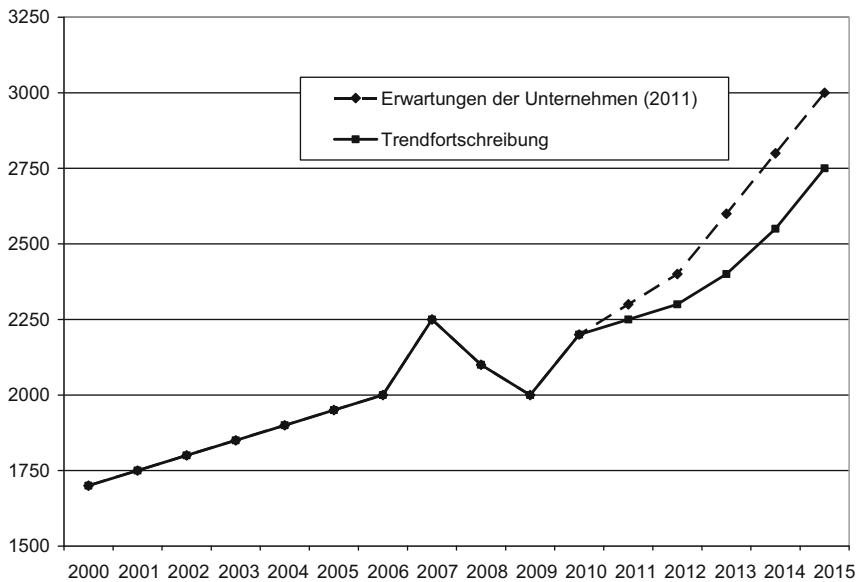


Abb. 2.89 Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina in Deutschland bis 2015. (Esser und Kurte (2011, S. 7))

kehrsstärksten Uhrzeiten, verursacht stop & go Effekte und demzufolge den intensiveren Kraftstoffverbrauch und somit höhere Transportkosten und erhöhten CO_2 – Ausstoß.

Es werden innovative Logistikkonzepte gesucht, die in der Lage sind, die Ansprüche der Kunden auf rechtzeitige Paketzustellung und die Möglichkeiten sowie Interessen der Paketzusteller miteinander zu verbinden.

Die ökologische Dimension

Elektronische Geschäftsprozesse Neben zunehmender Globalisierung ist das Wachstum der KEP-Dienstleister durch die steigende Bedeutung des elektronischen Handels (E-Commerce) zu erklären. Für den Bundesverband Internationaler Express- und Kurierdienste e. V. wurde im Rahmen der Untersuchung der Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina in Deutschland in den Jahren 2000–2012 eine Grafik erstellt (Abb. 2.89).

Die Entwicklung der elektronischen Geschäftsprozesse (Electronic- o der E-Business) hat einen großen Einfluss auf die internen und externen Abläufe eines Unternehmens. Die „mediale Revolution“²⁴³ hat den Informationsfluss und die Kommunikation in Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und Kunden vereinfacht. Dank Einsatz neuer Technologien wurde die Koordination von Abläufen im Unternehmen effizienter, effektiver und kostengünstiger. Durch die Anwendung des elektronischen Handelsverkehrs profitieren

²⁴³ Raffee (1986, S. 568).

insbesondere die Dienstleistungsunternehmen. Sie können den Prozess vom Auftragseingang bis zur Verfügbarkeit der Ware beim Kunden immer schneller und flexibler erfüllen. Dabei ergibt sich oft das Problem der notwendigen Erreichbarkeit des (End-) Kunden.

Der Internethandel von Waren, Dienstleistungen und Informationen zwischen Unternehmen wird als Business-to-Business (B2B) bezeichnet. Das Problem der Abwesenheit der Empfänger stellt sich im B2B Bereich aufgrund von Wareneingangsbereichen mit festen Öffnungszeiten oder Poststellen eher selten.

Die Schwierigkeiten bei der Paketzustellung ergeben sich in dem Business-to-Consumer (B2C) und Customer-to-Customer (C2C)-Bereich. Da zu den üblichen Zustellzeiten (zwischen 8:00 und 17:00 Uhr) die meisten Paketempfänger einer Beschäftigung nachgehen, können sie ihre Pakete zu Hause nicht entgegennehmen. Dies ist der Hauptgrund, warum für den Logistikdienstleister die Zustellung der Pakete für Privatkunden bis zu vier Mal teurer ist als die Zustellung für Firmen.²⁴⁴ Der Zusammenhang zwischen Logistik, B2C und E-Commerce wird als E-Fulfilment bezeichnet. Unter diesem Begriff versteht man die Gesamtheit aller Aktivitäten, die nach dem Abschluss des Vertrags der Belieferung des Kunden dienen.²⁴⁵ In diesem Zusammenhang handelt es sich um alle Geschäftstätigkeiten, die nach einer Online Bestellung durchzuführen sind.

„Deutschland ist der führende E-Commerce Markt in Europa: In 2006 wurden 438,7 Mrd. € online umgesetzt und 779,8 Mrd. werden für 2010 prognostiziert.“²⁴⁶ Das bedeutet fast eine Verdopplung des Umsatzes innerhalb von vier Jahren. Der Internetboom hat die Handelsmöglichkeiten erweitert.²⁴⁷ Dank der flexiblen Vernetzung „(...) können die Unternehmen standortunabhängig globale Leistungen erbringen und nach anderen Regeln und Gesetzen funktionieren als bei herkömmlichen Unternehmen.“²⁴⁸ E-Business hat ökonomische, soziale und ökologische Auswirkungen. Mit dem elektronischen Versandhandel können beispielsweise Kosten für Personal im Verkaufsbereich eingespart werden, andererseits müssen einige Arbeitsplätze umstrukturiert werden. Es werden zwar weniger Mitarbeiter zur persönlichen Kundenberatung vor Ort benötigt, jedoch muss die per Internet oder Telefon bestellte Ware zum Kunden transportiert werden.

Die Entwicklung der neuen Distributionstechnologien wird nicht nur durch die Erfüllung der Kundenwünsche bestimmt. Das Thema Nachhaltigkeit hat seit den 70er Jahren an Bedeutung gewonnen.

Da laut International Energy Agency (IEA) 2008 „26 % der weltweiten Emissionen durch den Verkehr(. . .)“²⁴⁹ verursacht wird, ist es wichtig, entsprechende Maßnahmen in diesem Sektor einzuführen. Davon sind unter anderem die KEP-Dienstleister betroffen.

²⁴⁴ Vgl. DHL Logbook (2008, o.S.).

²⁴⁵ Vgl. Köcher (2005, S. 11 f).

²⁴⁶ Vgl. Keller (Hrsg.) (2007, o.S.).

²⁴⁷ Vgl. Weinhard und Holtmann (2002, S. 5).

²⁴⁸ Vgl. Straube (2004, S. 43).

²⁴⁹ Vgl. UIC (2009, S. 1).

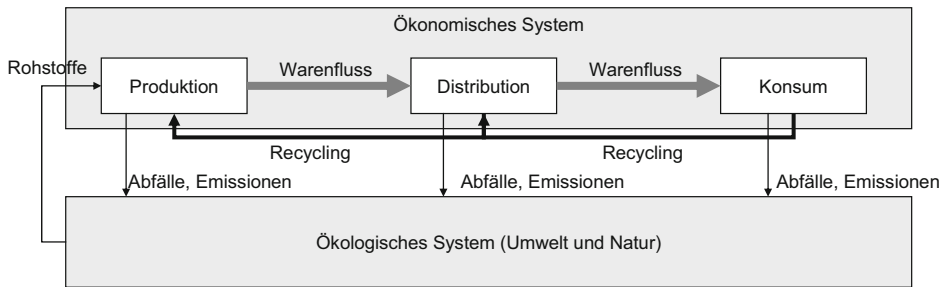


Abb. 2.90 Systemzusammenhang Ökonomie – Natur. (In Anlehnung an Hansen (2009, S. 65))

Durch Vermeidungsprozesse und End-of-Pipe-Verfahren zur Nachhaltigkeit „Alle Produktions-, Distributions- und Konsumvorgänge beanspruchen die natürliche Umwelt.“²⁵⁰ Bei allen notwendigen Prozessen zur Herstellung und Lieferung von Gütern an Kunden werden gleichzeitig „Kuppelprodukte“ (Abfälle, Reste, Rückstände, Abwärme) produziert.²⁵¹ Diese Kuppelprodukte sind unerwünschte Rückstände, die meistens keinen weiteren Nutzen aufweisen. Bei umweltgerechten Prozessen müsste die Entstehung dieser Rückstände entweder von vorneherein vermieden werden, z. B. mit der sog. „Vermeidungstechnologie“²⁵² oder während des Produktionsprozesses entstehende Schadstoffmengen müssten durch das sog. End-of-Pipe-Verfahren auf die nicht umweltbelastende Absonderung reduziert werden. End-of-Pipe-Verfahren bedeutet „(...) Verringerung der Umweltbelastung durch nachgeschaltete Maßnahmen“²⁵³ (z. B. durch Abgas-Katalysatoren).

Zur Befriedigung der Konsumnachfrage werden oft „[...] nicht reproduzierbare, natürliche Ressourcen verwendet, bzw. regenerative Ressourcen werden schneller verbraucht als sie entstehen.“²⁵⁴ „Im Distributionsbereich kommen zwar weniger umweltschädliche Vorgänge vor als in der Produktion, dennoch ist die Distribution durch ihre indirekte Vermittlungsleistung zwischen Produktion und Konsum wirksam.“²⁵⁵ Ein möglicher Kreislauf der Schadstoffe und Abfälle sowie der Zusammenhang zwischen Ökonomie und Natur ist in Abbildung 2.90 dargestellt. Durch die Einführung des Recycling und nachhaltiger Rohstoffe können sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile erzeugt werden.

Rolle der KEP-Dienstleister Umweltschutz ist ein sehr umfassendes Problem. Die Zustellkonzepte sind nicht nur als ökologisch sondern auch als ökonomisch sensibel zu bezeichnen.

²⁵⁰ Strebel (1981, S. 508).

²⁵¹ Siehe Abschn. 2.7.

²⁵² Vgl. Kleinaltenkamp und Plinke (2000, S. 5).

²⁵³ Vgl. Fritsch et al. (2005, S. 156).

²⁵⁴ Vgl. Hansen (1990, S. 64).

²⁵⁵ Vgl. Hansen (1990, S. 65).

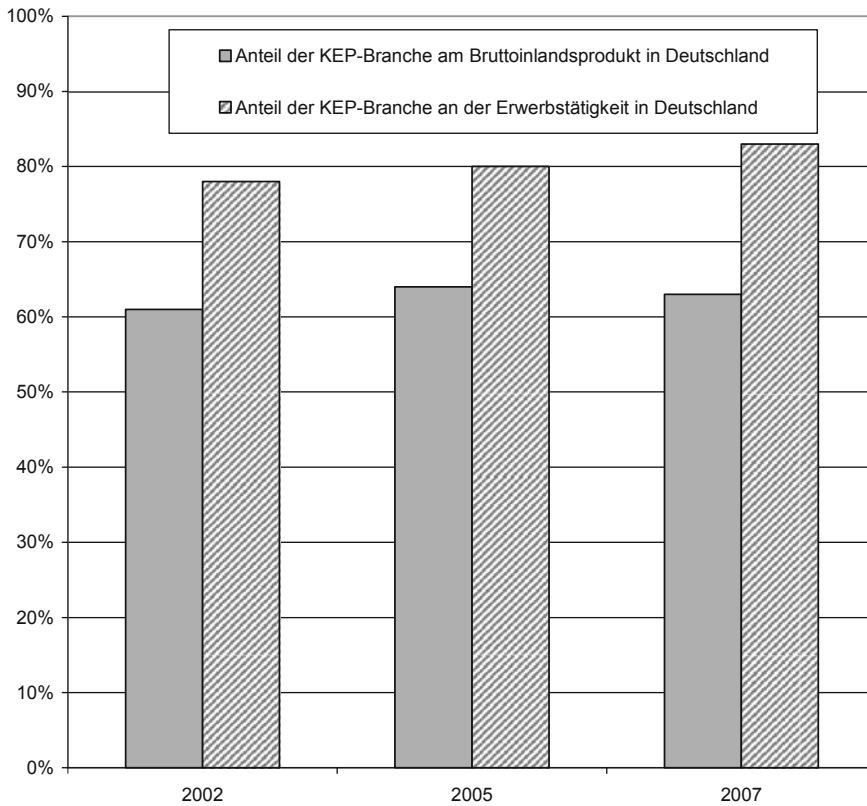


Abb.2.91 Bedeutung der KEP-Branche als Arbeit- und Auftraggeber für die deutsche Volkswirtschaft (2002, 2005, 2007). (Vgl. Esser und Kurte (2010, S. 21))

Alle Maßnahmen, die beispielsweise die KEP-Dienstleistungen einschränken (Behinderungen im Straßenverkehr, Fahrverbote usw.) spiegeln sich in der Schnelligkeit, Flexibilität und Zuverlässigkeit des KEP-Angebotes wieder. Von dieser Leistungsfähigkeit der Zulieferer hängt der Erfolg vieler Unternehmen ab. Nach einer Studie der Wirtschafts- und Unternehmensberatung Kurte & Esser-Consult (KE-Consult) zeigt sich, dass durch die Einschränkung der Leistungsfähigkeit der KEP-Dienste ca. 22 % der KEP-Sendungsvolumen entfallen würden. Diese Einschränkungen bei den KEP-nutzenden Unternehmen könnte neben 1,25 % gefährdeten Arbeitsplätzen in Deutschland auch die Senkung des Bruttoinlandsproduktes um 1,13 % verursachen.²⁵⁶ Die Bedeutung der KEP-Branche als Arbeit- und Auftraggeber für die deutsche Wirtschaft in den Jahren 2002, 2005 und 2007 wird in Abb. 2.91 gezeigt.

²⁵⁶ Vgl. Esser und Kurte (2006, S. 12).

Gründe für ein Umweltschutz-Engagement Ca. 70 % der Kunden wünschen sich, ihre Pakete zu Hause entgegenzunehmen. In fünf bis zehn Prozent aller Zustellversuche sind die Pakete von den Paketzustellern wieder mitzunehmen, da die Empfänger der Sendungen zu den Lieferzeiten nicht anzutreffen sind.²⁵⁷ Im ungünstigsten Fall werden die Pakete zu Retouren, was in 30–40 % aller Bestellungen der Fall ist.²⁵⁸ Somit verursacht diese Direktbelieferung bis zur Haustür der Empfänger überproportional steigende Fahrkosten und zusätzliche Belastung des Straßenverkehrs und der Umwelt. Folglich ergeben sich zwei sehr schwer zu versöhnende Ziele der Dienstleister. Zum einen Reduktion der Transportkosten, zum anderen Befriedigung der Kundenwünsche und deren Bedürfnisse. Durch die große Anzahl der Wettbewerber im Belieferungsbereich werden unterschiedliche Strategien entwickelt, die zur Kundengewinnung führen sollen.

Der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei gleichzeitig hoher Belieferungsleistung für den Kunden ist das Optimierungsproblem der „letzten Meile“. Durch entsprechende Maßnahmen können nicht nur die Lieferzeiten und somit die Zustellkosten pro Paket sondern auch der CO₂-Ausstoß reduziert werden. Laut der Studie des Bundesverbandes Materialwirtschaft Einkauf und Logistik e. V. (BME Studie) erwarten 56 % der Unternehmen, dass sich die Kosten für CO₂-Emissionen in Zukunft erhöhen werden.²⁵⁹ Man setzt schon jetzt neue Technologien ein, um den Ausstoß von Abgasen zu reduzieren. Einige Unternehmen stellen auf die „Vermeidungstechnologie“ um, andere nutzen das End-of-Pipe-Verfahren.

Exkurs End-of-Pipe Verfahren am Beispiel des Klimaschutzprogramms „Go-Green“ der Deutschen Post AG (DHL)

Der Focus des Klimaschutzprogrammes der DP DHL liegt unter anderem auf der intelligenten Abholung und Zustellung der Sendungen. Dabei spielen die optimalen Informations-, Navigations- und Kommunikationstechnologien eine wichtige Rolle.²⁶⁰

Die DPAG mit ihren 120.000 Fahrzeugen hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Umwelt. Eine Investition in kraftstoffeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge soll die Steigerung der Luftqualität gewährleisten. Da im Nachlauf die Pakete intensiv durch kleinere LKW transportiert werden, ist diese Minimierung des CO₂-Ausstoßes bei der Endauslieferung wichtig. Zu diesem Zweck kommen Biokraftstoffe oder Fahrzeuge mit Elektroantrieb zum Einsatz. Die Emissionen pro transportiertem Brief oder Paket werden auch durch die Planung der optimalen Routen sowie durch bessere Transportauslastung minimiert. Proportional zu den auszuliefernden Transportmengen

²⁵⁷ Vgl. Rainer und Schusterer (2009, o.S.).

²⁵⁸ Vgl. Industriemagazin (Hrsg.) (2007, o.S.).

²⁵⁹ Vgl. Bundesverband Materialwirtschaft und Einkauf (BME) (Hrsg.) (2009).

²⁶⁰ DHL Innovation Center (2011, o.S.).

sind ökonomisch bestmögliche Fahrzeuge einzusetzen. Beispielsweise bei nur geringerer Anzahl von Sendungen in der Stadt können „(. . .) „SmartTruck“, „intelligente Zustellfahrzeuge“, die die auszuliefernden Sendungen überwachen“²⁶¹, eingesetzt werden.²⁶² Durch Anwendung der „Radio-Frequency Identifikation“ (RFID) können die transportierten Gegenstände identifiziert und lokalisiert werden.²⁶³ Hierdurch ist selbst ein Rendezvous-Management möglich, bei dem Sendungen zwischen zwei Kurieren während einer aktuellen Tour getauscht werden, damit sie möglichst schnell und effizient ans Ziel kommen.²⁶⁴

Zustellkonzepte im Hinblick auf die „letzte Meile“ bei Anwendung der „Vermeidungstechnologie“ Die Kunden erwarten eine mit möglichst wenig Zeit- und Kostenaufwand verbundene Lieferung der erworbenen Gegenstände. Dabei müssen sowohl Zustellkonzepte aus Sicht der Lieferanten als auch der Kunden berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit besteht in der Automatisierung der Paketabholstationen, um dem Kunden 24 Stunden Empfang und Versand von Paketen zu gewährleisten. Die in der „letzten Meile“ integrierte „Vermeidungstechnologie“ hat den Vorteil gegenüber dem End-of-Pipe-Verfahren, dass man dadurch vornherein die in der Zukunft anfallenden Kosten sowie den entstehenden CO₂-Ausstoß einspart. Durch die Bündelung der Zustellpunkte zu einem Sammelpunkt, z. B. zu einer automatisierten Abholstelle, werden die Pakete sicher abgeliefert. Somit entfällt das Problem der Rücknahme der Pakete durch den Zulieferer bei Abwesenheit des Empfängers.

Einige KEP-Dienstleister wie Deutsche Post, Hermes Versand Services oder DPD betreiben eigene Abholstellen, die sie auch beliefern. Der Grundgedanke aller genannten Pick-up-Stellen ist gleich – Vermeidung überflüssiger Transportwege von vorne herein und somit geringere Kosten und Schadstoffmengen.

Dank der Vielfalt der unterschiedlichen Abholmöglichkeiten können die Paketempfänger entscheiden, ob sie beispielsweise ihre Sendungen lieber an öffentlichen, nicht persönlich gebundenen, automatisierten Pick-up-Stellen (wie Packstationen, Tower24),

²⁶¹ DHL Innovation Center (2011, o.S.).

²⁶² Vgl. Deutsche Post/DHL (2011, S. 47 ff).

²⁶³ Vgl. Werner und Dangelmeier (2006, S. 17).

²⁶⁴ Vgl. Deutsche Post DHL (2011, S. 47 ff).

personalisierten Pick-up-Stellen (z. B. Paketshops) oder an persönlichen Zustellboxen (PickBox24), die direkt am Haus angebracht werden, abholen möchten.

Exkurs Vermeidungstechnologie am Beispiel der DHL Packstation

Die zur Befriedigung des Kundenbedarfs erforderlichen Maßnahmen werden an vielen Standorten in Deutschland durch die Deutsche Post AG bereitgehalten. Hinzu wird seit 2003 der Service *PACKSTATION* von DHL umgesetzt. Die Packstationen sollten unter anderem bedarfsnahe, flexible Abhol- und Versandmöglichkeiten von Paketen ermöglichen sowie längere Fahrten und die CO₂-Absonderung reduzieren.

Die Herausforderung dabei ist, Standorte zu finden, die sowohl den Anforderungen der Kunden als auch denen der Deutschen Post AG gerecht werden. Im Vordergrund steht für die Deutsche Post nicht nur die Zufriedenheit der Kunden und die Reduzierung der Betriebskosten pro Paket, sondern auch ein möglichst hoher Auslastungsgrad der Packstationen und der Umweltschutz.

Um die flexible Zustellung und Abholung von Paketen zu vereinfachen, wurde von DHL der kostenlose Service in Form von *DHL-PACKSTATIONEN* den Kunden zur Verfügung gestellt.

Eine ausgereifte Flächendeckung spielt bei dem Projekt eine entscheidende Rolle. Die Packstationen sollen den Kunden einen schnellen Versand und Empfang von Paketen ermöglichen. Die Packstationen sind leicht zu bedienen und können von jedermann genutzt werden.

Ziel des Projektes war die Schaffung eines 10-Minuten-Netzes. 90 % aller Bewohner in Deutschland können somit innerhalb von 10 min mit dem PKW eine Packstation erreichen.²⁶⁵

Kritische Würdigung Durch Anwendung der End-of-Pipe-Verfahren und der „Vermeidungstechnologie“ tragen die Unternehmen dazu bei, die Beeinträchtigung für die Umwelt zu reduzieren. Gleichzeitig können durch Einsatz dieser Technologien Kosten eingespart werden. Beide Verfahren zeichnen sich allerdings zunächst durch einen hohen Investitionsaufwand aus. Durch den Einsatz der „Vermeidungstechnologie“ entstehen bei der „Automatisierung der letzten Meile“ in Form von Abholstationen hohe Produktentwicklungs-, Umsetzungs- und Betriebskosten. Hinzu kommt der Aufwand für die Analyse des Umfelds, um die am besten geeigneten Standorte für die Abholstationen zu finden. Dabei entsteht bei neuen Konzepten das Risiko, dass die neue Dienstleistung von den Kunden nicht gut angenommen wird.

Bei den Abholautomaten entfällt der persönliche Kontakt zwischen Kunde und Lieferant. Dies kann je nach Kunden als Vorteil (wegen Anonymität) aber auch als Nachteil

²⁶⁵ Vgl. Deutsche Post DHL (2012, o.S.).

(Kunde ist auf sich selbst angewiesen) gesehen werden. Mitarbeiter und Kunden sind nicht miteinander, sondern mit Automaten konfrontiert.

Bei der End-of-Pipe Technik sind bei der „letzten Meile“ hauptsächlich die Mitarbeiter und nicht die Kunden involviert. Im Gegensatz dazu hängt bei der „Vermeidungstechnologie“ in Form von Abholstationen der Erfolg des Unternehmens von der Akzeptanz, Frequenz der Nutzung und Zufriedenheit der Kunden ab. Somit steigt dabei das Risiko der nicht rentablen Investitionen. Das Ergebnis eines solchen Konzeptes hängt also direkt vom Kunden ab und wird erst ex post (nachdem das Projekt umgesetzt wurde) bekannt. Im Unterschied dazu kann der Erfolg der End-of-Pipe-Verfahren im Voraus abgeschätzt werden. Der Erfolg hängt nur indirekt vom Kunden ab, indem er gezielt Unternehmen mit dieser Technologie auswählt. Das Hauptziel dieser Verfahren ist der Umweltschutz zusammen mit einer langfristigen Kostenreduktion.

Bei Erfolg und Einsatz der alternativen Zustellformen in Form von Abholstationen ist die Bündelung der Sendungen möglich, um somit Zeit, Fahrwege und Kosten der KEP-Dienstleister zu sparen. Das End-of-Pipe-Verfahren ist auf Umweltschutz und Kostenersparnis von Anfang an eingerichtet.

Welches Verfahren ist aber besser? Damit die „letzte Meile“ umweltsensibel betrieben werden kann, müssen die beiden Konzepte – „Vermeidungstechnologie“ sowie End-of-Pipe-Verfahren – eingesetzt werden. Durch die starke Entwicklung des E-Commerce sowie der Globalisierung ist die kundenorientierte Differenzierung der Paketzulieferung ein Erfolgsfaktor der KEP-Unternehmen.

2.2.7 Entsorgungslogistik

2.2.7.1 Aufgaben und Einflussfaktoren der Entsorgungslogistik

Auf der Weltklimakonferenz 1992 in Rio de Janeiro wurde mit dem „Sustainable Development“ der Grundstein für die Veränderung der Umweltgesetzgebung gelegt. Endete bislang die Unternehmenstätigkeit mit der Bereitstellung der Waren und Dienstleistungen, so musste diese lineare Sicht hin zu einer Kreislaufbetrachtung erweitert werden.

Das lineare Wirtschaften zielt im Unterschied zur Kreislaufwirtschaft größtenteils auf den Verbrauch natürlicher Ressourcen aus der Umwelt ab. Produkte und Dienstleistungen werden hergestellt, genutzt und anschließend als Abfälle beseitigt. Die Aufgabe der Entsorgung und damit der Entsorgungslogistik beschränkte sich auf die Beseitigung der Abfälle und stellte den Endpunkt der Wirtschaftskette dar. Sowohl die Wiedergewinnung von Wertstoffen als auch der Abbau von Schadstoffen wurde vornehmlich der natürlichen Regeneration überlassen. Dem linearen Wirtschaften stellten sich zunächst Ressourcenengpässe auf der Beschaffungsseite gegenüber. Die Auswirkungen der begrenzten natürlichen Ressourcen zeigen sich in steigenden Rohstoffpreisen und der ständigen Suche nach neuen Technologien zur verbesserten Ressourcenausbeute. Darüber hinaus führen Entwicklungen wie verkürzte Produktlebenszyklen und verstärkten Konsum zu einem Anstieg des Abfallaufkommens. Daraus ergaben sich Engbässe von Deponieräumen und damit

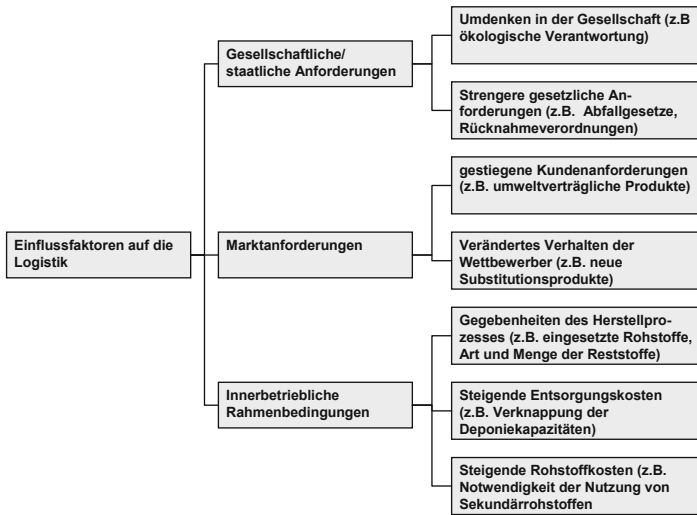


Abb. 2.92 Einflussfaktoren auf die Entsorgungslogistik. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 507))

hohe Kosten für die Entsorgung von Abfällen. Die Deponierung der im Abfall enthaltenen sogenannten Sekundärrohstoffe stellt eine Ressourcenverschwendung dar. Aus diesen beiden Problembereichen – Verknappung natürlicher Rohstoffe einerseits und Verschwendung von Wertstoffen durch Deponierung bei gleichzeitiger Verminderung des verfügbaren Deponieraumes – wurde das Prinzip der Kreislaufwirtschaft entwickelt.²⁶⁶

Dies stellte an die Unternehmen und damit die Logistik völlig neue Herausforderungen. Die Unternehmenstätigkeit, die bis dahin in der Regel mit der Bereitstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung beim Kunden endete, musste nun um die Rückführung der „verbrauchten“ Güter ergänzt werden. Diese, dem Güterstrom der Versorgungslogistik entgegen gerichtete Betrachtung, wird als Entsorgungslogistik bezeichnet.

Abbildung 2.92 gibt einen Überblick über die Einflussfaktoren der Entsorgungslogistik.

Die Entsorgungslogistik kann definiert werden, als die Anwendung der Logistikkonzeption auf alle mit der Herstellung und dem Vertrieb der betrieblichen Produkte anfallenden unerwünschten Nebenprodukte (Kuppelprodukte²⁶⁷), um mit allen Tätigkeiten der Raum- und Zeitüberbrückung einen ökonomisch und ökologisch effizienten Rückfluss dieser Nebenprodukte zu gestalten.

In Abb. 2.93 sind die Kuppelprodukte etwas genauer differenziert.

²⁶⁶ Vgl. Lemke (2004, S. 142).

²⁶⁷ Kuppelprodukte entstehen zwangsläufig aus fertigungstechnischen Gründen bei der Produktion des gewünschten Materials. Ungewollte Kuppelprodukte sind z. B. Schlacken bei der Herstellung von Stahl.

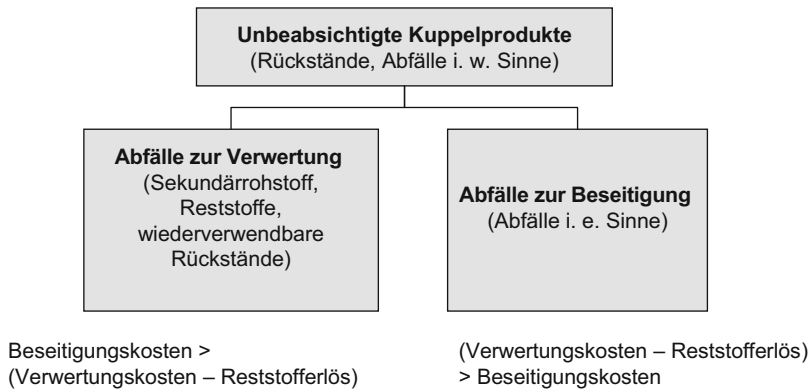
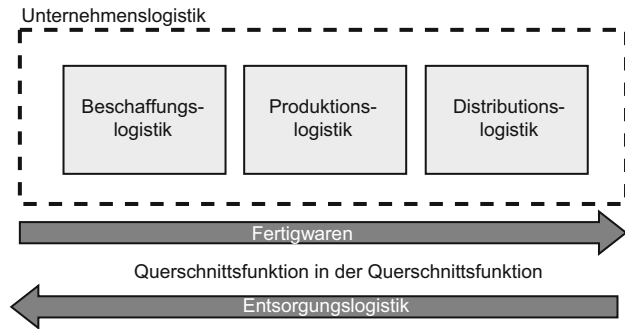


Abb. 2.93 Objekte der Entsorgungslogistik

Abb. 2.94 Funktionale Einordnung der Entsorgungslogistik



Dabei umfasst die Entsorgungslogistik sowohl das Sammeln, Sortieren, Verpacken, Lagern und Abtransportieren von physischen Produkten als auch den damit verbundenen Informationsfluss.

Zu den Objekten der Entsorgungslogistik gehören neben den ungewollten Kuppelprodukten, die bei der Produktherstellung und -nutzung entstehen auch produktionsbedingte Rückstände, die bei der Herstellung anfallen, aber nicht in das Endprodukt eingehen sowie konsumptionsbedingte Rückstände. Dies sind zu Beginn der Produktverwendung: z. B. Verpackung, während Produktnutzung: z. B. Batterien und nach der Produktnutzung z. B. Schrott. Darüber hinaus befasst sich die Entsorgungslogistik auch mit Einwegverpackungen, Leergut, Retouren, Ausschuss, ausrangierte Betriebsmittel, Austauschaggregate, Abfälle aus der Verwaltung und (nicht mehr verwendbare) und Lagerhütern.

Die Entsorgungslogistik unterscheidet sich von der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik durch die Objekte der Entsorgungslogistik, als auch deren Flussrichtung²⁶⁸ (s. Abb. 2.94).

²⁶⁸ Vgl. Pfohl, H. C. (1996, S. 226 f).

Entsorgungslogistische Aspekte in der Beschaffungslogistik beziehen sich beispielsweise auf den Einsatz von sekundären Rohstoffen bei der Wahl des Verpackungsmaterials (Einsatz von Kartonagen aus Altpapier) oder auf die Einführung eines Mehrwegsystems für die Anlieferung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen in Zusammenarbeit mit dem Lieferanten. Im Rahmen der Produktionslogistik sorgt die Entsorgungslogistik für die Trennung und Einsammlung von Abfällen und die geordnete Zwischenlagerung von Reststoffen. Darüber hinaus zählt die Planung, Koordination und Überwachung der Materialflüsse für das Recycling zu den Aufgaben der Entsorgungslogistik. In der Distribution fallen ähnliche Aufgaben an wie in der Beschaffungslogistik. Auch hier ist die Verwendung von Mehrwegsystemen bei der Bereitstellung der Produkte für den Kunden oder die Verwendung von Verpackungsmaterial aus Sekundärrohstoffen zu untersuchen und umzusetzen.

Analog der Versorgungslogistik lassen sich auch bei der Entsorgungslogistik die institutionellen Betrachtungsebenen unterscheiden.²⁶⁹

Makrologistische Systeme der Entsorgungslogistik beschreiben das Güterverkehrssystem einer Volkswirtschaft, das die Grundlage des Transportes von Rückständen bildet.

Die metalogistischen Systeme haben die Aufgabe, Rückstandskreisläufe zu schließen. In Abhängigkeit der eingesetzten Mittler und der Stufigkeit des Systems ergeben sich ein- und mehrstufige Redistributionskanäle, Rückstandszyklen und Beseitigungskanäle. Redistributionskanäle nutzen die Distributionswege des Versorgungssystems und binden Distributionsmittler in den physischen Transport der Rückstände mit ein. Die Quelle des Rückstandsstromes ist dabei identisch mit der Senke des Versorgungsstromes. Die Rückstandszyklen sollen den Wiedereinsatz der sog. Sekundärrohstoffe sicherstellen und verbinden den Ort der Rückstandsentstehung mit dem Produktionsunternehmen gebrauchter Produkte. Hierbei werden häufig Recyclingunternehmen eingebunden. Beseitigungskanäle verbinden die Erzeuger von Rückständen mit den Unternehmen, die für eine ordnungsgemäße Behandlung von nicht mehr weiterverwendbaren Abfällen zuständig sind (Müllverbrennungsanlagen, Deponien). Die Behandlung der Rückstände und der damit verbundene Aufbau eines entsorgungslogistischen Systems hängt von der Sortenreinheit der Rückstände, deren Wiedereinsatzmöglichkeiten, den Rückstandsmengen und den rechtlichen Rahmenbedingungen ab.

Die mikrologistischen Systeme beinhalten die Rückstandstransformation innerhalb privater und öffentlicher Institutionen. Hierzu zählt beispielsweise die Rückführung von unternehmensinternen Scheiben in den Schmelzprozess bei der Behälterglasherstellung.

2.2.7.2 Ziele der Entsorgungslogistik²⁷⁰

Die Tätigkeiten der Entsorgungslogistik sind sowohl auf die ökonomischen Unternehmensziele als auch auf die ökologischen Vorgaben von Unternehmensexternen (z. B. Kunden, Gesellschaft und Staat) auszurichten. Die ökonomischen Ziele beinhalten die Senkung der

²⁶⁹ Vgl. Pfohl (1996, S. 226 ff).

²⁷⁰ Vgl. Lemke (2004, S. 172 ff).

Logistikkosten und die Steigerung des Serviceniveaus für die Entsorgungslogistik (z. B. die anforderungsgerechte Rücknahme von Verpackungsmaterialien).

Der Aufbau und die Durchführung einer Kreislaufwirtschaft unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Umwelt- und Kostengesichtspunkten erfordern eine besonders leistungsfähige logistische Planung, Steuerung und Überwachung. Daher und aufgrund der Tatsache, dass die betreffenden Kapazitäten des Unternehmens (z. B. spezielle Lagereinrichtungen, Ladehilfs- und Verkehrsmittel) durch die eigenen Rückstände oftmals nicht die notwendige Auslastung (Beschäftigungsgrad) erfahren, wird häufig eine Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen erwogen. Dazu bietet es sich zum einen an, Spezialisten für Entsorgungs(logistik)leistungen am Markt mit unterschiedlichem Integrationsgrad in das Logistiksystem des Unternehmens einzubeziehen. Zum anderen können je nach verfolgter Zielsetzung spezifische Kooperationsformen mit Unternehmen der gleichen Branche und identischer Wertschöpfungsstufe (zur Erhöhung des Rückstandsaukommens und damit einer größeren Kapazitätsauslastung und besseren Verhandlungsposition bei Fremdvergabe) oder angrenzender Wertschöpfungsstufen (zur höheren und kostengünstigeren Ausschöpfung des Verwertungspotenzials durch integrierte Ansätze der Rückstandsbewältigung) eingegangen werden. Auch Kooperationen mit branchenfremden Unternehmen (z. B. falls diese einen dauerhaften Bedarf an bestimmten Rückständen haben) sind denkbar.

Die ökologischen Zielsetzungen ergeben sich aus der Schonung der natürlichen Ressourcen und der Reduzierung der durch die Entsorgungslogistik verursachten Emissionen. Während sich die ökologischen Aspekte der Versorgungslogistik auf die Reduzierung prozessabhängiger Emissionen beschränkt, trägt die Entsorgungslogistik durch die Übernahmen spezieller Aufgaben der Entsorgung zur Lösung ökologischer Probleme bei. Zu den Wechselwirkungen zwischen Umweltschutz und Logistik siehe auch Kap. 5.1: Green Logistics.

Die Anwendung des Gesamt- oder Totalkostendenkens macht die Offenlegung aller entsorgungslogistischen Kosten erforderlich, die dann bei der Kostenkalkulation des Zielproduktes Berücksichtigung finden müssen. Da die Entsorgungslogistik die Verwertungs- und die Entsorgungsprozesse von Abfallstoffen, Ausschuss, überschüssigem Material, überalterten Fertigwarenbeständen, recycelbaren Materialien, Ladehilfsmitteln (Verpackung, Paletten, Container) usw. plant und steuert, fallen Kosten für Sammeln, Sortieren, Lagern, Transportieren und Umschlagen der Produkte an. Bei der Verwertung entstehen zusätzliche Kosten für die Trennung, Aufbereitung und stofflichen Umwandlung der Abfälle. Wenn Abfälle beseitigt werden, fallen Kosten für die Deponierung, Kompostierung und Verbrennung an.

2.2.7.3 Akteure der Entsorgungslogistik²⁷¹

An der Abfallwirtschaft sind unterschiedliche Akteure beteiligt. Sie lassen sich anhand ihrer rechtlichen Stellung, ihres Aufgabenumfanges und ihrer Position im Beziehungsnetzwerk unterscheiden. Aufgrund der staatlichen Daseinsfürsorge der Abfallentsorgung nehmen

²⁷¹ Vgl. Lemke (2004, S. 151 f).

öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger die vom Gesetzgeber beschriebenen Pflichten wahr. Dazu gehört die Planung und Organisation der Entsorgungsleistungen für die überlassungspflichtigen Abfälle.

Abfallerzeuger bzw. Abfallbesitzer sind die Quellen der Abfallströme. Sie müssen aufgrund des Verursacherprinzips und entsprechend ihrer Zuordnung in private Haushalte und andere Herkunftsbereiche die angefallenen Abfälle entweder dem Entsorgungsträger überlassen oder die Abfälle einer Eigenentsorgung zuführen.

Verwerter sind Unternehmen, die den stofflichen oder energetischen Inhalt von Abfällen aus Grundlage für ihre Produkte oder Leistungserstellung nutzen.

Entsorgungsunternehmen übernehmen als privatrechtliche, öffentlich-rechtliche oder Mischorganisation die Entsorgung von Abfällen, d. h. die Erfassung und Sammlung der Abfälle beim Erzeuger bis zur ordnungsgemäßen Verwertung oder Beseitigung einschließlich der damit verbundenen Lager-, Transport- und Umschlagaktivitäten.

Die Prozessleistung der Entsorgung wird meist in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Partnern erbracht. Entsorgungsunternehmen nutzen sowohl bei der Abfallbeschaffung als auch beim Absatz von Recycling-Materialien Makler (diese sind nur vermittelnd tätig und erwerben keine Abfälle) und Händler (diese kaufen Abfälle zum Weiterverkauf) sowie spezialisierte Logistikdienstleister. Eine große Anzahl von Logistikdienstleistern im Transportbereich hat sich als sogenannter Entsorgungsfachbetrieb zertifizieren lassen, um die Notwendigkeit der Genehmigung eines jeden Transportes zu umgehen.

2.2.7.4 Prozessarten der Entsorgungslogistik

Logistische Prozesse Zu den Kernleistungen der Entsorgungslogistik zählen transportieren, umschlagen und lagern der Rückstände. Ergänzend dazu werden entsorgungslogistische Zusatzleistungen wie Sammlung, Trennung, Sortierung und geeignete Wahl von Verpackungen und Behältern sowie spezifische entsorgungslogistische Informationsleistungen (z. B. über Behandlung von Gefahrgut) übernommen.

Abbildung 2.95 gibt einen Überblick der entsorgungslogistischen Prozessarten.

Für die entsorgungslogistische Aufgabe der Lagerung muss zunächst der erforderliche Lagerraum ermittelt werden. Danach ist in Abhängigkeit der zu lagernden Materialien die Bauform des Lagers und die Lagerplatzzuordnung festzulegen. Besondere Lageranforderungen gibt es z. B. für Gefahrstoffe oder brennbare Materialien.

Die Planung der Transporte umfasst die Auswahl der Transportmittel und die Organisation der Transportprozesse. Auch hier sind gesetzliche Vorgaben für Gefahrguttransporte zu berücksichtigen.

Darüber hinaus ist der Umschlag der Rückstände zu planen und zu organisieren. Bei der Organisation des Umschlages sind Umleerverfahren und Wechselverfahren zu unterscheiden. Beim Umleerverfahren werden die Rückstände aus einem Sammelbehälter heraus in den Behälter für den Abtransport umgefüllt (Beispiel: Hausmüllabfuhr). Beim Wechselverfahren wird der volle Behälter gegen einen Leerbehälter ausgetauscht, so dass hier die Behälter und nicht die Rückstände umgeschlagen werden. Dieses Verfahren findet bei der Entsorgung von bestimmten Krankenhausabfällen Anwendung.

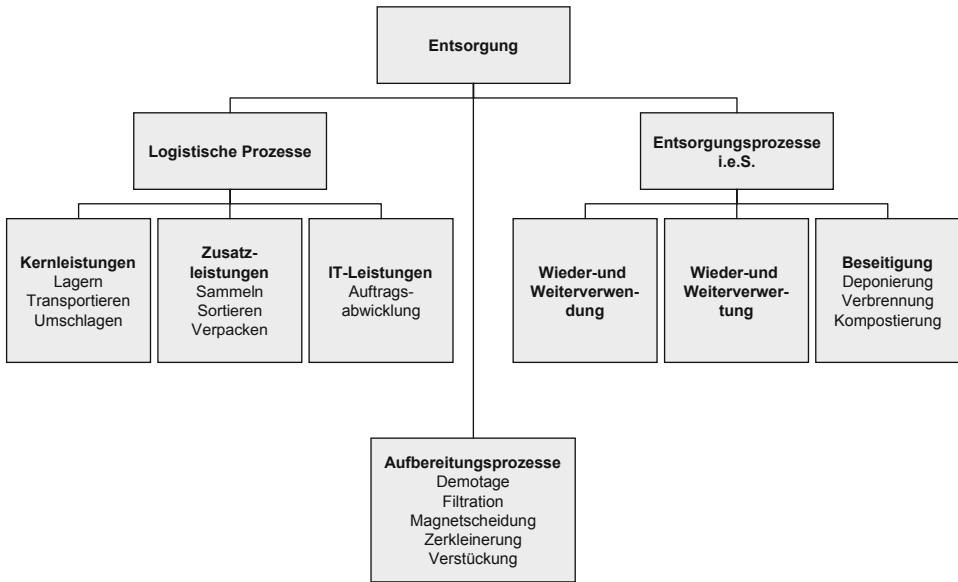


Abb. 2.95 Prozessarten der Entsorgungslogistik. (In Anlehnung an Schulte (2009, S. 504))

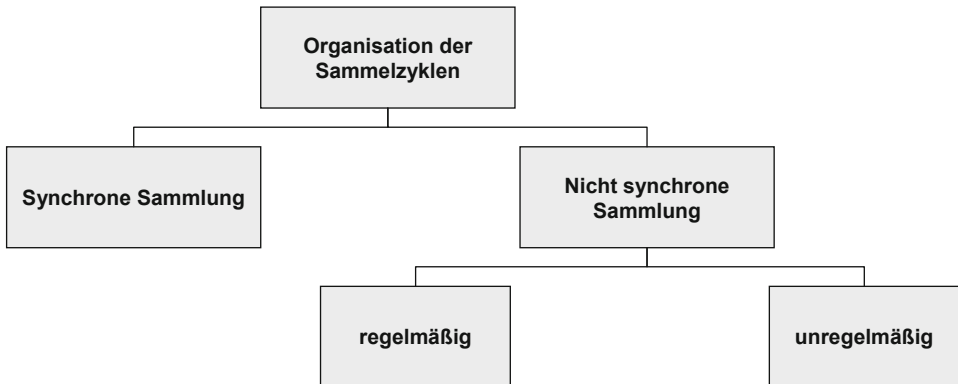


Abb. 2.96 Sammelprinzipien. (Vgl. Schulte (2009, S. 515))

Rückstände fallen meist in gemischter Form an. Um die Rückstände wiederverwerten zu können ist daher eine Trennung in möglichst sortenreine Rückstandsströme erforderlich.

Die Gestaltungsalternativen dieser entsorgungslogistischen Zusatzleistungen sind in Tab. 2.26 aufgeführt.

Die Organisation der Sammlung und Sortierung nach gemischter Sammlung ohne nachträgliche Sortierung, gemischte Sammlung mit nachträglicher Sortierung und getrennte Sammlung der Rückstände hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Sorten-

Tab. 2.26 Gestaltungsalternativen der entsorgungslogistischen Zusatzleistungen. (In Anlehnung an Stölzle (1993, S. 252))

Entsorgungslogistische Aufgabenbereiche		Entscheidungstatbestände	Gestaltungsalternativen
Zusatzleistungen	Sammlung und Trennung	Organisation der Sammlung und Trennung	Getrennte Sammlung Gemischt Sammlung mit anschließender Trennung Gemischte Sammlung ohne anschließende Trennung
		Sammelprinzip	Synchron Regelmäßig Unregelmäßig
	Verpackung	Ausgestaltung der Behälter in Abhängigkeit ihrer Funktion	Reine Schutzfunktion Schutz- und Transportfunktion Einweg- oder Mehrwegsystem
IT-Leistungen	Auftragsabwicklung	Art der Auftragsauslösung Zusammenarbeit mit den Beteiligten	Auslösung durch bestimmtes Ereignis Auslösung nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne

reinheit der Rückstände und die ökonomische Zielerreichung. In Tab. 2.27 werden die Organisationsalternativen für Sammlung und Sortierung bewertet.

Bei der Festlegung des Sammelprinzips (s. Abb. 2.96) ist festzulegen, in welchem zeitlichen Bezug die Sammlung zur Entstehung der Rückstände erfolgt. Erzeugt der Anfall von Rückständen eine sofortige Einsammlung, so spricht man von synchroner Sammlung. Wird die Sammlung unabhängig von der Entstehung der Rückstände durchgeführt, so handelt es sich um eine nicht synchrone Sammlung. Erfolgt die Sammlung zu festgelegten Terminen (z. B. alle 14 Tage bei der Hausmüllentsorgung) liegt eine regelmäßige Sammlung vor. Werden die Rückstände nur bei Vorliegen eines bestimmten Behälterfüllgrades oder auf Abruf abtransportiert, so findet die Sammlung unregelmäßig statt²⁷² (Abb. 2.95).

Die wichtigste Vorschrift zum Aufbau eines unternehmensexternen entsorgungslogistischen Systems stellt die Verordnung über die Vermeidung von Verpackungen (VerpackVO) vom 12. Juni 1991 dar. Durch diese Verordnung werden Hersteller und Handel dazu verpflichtet, alle gebrauchten Verpackungen außerhalb der bestehenden öffentlichen Entsorgung zu erfassen und zu verwerten. Diese Rücknahmepflicht der Verkaufsverpackungen wird für Industrie, Handel und Entsorgungswirtschaft durch das Duale System Deutschland GmbH wahrgenommen. Dabei übernehmen private Entsorgungsunternehmen das Sammeln, Sortieren, Lagern und Transportieren der verwertbaren Verpackungen. In der Industrie sollen diese eingesammelten Verkaufsverpackungen anschließend wiederverwendet werden. Die Kosten für den Aufbau und Betrieb dieses Systems werden von der Industrie übernommen. Als Marketing- und insbesondere Finanzierungsinstrument für das Duale

²⁷² Vgl. Schulte (2009, S. 514).

Tab. 2.27 Beurteilung der Organisationsalternativen für Sammlung und Sortierung. (Vgl. Schulte (2009, S. 515))

	Gemischte Sammlung ohne nachträgliche Sortierung	Gemischte Sammlung mit nachträglicher Sortierung	Getrennte Sammlung
Ablauforganisation	Bereitstellen der verschiedenen Rückstandsarten in gemischter Form an den Anfallstellen, anschließende Einsammlung	Bereitstellen der verschiedenen Rückstandsarten in gemischter Form an den Anfallstellen, anschließende Einsammlung Danach Trennung der verschiedenen Rückstandsarten	Getrennte Sammlung der verschiedenen Rückstandsarten an den Anfallstellen getrennte Einsammlung
Sortenreinheit der eingesammelten Abfälle	Nicht gegeben	Gegeben, allerdings Verunreinigung durch Begleitstoffe bei nicht vollständiger Trennung	Am größten, wenn die getrennte Einsammlung sorgfältig erfolgt
Ökologische Bewertung	Rückstände fast nicht wieder einsetzbar, Deponierung oder thermische Verwertung	Rückstände bedingt wieder einsetzbar, abhängig von der Qualität der Trennung	Beste Voraussetzung zur Wieder- und Weiterverwendung der in Rückstände
Ökonomische Bewertung	Geringer Aufwand für die Einsammlung, keine besonderen Anforderungen an die Behälter	Geringer Aufwand für die Einsammlung, keine besonderen Anforderungen an die Behälter	Hoher Aufwand für die Einsammlung, besonderen Anforderungen an die Behälter
	Hohe Kosten für Beseitigung der Rückstände (Deponierungskosten)	Kosten für die nachträgliche Trennung und Sortierung der Rückstände Beseitigungskosten für nicht weiter zu verwen- dende Rückstände	Kosten für die getrennte Behandlung kleiner getrennt gesamelter Rückstände Geringe Beseitigungs- kosten für nicht weiter zu verwendende Rück- stände
		Erlöse aus Verkauf der separierten Wertstoffe	Erlöse aus Verkauf der separierten Wertstoffe

System wurde der „Grüne Punkt“ eingeführt, der nur gegen Zahlung eines entsprechenden Entgeltes verwendet werden darf.²⁷³

²⁷³ Vgl. Schulte (2009, S. 517).

Entsorgungslogistische Informationsleistungen beziehen sich insbesondere auf die Auftragsabwicklung und die Erstellung der Begleitdokumente (z. B. Anfallstelle, Reststoffart, -menge, Überwachungstätigkeiten, Entsorgungsweg und Behälterkennzeichnung). Die Auftragsabwicklung ist das Bindeglied zwischen den einzelnen logistischen Aufgaben und stellt den entsprechenden Informationsfluss sicher. Ausgelöst wird ein Auftrag beispielsweise dann, wenn ein in der Produktion zur Aufnahme von ungewollten Kuppelprodukten eingesetzter Behälter einen bestimmten Füllgrad erreicht und der zuständige Mitarbeiter die Abholung der Kuppelprodukte veranlasst. Die im Auftrag enthaltenen Informationen sind für die sich anschließenden logistischen Prozesse erforderlich.²⁷⁴

Entsorgungsprozesse im engeren Sinn Einen typischen Leistungsprozess der Entsorgungslogistik stellt die Rückführung von verwertbaren Materialien (Wertstoffen) in einen Produktions- oder Konsumtionsprozess dar. Hierbei können verschiedene Arten der Rückführung unterschieden werden. Es handelt sich um eine Wiederverwendung, wenn das gebrauchte Material in weitgehend unveränderter Gestalt für den gleichen Zweck eingesetzt wird, z. B. Mehrwegflaschen, runderneuerte Autoreifen. Eine Weiterverwendung liegt vor, wenn das gebrauchte Material in weitgehend unveränderter Gestalt für einen anderen Zweck verwendet wird, z. B. ein Altreifen, der als Kinderschaukel oder Pufferschutz gebraucht wird. Wird im Zuge des Recyclings eine stoffliche Aufarbeitung des Materials vorgenommen, liegt eine Verwertung vor. Analog zur Verwendung kann hierbei zwischen einer Wiederverwertung (der Wertstoff geht in den gleichen Produktionsprozess ein) und einer Weiterverwertung (aus dem Wertstoff entstehen nach Durchlauf eines anderen als des ursprünglichen Produktionsprozesses ein Werkstoff mit einem veränderten Verwendungszweck) differenziert werden. Diese Formen des Recyclings sind in möglichst großem Umfang zu nutzen, da dem Verwerten von Rückständen eine höhere Priorität beigemessen werden sollte als der Entsorgung (= Beseitigung) von Abfällen.

Abbildung 2.97 verdeutlicht den Kreislaufprozess der Entsorgungslogistik.

Bei allen genannten Tätigkeiten stellt die Beobachtung und Kontrolle der Einhaltung der gesetzgeberischen Auflagen eine weitere Aufgabe der Entsorgungslogistik dar.

Aufbereitungsprozesse Ziel der Aufbereitung von Abfällen ist die Rückgewinnung von Wertstoffen, die als Sekundärrohstoffe wieder dem Wirtschaftskreislauf zugeführt werden können. Daneben wird eine Anreicherung der im Abfall enthaltenen Schadstoffe auf möglichst kleine Restmengen mit dem Ziel der Ausschleusung und schadlosen Beseitigung angestrebt. In bestimmten Fällen ist durch aufbereitungstechnische Maßnahmen auch die Umwandlung von Schadstoffen in Wertstoffe oder mindestens unproblematische Reststoffe möglich.

²⁷⁴ Vgl. Schulte (2009, S. 516 f).

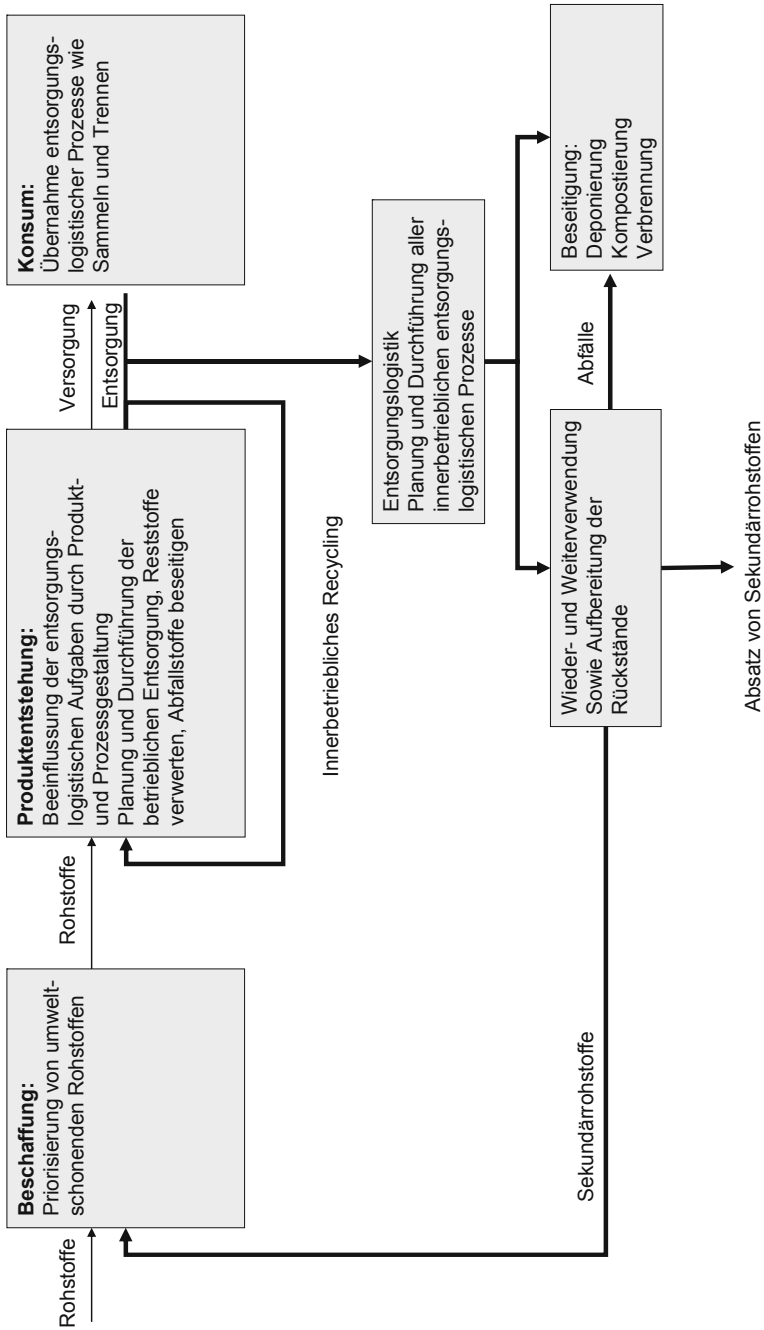


Abb. 2.97 Kreislauf in der Entsorgungslogistik. (Vgl. Knackstedt, R. (o.J., S. 10))

2.2.7.5 Entsorgungslogistischer Handlungsspielraum

Der entsorgungsstrategische Handlungsspielraum der Unternehmen ist durch den gesetzlichen Rahmen eingeschränkt. Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)²⁷⁵ von 1996 überträgt den Unternehmen die Verantwortung für den gesamten Produktlebensweg von Entwicklung über Produktion über die Vermarktung bis hin zur Rücknahmeverpflichtung des Herstellers und der damit verbundenen Rückgabepflicht des Nutzers. Das Gesetz differenziert die Rückstände in verwertbare Rückstände („Sekundärrückstände“) und unverwertbare Rückstände („Abfälle“). In den §§ 4 und 5 KrW-/AbfG wird die grundsätzliche Prioritätenreihenfolge:

- Vermeiden vor Verwerten von Rückständen,
- Verwerten von Rückständen vor Entsorgung von Abfällen,

festgelegt.

In § 22 (1) KrW-/AbfG heißt es: „Wer Erzeugnisse entwickelt, herstellt, be- und verarbeitet oder vertreibt, trägt zur Erfüllung der Ziele der Kreislaufwirtschaft die Produktverantwortung.“

Dabei umfasst die Produktverantwortung (Verursacherprinzip) die Entwicklung mehrfach verwendbarer Erzeugnisse, deren technische Langlebigkeit und die Kennzeichnung der Erzeugnisse. Zur Produktverantwortung gehören weiter die Rückgabe-, Wiederverwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten oder -pflichten, sowie Pfandrege-lungen. Die erzeugten Produkte müssen verwertungs- bzw. beseitigungsgerecht bezogen auf die enthaltenen Schadstoffe sein, um deren umweltverträgliche Verwertung bzw. deren Beseitigung nach Gebrauch verbleibende Abfälle sicherzustellen. Auch die Rücknahme der Erzeugnisse und deren Verwertung oder Beseitigung gehört zur Produktverantwortung des Herstellers.

Tabelle 2.28 fasst die Bestimmungen des KrW-/AbfG zur Beschreibung logistischer Aufgaben der Entsorgungslogistik zusammen.

Aus den gesetzlichen Vorgaben lassen sich verschiedene entsorgungsstrategische Handlungsalternativen ableiten, die in Tab. 2.29 dargestellt sind.

Die Entsorgungslogistik sollte auch die Produktentwicklung dahingehend beeinflussen, dass möglichst wenig und zugleich schadstoffarmer Werkstoff verwendet wird. Die eingesetzten Bauteile sollten gekennzeichnet und wieder verwendet werden können. Bei der Konstruktion sollte auf Demontagefreundlichkeit und damit eine Trennbarkeit der Einsatzstoffe geachtet werden.

²⁷⁵ Siehe z. B. Bundesministerium für Umwelt et al. (Hrsg.) (2011, o.S.).

Tab. 2.28 Bestimmungen des KrW-/AbfG zur Beschreibung logistischer Aufgaben der Entsorgungslogistik. (Vgl. Lemke (2004, S. 181))

Begriff	Beschreibung im Gesetzestext
Entsorgung	Die Abfallentsorgung umfasst nach KrW-/AbfG § 3 (7) die Verwertung und Beseitigung von Abfällen – nicht die Vermeidung von Abfällen
Verwertung	Die Kreislaufwirtschaft beinhaltet auch das Bereitstellen, Überlassen, Sammeln, Einsammeln durch Hol- und Bringsysteme, Befördern, Lagern und Behandeln von Abfällen zur Verwertung (KrW-/AbfG § 4 (5))
Beseitigung	Die Abfallbeseitigung schließt das Bereitstellen, Überlassen, Einsammeln, die Beförderung und Behandlung sowie die Lagerung und Ablagerung von Abfällen zur Beseitigung mit ein (KrW-/AbfG § 10 (2))
Lagerung	Im KrW-/AbfG ist weder die Lagerung noch die Ablagerung von Abfällen genauer definiert. Das Bereitstellen geht der eigentlichen Entsorgung voraus und ist nicht überwachungsbedürftig. Dieses Bereitstellen umfasst aber nur das „vorübergehende Hinstellen“ der Abfälle am Ort des Anfalls und kann damit zur Klärung des Begriffs Lagerung nicht herangezogen werden.
Transportgenehmigung	Diese berechtigt nach KrW-/AbfG § 49 (1) zur gewerbsmäßigen Sammlung und Beförderung von Abfällen zur Beseitigung.

Beim Transport ist eine Vermeidung oder zumindest Verminderung der Verpackung erstrebenswert. Ebenso ist in Zusammenarbeit mit anderen Bereichen zu untersuchen, inwiefern sich die Produktionsverfahren modifizieren lassen, um Abfallprodukte und Emissionen zu minimieren. Dies verdeutlicht die Querschnittsfunktion der Entsorgungslogistik. Schnittstellen bestehen nicht nur zu den anderen Logistikbereichen, wie Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik, sondern auch zur unternehmerischen Abfallwirtschaft sowie zu den Unternehmensbereichen Forschung und Entwicklung sowie Konstruktion. Diese Schnittstellen erfordern eine subsystemübergreifende Gestaltung der Entsorgungsaktivitäten, bei der eine Gesamtoptimierung angestrebt werden sollte.

Die Entsorgungslogistik betrifft jedoch nicht nur die unternehmensinternen Logistikprozesse, sondern hat auch zwischenbetriebliche Aspekte. So ist eine Abstimmung entlang der innerbetrieblichen und überbetrieblichen Wertschöpfungskette zur Reduzierung des

Tab. 2.29 Entsorgungsstrategischer Handlungsspielraum. (Vgl. Schulte (2009, S. 508))

Entsorgungsstrategie	Inhalt	Beispiel
Vermeidung	Aufgrund organisatorischer Maßnahmen oder Produktgestaltungen wird das Entstehen von Abfällen vermieden	Wegfall von Transport- oder Umverpackungen
Wiederverwendung	Erneuter Einsatz des gebrauchten Produktes für den gleichen Einsatzzweck ohne weitere Aufbereitungsmaßnahmen außer z. B. Reinigung.	Mehrwegverpackungen Nutzung von Gebrauchtteilen bei der Automobilreparatur
Weiterverwendung	Erneuter Einsatz des gebrauchten Produktes für einen anderen Einsatzzweck ohne weitere Aufbereitungsmaßnahmen außer z. B. Reinigung.	Altreifen auf Ausstattung auf Spielplätzen
Wiederverwertung	Aufbereitung des gebrauchten Produktes und Einsatz der gewonnenen Rohstoffe für den gleichen Zweck	Altglas- und Altpapierrecycling
Weiterverwertung	Aufbereitung des gebrauchten Produktes und Einsatz der gewonnenen Rohstoffe für einen anderen Zweck	Verarbeitung von Altkleidern zu Putzwohle
Beseitigung	Keine weitere Verwendung der Abfallstoffe	Deponierung Verbrennung Kompostierung

entsorgungslogistischen Aufwandes erforderlich. Eine Abstimmung zwischen Lieferant und Abnehmer kann zur Reduzierung des Verpackungsaufwandes führen. Das Sortieren der Abfälle beim Konsumenten erhöht die Wieder- und Weiterverwendung von Rückständen durch die Sortenreinheit.

2.2.7.6 Bedeutung des ökologischen Engagements für die Logistik²⁷⁶

Der steigende Anteil logistischer Prozesse an der Wertschöpfung durch die zunehmende Globalisierung resultiert in einer Zunahme der Verkehrsleistung. Die mit der Wertschöpfung verbundene Umweltbelastung wird daher verstärkt von der Umweltbelastung logistischer Prozesse beeinflusst.

Der zunehmende Aufgabenumfang der Logistik im Unternehmen hat in vielen Bereichen zur Entwicklung der Logistik hin zu einer Führungsfunktion und einer verstärkten Zuordnung von Querschnittsaufgaben zum Logistikmanagement geführt. Damit gehört die Verantwortung für die Durchführung dieser Aufgaben und des zugehörigen Umweltschutzes in den Verantwortungsbereich des Logistikmanagements.

Aus dem Umweltschutzpotenzial der Logistik lässt sich ableiten, dass geeignete Instrumente zur Beeinflussung der Umweltbeeinträchtigung zur Verfügung stehen. Durch die Ausrichtung und Gestaltung des Logistikmanagements kann damit der Umweltschutz

²⁷⁶ Vgl. Lemke (2004, S. 86 f).

gesteigert werden. Die vielfältigen Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastungen logistischer Prozesse werden bislang nur unzureichend ausgeschöpft.

Vergleicht man die auf die Logistikprozesse ausgerichteten Maßnahmen zur Verbesserung der Entsorgungslogistik und damit des Umweltschutzes beispielsweise mit denen in Produktionsverfahren, so ist in der Logistik noch ein erhebliches Verbesserungspotenzial zu erkennen. Da bislang der Schwerpunkt des Umweltmanagements im Unternehmen eher auf das Produkt gerichtet war, weist der prozessorientierte Bereich einen Rückstand auf. Diesen Aufzuholen ist eine der bedeutenden Herausforderungen zukünftiger Logistikkonzeptionen.²⁷⁷

²⁷⁷ Siehe hierzu auch Kap. 5 (Green Logistics).

Logistik

Eine Einführung in Ökonomie und Nachhaltigkeit

Koch, S.

2012, XXII, 348 S., Softcover

ISBN: 978-3-642-15288-7