

Das Lager als logistische Funktion – Stand der Technik und zukünftige Entwicklungen

Eine wesentliche Komponente der Unternehmenslogistik mit den Aufgabenbereichen Beschaffung, Produktion, Distribution und Entsorgung stellt die Lagerung dar. Der Stellenwert der Lagerung innerhalb der Unternehmenslogistik wird nicht nur durch die Notwendigkeit von Lagersystemen für den Betriebsablauf überhaupt, sondern auch durch die wirtschaftliche Bedeutung dieser Logistikfunktion für ein Unternehmen bestimmt. Der Kostendruck auf den nationalen und insbesondere auf den internationalen Märkten, wobei ein ständiger Anstieg der Kostenanteile für Materialfluß, Transport und Umschlag festzustellen ist, zwingt die Unternehmen, vorhandene Rationalisierungspotentiale und Produktivitätsreserven konsequent zu nutzen. Wesentliche Ansatzpunkte zu Kostenreduzierungen bestehen z.Zt. in der Verkürzung von Durchlaufzeiten und der Verringerung, ja sogar Vermeidung von Lagerbeständen.

Dabei stehen inzwischen weitläufig bekannte Schlagworte wie Just-in-Time oder produktionssynchrone Anlieferung im Mittelpunkt des Interesses. Diese Begriffe lassen bei oberflächlicher Betrachtung eher auf eine abnehmende Bedeutung der Lagertechnik als Komponente einer zeitgemäßen Unternehmenslogistik schließen. Bei intensiverer Beschäftigung mit diesem Thema wird jedoch sehr schnell deutlich, daß hierbei Lagerbestände oftmals nur verschoben werden, die Notwendigkeit der Lagerhaltung i.a. jedoch nur selten in Frage gestellt wird. So führt beispielsweise die Fremdvergabe logistischer Dienstleistungen, die unter dem Schlagwort „make-or-buy-Entscheidung“ von einigen Branchen, wie etwa der Automobilindustrie, in zunehmendem Maße praktiziert wird, zu einer Verlagerung der Bestände zum Dienstleister/Spediteur.

Aber auch die bereits erwähnte Tendenz zu einer zeitgenauen Anlieferung führt insbesondere durch die Notwendigkeit einer spezifischen, anforderungsgerechten Systemauswahl und -planung zu einer steigenden Bedeutung der Lagertechnik innerhalb der Unternehmenslogistik. Abhängig vom Anwendungsfall können dabei sowohl relativ einfache Lösungen, aber auch hochautomatisierte Systeme geeignet sein.

Die Einsatzgebiete von Lagersystemen erstrecken sich über alle Bereiche von Industrie, Handel und Dienstleistung. Für Industrieunternehmen von großer Bedeutung sind die Produktionslager, die sich im wesentlichen nach ihrer Stellung im Produktions-/Fertigungsprozeß unterscheiden lassen:

Beschaffungslager

Diese Lager dienen insbesondere der Bereitstellung von Roh- und Hilfsstoffen, aber auch von Halbfertigprodukten, die für die nachfolgenden Produktionsprozesse benötigt werden. Damit liegt die wesentliche Aufgabe dieser Lagerart in der Sicherung der unmittelbaren Materialverfügbarkeit für nachgeschaltete Bereiche.

Zwischenlager

Die Aufgabe des Zwischenlagers liegt im wesentlichen in einer zeitlichen Entkoppelung von Produktionsabläufen, d.h. technologisch oder organisatorisch bedingte Asynchronitäten zwischen einzelnen Arbeitsgängen von Fertigungs- und Produktionsprozessen werden ausgeglichen. Gerade vor dem Hintergrund einer zunehmenden flexiblen Verkettung von Fertigungsabläufen im Sinne einer ganzheitlichen Produktionslogistik wird der produktionsintegrierte Einsatz von i.a. hochautomatisierten Lagersystemen immer wichtiger.

Absatzlager

Die Aufgaben des Absatzlagers, das oft auch als Fertigwarenlager bezeichnet wird, liegen in der Aufnahme und Auslieferung der produzierten Güter. Damit findet in diesem Lager eine Entsorgung der Produktion und eine Versorgung der Verbraucher statt. Der Entsorgungsaspekt bezieht sich heutzutage häufig nicht mehr nur auf das Produktspektrum eines Unternehmens, sondern muß auch die bei der Produktion/Fertigung entstehenden Rückstände im Sinne einer ganzheitlichen Entsorgungslogistik berücksichtigen.

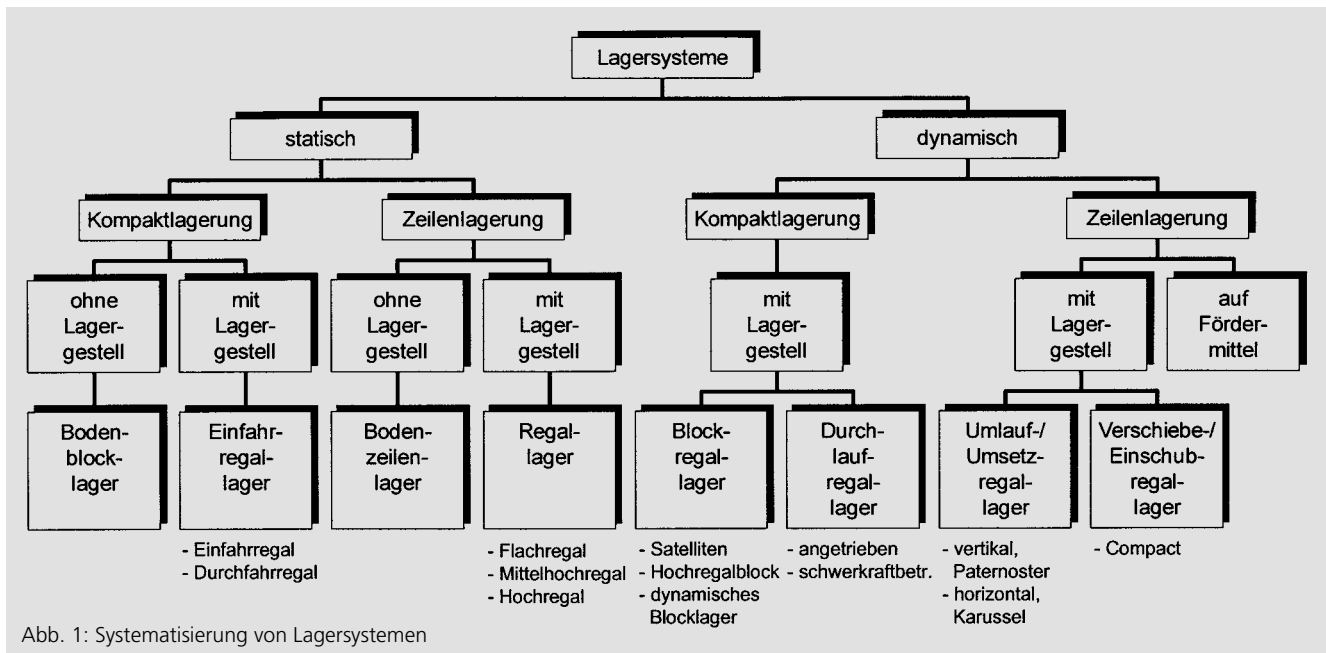


Abb. 1: Systematisierung von Lagersystemen

Handelslager dienen im wesentlichen der Überbrückung von zeitlichen, räumlichen oder sortimentsbedingten Differenzen zwischen den Anforderungen einer Produktion und den Bedürfnissen der Verbraucher. Handelslager lassen sich im wesentlichen in die folgenden beiden Lagerarten differenzieren:

Umschlaglager

Die Aufgabe dieses Lagers besteht im wesentlichen im Umschlag der Güter von einem Transportmittel/Verkehrssystem auf ein anderes. Diese Lagerart zeichnet sich durch hohe Umschlagleistungen, kurze Verweilzeiten des Lagergutes im Lager und einen transportorientierten Standort aus.

Verteillager

Diese Lagerart dient der Zusammenstellung kundenspezifischer Bestellungen und der bedarfs- und termingerechten Belieferung der verschiedenen Abnehmer. Hauptbetreibergruppen von Verteillägern, die oftmals auch als Warenverteilsysteme bezeichnet werden, sind große Warenhauskonzerne und Supermarktketten, die hier vom Produzenten angelieferte Ware in bedarfsgerechte Handelssortimente umwandeln. Weitere Einsatzgebiete sind Speditions- und Ersatzteillager. Diese Lagerart ist im allgemeinen bereits die zweite Lagerstufe nach der

Produktion (Absatzlager) und wird oftmals von mehreren Herstellern beliefert. Wesentliche Kennzeichen dieser Lagerart sind ein hoher Kommissionieraufwand und ein kundenorientierter Standort.

Wesentliche Voraussetzung für die optimale Funktion eines Lagers ist die Systemfestlegung. Hierbei ist aus einer Vielzahl von technischen Lagervarianten der optimale Lagertyp auszuwählen. Dieses Auswahlverfahren ist nicht nur für den Lagerkern, sondern auch für sämtliche notwendigen peripheren Funktionen und Subsysteme, wie beispielsweise Kommissionierung, Transport oder Verladung, durchzuführen. Grundsätzlich sollte ein Lagersystem von „innen nach außen“ geplant werden, d.h. zuerst sind entsprechende lagertechnische Lösungen und Organisationsformen zu konzipieren und dann daran angepaßte Gebäude zu planen, und nicht - wie oft zu beobachten - eine Lagertechnik in ein vorhandenes Gebäude „einzupassen“.

Daher werden in diesem Beitrag die für eine optimale Auslegung eines Lagersystems entscheidenden Lagertechniken vor den verschiedenen üblichen Gebäudeformen vorgestellt. Eine gängige Unterteilung der existierenden Lagertypen in technische Lagervarianten beruht auf dem Lagerungsprinzip. Der daraus resultierende Strukturbaum ist in Abbildung 1 dargestellt.

Statische Lagermittel

In statischen Lagern verbleiben die Ladeeinheiten nach der Einlagerung bis zur Auslagerung im Ruhezustand auf einem Lagerplatz.

Dynamische Lagermittel

Dynamische Lagermittel zeichnen sich durch einen Bewegungsvorgang der Ladeeinheit nach der Einlagerung aus. Eine weitere Differenzierung bezieht sich auf das spezifische Fachfassungsvermögen bzw. auf die Lagerungsdichte. Dabei werden die Lagersysteme in eine kompakte und eine Zeilenlagerung untergliedert.

Kompaktlagerung

Hierbei werden die Ladeeinheiten zu Blöcken zusammengefaßt. Es entsteht ein hohes Fachfassungsvermögen. Ein Zugriff auf auszulagernde Ladeeinheiten ist grundsätzlich nur sequentiell möglich.

Zeilenlagerung

Die Einlagerungstiefe beträgt bei dieser Lagertechnik grundsätzlich eine Ladeeinheit. Es ist in der Regel ein wahrfreier Zugriff auf sämtliche Ladeeinheiten möglich. Ein weiteres wesentliches Untergliederungskriterium der Lagersysteme ist der Einsatz von Lagergestellen. Dabei ist festzustellen, daß die Lagerung ohne Lagergestell

grundsätzlich auch als Bodenlagerung aufgefaßt werden kann.

Lagerung ohne Lagergestell

Die Lagerung auf dem Boden ohne den Einsatz von Regalen ist in der Regel den statischen Lagerformen zuzuordnen.

Lagerung mit Lagergestell

Unter dem Oberbegriff Lagerung mit Lagergestell fallen sowohl die Regallagerung als auch die Lagerung auf Fördermitteln. Bei einem Einsatz von Lagergestellen ist prinzipiell eine statische, aber auch eine dynamische Lagerung von Ladeeinheiten möglich.

Die unterste Ebene des Strukturbaumes enthält die folgenden aus der Aufteilung resultierenden gebräuchlichsten Lagermittel:

Bodenlagerung (ohne Lagergestell)

- **Blocklagerung:**
Mehrere Ladeeinheiten werden neben- und übereinander in Blöcken gestapelt. Im Zugriff befindet sich nur die oberste äußere Reihe der Ladeeinheiten an einer Lagergasse.
- **Zeilenlagerung:**
Jeweils zwei Ladeeinheiten werden, durch Lagergassen getrennt, hintereinander in Zeilen auf dem Boden übereinander gestapelt. Damit ist, vergleichbar zum Blocklager, ein direkter Zugriff auf mehrere Ladeeinheiten möglich.

Diese Lagerungsarten werden vorzugsweise bei großem Bestand pro Artikel und einer geringen Artikelanzahl eingesetzt, wobei die Zeilenlagerung auch bei kleineren Mengen pro Artikel angewendet werden kann. Klassische Anwendungsgebiete sind Umschlaglager und Versandbereitstellungszonen. Eine wesentliche Voraussetzung der Bodenlagerung ist die Stapelfähigkeit der Lagereinheiten.

Statische Regallagerung

- **Regallager:**
Eine Lagerung von nicht stapelbaren Gütern oder die Realisierung größerer Lagerhöhen erfordert den Einsatz von Regalen. Ein wesentliches Differenzierungskriterium der Regallager ist die Lagerhöhe. Bis zu einer Höhe von 7 m spricht man von Flachregallägern, bis zu einer Höhe von 12 m werden Lager als Mittelhochregallager bezeichnet. Hochregallager schließlich werden in Lagerhöhen von 12 m bis 45 m realisiert (vgl. auch Lagergebäude). Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal bilden die vom Lagergut abhängigen Konstruktionsmerkmale der unterschiedlichen Regalformen.
- **Palettenregale:**
Diese Lagermittel ermöglichen die Lagerung von Stückgütern auf Ladehilfsmitteln und bilden die häufigste Lagerart überhaupt.

Die z.Zt. gebräuchlichsten Ladehilfsmittel sind:
 - **Flachpaletten:**
Europaletten:
800 mm x 1.200 mm
Chemie-/Industriepalette:
1.000 mm x 1.200 mm
 - **Fachbodenregal:**
Nicht palettierte Groß- und Kleinteile werden auf Fachböden aus Stahl oder Holz gelagert.
 - **Schubladerregal:**
Die abgeschlossenen Fachböden aus Holz oder Stahl sind seitlich in die Lagergassen zur Ein- und Auslagerung ausziehbar. Hauptanwendungsgebiete sind Kleinteile, aber auch Langgut.
 - **Kragarmregal:**
Diese Lagertechnik dient insbesondere zur Lagerung von Langgut auf den Regalständern auskragenden starren oder beweglichen Armen.
 - **Einfahr-/Durchfahrregal:**
Eine Möglichkeit der kompakten Regallagerung stellen Einfahr- bzw. Durchfahrregale dar. Die Ladeeinheiten werden in Kanälen auf durchlaufenden Konsolen hintereinander stehend in mehreren Ebe-

nen übereinander eingelagert. Die Lagerbedienung erfolgt durch Gabelstapler, die in den befahrbaren Kanälen operieren. Beim Einfahrregal ist der Kanal zu einer Seite hin abgeschlossen, damit wird die zuletzt eingelagerte Ladeeinheit zuerst wieder ausgelagert (Lifo-Prinzip), während das Durchfahrregal zu beiden Seiten eines Lagerkanals hin geöffnet ist. Dabei wird üblicherweise von einer Seite her ein- und zur anderen Seite hin ausgelagert (Fifo-Prinzip).

Dynamische Regallagerung

- **Durchlaufregallager:**
Im Durchlaufregallager werden die Ladeeinheiten in Kanälen hintereinander und in mehreren Ebenen übereinander gelagert. Innerhalb der Kanäle können verschiedene Stetigförderprinzipien zum Einsatz kommen:
- **Rollenbahnen** (schwerkraftgetrieben/angetrieben)
- **Kettenförderer** (angetrieben)
- **Bandförderer** (angetrieben)

Am weitesten verbreitet sind Durchlaufregale mit geneigten Rollenbahnen, wobei an der höher gelegenen Seite ein- und an der tiefer gelegenen Seite ausgelagert wird. Das Schwerkraftprinzip sorgt nach der Entnahme der ersten Ladeeinheit eines Kanals dafür, daß alle folgenden Ladeeinheiten um einen Lagerplatz aufrücken, wobei häufig Bremsysteme zum Einsatz kommen.

Das Fifo-Prinzip wird bei dieser Lagertechnik zwangsweise eingehalten. Als angetriebene Förderer-elemente werden insbesondere Rollenbahnen und Tragketten, aber auch Bandförderer eingesetzt. Der Fördervorgang zur Auslagerung vollzieht sich automatisch. Diese Lagertechnik kann auch bei sehr großen Gewichtsdimensionen der Ladeeinheiten einen zuverlässigen Betrieb garantieren, ist aber mit hohen Investitionskosten verbunden. Das typische Einsatzgebiet von Durchlaufregallägern ist die Lagerung von großen Artikelmen-gen und kleiner Artikelanzahl bei hohen Umschlagleistungen.

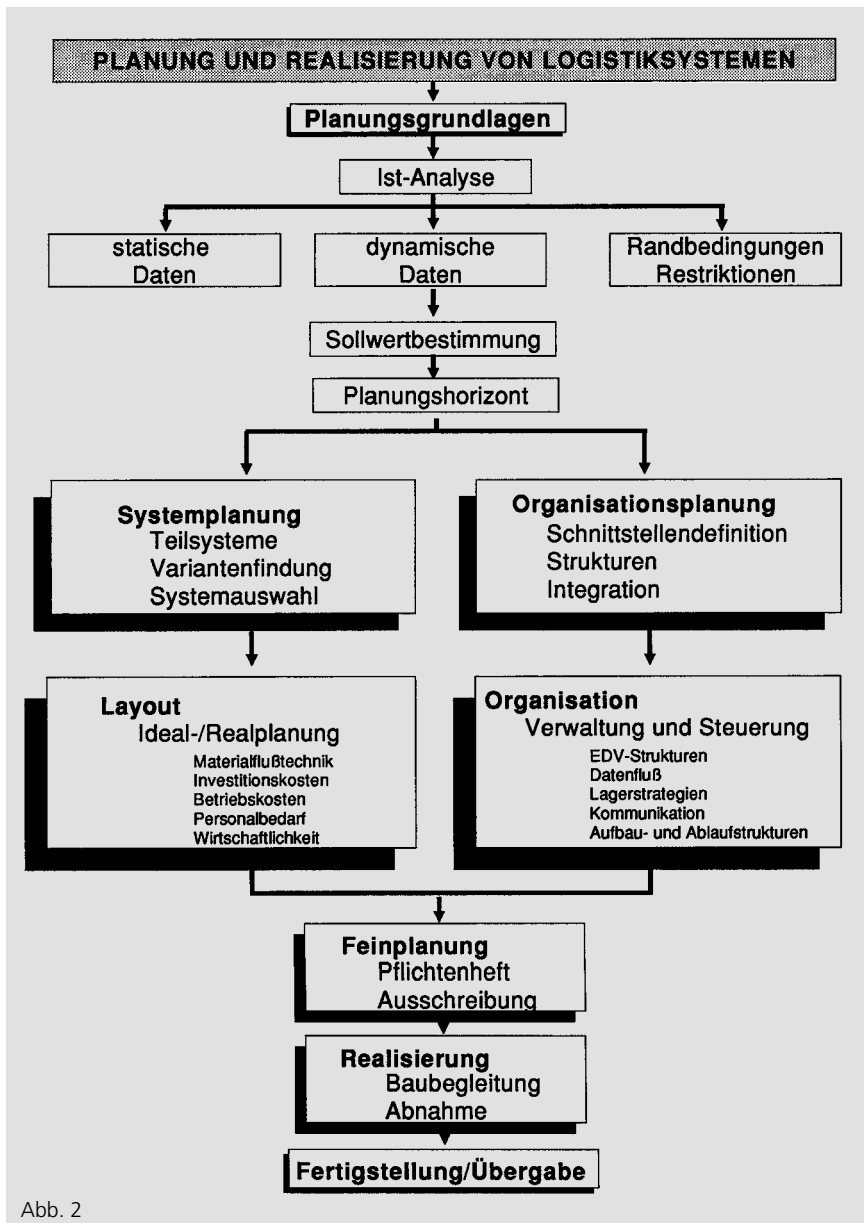


Abb. 2

- **Blockregallager:**
Eine andere Möglichkeit der Realisierung einer Ladeeinheitenbewegung im Lagerkanal stellt der Einsatz von Rollpaletten oder Rolluntersätzen dar. Somit werden die Ladeeinheiten prinzipiell auf Unstetigförderern bewegt. Obwohl der Lageraufbau dem eines Durchlaufregals sehr ähnlich ist, besteht ein wesentlicher Unterschied darin, daß diese speziellen Ladehilfsmittel in einem geschlossenen Kreislauf von der Auslagerungs- zur Einlagerungsseite transportiert werden müssen. Die speziellen Ladehilfsmittel sind in der Regel relativ kostenaufwendige Sonderkonstruktionen.

Gerade die automatisierten Varianten dieser Lagertechnik waren in

den letzten Jahren Gegenstand intensiver Neu- und Weiterentwicklungen. Ein Beispiel dafür ist das Satellitenlager oder Hochregalblocklager. Dabei werden die Ladeeinheiten durch sogenannte Satellitenfahrzeuge in einem Lagerkanal verfahren und auf horizontal parallel verlaufenden Schienenprofilen, die gleichzeitig der Führung des Satelliten dienen, abgesetzt. Die zum Anfahren eines Kanals erforderlichen Vertikal- und Horizontalbewegungen des Satellitenfahrzeuges werden durch Regalförderzeuge oder Aufzug-Trägerfahrzeugkombinationen realisiert.

Ein Zugriff ist bei dieser Lagertechnik grundsätzlich nur auf die jeweils erste Ladeeinheit eines Ka-

nals möglich, so daß auch hierbei das Fifo-Prinzip in der Lagertechnik implementiert ist. Die Zielstellungen der Weiterentwicklung dieser Lagertechnik liegen im wesentlichen in dem Versuch, eine Kombination der Vorteile eines Hochregallagers, wie hoher Automatisierungsgrad und hohe Umschlagleistung, mit den Vorzügen eines Blocklagers, wie vor allen Dingen einem hohen Raumnutzungsgrad zu erreichen. Die Haupteinsatzgebiete dieser Lagertechnik sind denen des Durchlaufregallagers ähnlich.

In diesem Faktum liegt, auch vor dem Hintergrund der sehr hohen Investitionskosten für Blockregallager, die bisher geringe Verbreitung dieser Lagertechnik begründet.

- **Umlaufregale:**
Das Umlaufregal zeichnet sich durch bewegliche Lastaufnahmen aus, die vertikal oder horizontal umlaufen. Vertikal verfahrbare Umlaufregale werden i.a. als Paternosterregale und horizontale Umlaufregale als Karussellregale bezeichnet. Die Bewegung wird in der Regel durch Stetigförderer realisiert, als Antriebssystem dient üblicherweise eine endlos umlaufende Kette.

Die Haupteinsatzgebiete dieser Lagertechnik liegen in der Lagerung von Kleinteilen oftmals zur Kommissionierung bei kleinen Mengen pro Artikel und mittlerer bis großer Artikelzahl.

- **Umsetzregallager:**
Der Prinzipaufbau ähnelt dem der Umlaufregallager, wobei der Bewegungsablauf der Regalzeilen nicht stetig, sondern getaktet erfolgt und die Regalblöcke nicht umlaufen, sondern horizontal oder vertikal verschoben werden. Die Vorteile dieser Lagertechnik liegen in einer sehr guten Raumnutzung, wobei die Umschlagleistung bedingt durch die realisierbaren Taktzeiten jedoch vergleichsweise gering ist. Die Haupteinsatzgebiete von Umsetzregalen liegen in der Lagerung von kleinen bis mittleren Mengen je Artikel bei mittlerer Artikelanzahl und geringer Zugriffshäufigkeit.

- **Verschieberegallager:**

In einem Verschieberegallager werden bewegliche Regalzeilen dicht nebeneinander auf Schienen verschiebbar aufgestellt, wodurch systembedingt von einer Kombination von Block- und Regallagerung gesprochen werden kann. Für alle Lagerzeilen eines Systems zusammen ist nur eine Regalgasse vorgesehen. Für die Beschickung und Entnahme dieser Lagertechnik wird diese Regalgasse aufgeschoben. Neben dem manuellen Antrieb werden abhängig vom Gewicht der Regalzeilen auch angetriebene Systeme angeboten. Diese Lagertechnik zeichnet sich durch eine gute Raumnutzung bei geringen Umschlagleistungen aus. Die Umschlagleistungen solcher Anlagen können prinzipiell durch zusätzliche Gänge erhöht werden.

Neuere Entwicklungen streben eine Leistungserhöhung durch die vollständige Automatisierung dieses Lagersystems an. Dabei werden in der verschiebbaren Regalgasse Satellitenfahrzeuge, die von einem Trägerfahrzeug transportiert werden, eingesetzt. Die Haupteinsatzgebiete dieser Lagertechnik entsprechen etwa denen des Umsetzregallagers, wobei auch Lang- und Schwergüter gelagert werden können.

- **Einschubregallager:**

Das Prinzip der Einschubregallagerung ähnelt dem des Verschieberegallagers, wobei keine auf-fahrbare Regalgasse vorhanden ist, sondern die Regalzeilen auf Schienen in Längsrichtung verfahrbar in einen Lagergang geschoben werden. Bei einem Einsatz von flurbundenen Fördermitteln zur Lagerbedienun- gung treten dabei jedoch Behinderungen durch die in den Gang ausgefahrenen Regalzeilen auf. Die Haupteinsatzgebiete dieser Lagertechnik liegen in der Kleinteilelagerung.

- **Lagerung auf Fördermitteln:**

Hierunter wird die Lagerung des Gutes direkt auf der Fördertechnik verstanden. Die Lagertechnik findet insbesondere dann Anwendung, wenn eine Integration der logistischen Grundfunktionen Fördern und Lagern angestrebt wird. Eine solche Anwendung stellen bei-

spielsweise Paketsortieranlagen dar. Analog zur Einteilungssystematik der Fördermittel ist eine Lagerungsfunktion prinzipiell sowohl durch Stetigförderer als auch mit Unstetigförderern zu realisieren.

Am häufigsten verbreitet ist in diesem Zusammenhang der Einsatz stetiger Fördersysteme wie beispielsweise Staurollenbahnen oder Staukettenförderer, aber auch flurfreie Förder- techniken wie etwa Kreisförderer und Schleppkreisförderer. Unstetige Fördermittel wie fahrerlose Transportsysteme (FTS) oder Elektrohängebahnen (EHB) werden vergleichsweise selten in einer Staufunktion eingesetzt. Der exakten Auswahl und Auslegung eines dem Einsatzgebiet optimal angepaßten Lagersystems kommt insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit eine steigende Bedeutung zu. Damit müssen Lagersysteme grundsätzlich im Rahmen einer genauen und umfassenden Planung konzipiert werden.

- **Planung eines Logistiksystems**

Eine detaillierte Darstellung des Ablaufes einer Logistikplanung würde zum einen den Rahmen dieses Beitrages sprengen und muß zum anderen grundsätzlich auf den Einzelfall bezogen systemspezifisch durchgeführt werden. Der prinzipielle Ablauf einer Planung logistischer Systeme ist in Abbildung 2 dargestellt. Eine solche Planung beginnt grundsätzlich mit der Durchführung einer Ist-Analyse im Rahmen der Erarbeitung einer Planungsbasis. Eine solche Ist-Analyse umfaßt die Aufnahme der

- statischen Systemdaten
 - Artikelspektrum
 - Lagereinheitenspektrum
 - Bestandsreichweiten
 - ...
 - und
- dynamischen Systemdaten
 - Produktionsausstoß
 - Lagerzu- und -abgänge
 - Anzahl der Aufträge pro Tag
 - ...

sowie der Randbedingungen und Restriktionen wie etwa die Weiternutzung eines bestehenden Gebäudes. Bei der Überarbeitung bestehender Systeme kann die Durchführung einer umfassenden Schwachstellenanalyse hilfreich sein. Die aufgenommenen Daten müssen durch festzule-

gende Faktoren auf den Planungszeitraum des Lagersystems hochgerechnet werden und ergeben dann den Planungshorizont des Systems. Die Zuverlässigkeit dieser Datenaufnahme hat wesentliche Rückwirkungen auf die Qualität einer sich anschließenden Lagerplanung.

Auf den Planungsgrundlagen aufbauend schließt sich eine auf den Einzelfall abgestimmte Systemplanung an. Ein wesentlicher Bestandteil einer solchen Systemplanung ist die Auswahl der optimalen Lagertechnik. Wie bereits erwähnt, verfügt jedes Lagersystem über bevorzugte Einsatzgebiete, die sich in Auswahlkriterien wie beispielsweise:

- **Bestand pro Artikel**
- **Artikelanzahl**
- **realisierbarer Umschlag**
- **Ladeeinheiteneingang**
- **Ladeeinheitengewicht**

ausdrücken lassen. Aus diesen Auswahlkriterien läßt sich für jede Lagertechnik ein spezifisches Eignungsprofil entwickeln. Die entsprechenden qualitativen Eignungsprofile der in diesem Beitrag angesprochenen Lagertechniken sind in Abbildung 3 dargestellt.

Parallel zur Auswahl und Konzipierung der Systemtechnik wird eine Organisationsplanung durchgeführt, da sich die technisch-wirtschaftlichen Aspekte einer Systemplanung nicht von den organisatorisch-informati- schen Gesichtspunkten trennen lassen. Die für jedes Subsystem eines Lagers ausgewählten Lösungen werden im Rahmen der Layoutplanung zu einem Gesamtsystem integriert, wobei die diesem Gesamtsystem optimal angepaßte Organisationsstruktur erarbeitet wird. Eine umfassende Detaillierung des Gesamtsystems findet erst daran anschließend in Form einer Feinplanung statt.

Erst nachdem die Lagersystemauswahl und -planung abgeschlossen ist, sollte ein entsprechendes Lagergebäude konzipiert werden, wobei dieses eine optimale Funktion des Logistiksystems Lager gewährleisten sollte. Das Lagergebäude bildet quasi die äußere Hülle des Lagersystems. Im wesentlichen lassen sich die folgenden Lagerbauarten unterscheiden:

Lagertechnik	Bestand pro Artikel				Artikelanzahl		Flächennutzung		Realisierbarer Umschlag		Technisierungsgrad					Durchschnittlicher investitionsaufwand			Ladeeinheiten-eignung			Gewicht der Ladeeinheiten		Lagerbauart			
	0	3	6	n	gering	hoch	mittel	hoch	gering	hoch	1	2	3	4	5	mittel	hoch	Kt	Pal	GT	gering	hoch	Fr	L	SL	HRL	
Bodenblocklager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Einfahrtregallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Blockregallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Durchlaufregallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Flachregallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Hochregallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Umlaufregallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						
Verschieberegallager	[diagonal shading]				[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]		[diagonal shading]					[diagonal shading]			[diagonal shading]		[diagonal shading]						

Abb. 3

Freilager

Diese Bauform wird als offenes oder überdachtes Freilager eingesetzt. Ein Freilager besteht lediglich aus einer befestigten Fläche und ist als überdachtes Freilager mit einer Leichtdachkonstruktion versehen. Diese Lagerbauart ist nur für witterungsunempfindliche Lagergüter geeignet. Als Lagertechnik wird üblicherweise die Bodenlagerung eingesetzt.

Flachbau

Die Lagerung in einem allseitig geschlossenen Gebäude mit nur einer Gechoßebene stellt die gebräuchlichste Lagerbauart dar. Bei einer Ausstattung des Lagergebäudes mit Regalen bis zu einer Höhe von 7 m spricht man von einem Flachregallager. Regallager mit einer Höhe von bis zu 12 m werden als Mittelhochregal-/Hochflachlager bezeichnet. Dabei sind zwei verschiedene Bauweisen möglich: Zum einen die Aufstellung freistehender Regale in einer Halle und zum anderen die Ausführung in Silobauweise, wobei die Regalkonstruktion gleichzeitig tragendes Element des Lagergebäu-



Abb. 4

des ist (Einzweckhochbau). Die Lagerbedienung von Mittelhochregallagern erfolgt durch entsprechende Bediengeräte wie beispielsweise Hochhub-Gabelstapler oder geführte Schmalgangstapler.

Bei einem Flachbau handelt es sich um die flexibelste Lagerbauart. Prinzipiell sind alle Lagertechniken installierbar. Die eingeschossige Bauweise ermöglicht eine gute Zugänglichkeit, einen wirtschaftlichen Materialfluß und einfache Erweiterungsmöglichkeiten.

Einzweckhochbau (Hochregallager)

Kennzeichnendes Merkmal dieser Lagerbauform ist die Silobauweise, d.h. die Regalkonstruktion ist gleichzeitig tragendes Hauptelement des gesamten Gebäudes. Es sind prinzipiell die folgenden unterschiedlichen Bauweisen zur Erstellung solcher Einzweckbauten möglich:

- Regalkonstruktion: Stahlbau
Dach und Wände: Blechverkleidung
- Regalkonstruktion: Betonfertigteile
Dach und Wände: Betonfertigteile
- Regalkonstruktion: Ortbeton
Dach und Wände: Ortbeton

oder einige Mischformen der o.g. Möglichkeiten. Es können z.Z. Bauhöhen von maximal 45 m wirtschaftlich realisiert werden. Die Lagerbedienung erfolgt durch schienengeführte automatische Regalförderzeuge.

Geschoßbau

Ein Geschoßbau als allseitig geschlossenes Gebäude mit zwei oder mehr Stockwerken weist aus logistischer, aber auch sicherheitstechnischer Sicht einige Nachteile auf. So sind beispielsweise sämtliche vertikalen Materialbewegungen auf entsprechenden Fördereinrichtungen (Aufzüge, Vertikalförderer) beschränkt, und mit Ausnahme des Erdgeschosses sind sowohl die Fluchtmöglichkeiten als auch die Brandbekämpfungsmöglichkeiten stark eingeschränkt. Für die Installation von Lagertechnik sind die beschränkten Deckentragfähigkeiten zu beachten. Bevorzugte Anwendungsgebiete von Stockwerklagern sind Magazine, Handlager, Packmittellager oder ggf. produktionsbedingte Zwischenlager.

Traglufthalle

Traglufthallenlager bestehen aus einer Hallenhaut aus luftundurchlässigem Gewebe und werden durch ein Gebläse ballonartig über einer befestigten Fläche aufgespannt. Diese Lagerbauform bietet eine hohe Flexibilität bei zeitlich begrenzten Einsatzzeiträumen.

Ein Lagersystem, das im wesentlichen aus den vorgestellten Komponenten Lager-, Materialfluß- und Gebäudetechnik besteht, kann niemals losgelöst von einer entsprechenden Lager-

organisation gesehen werden. Die gesamte Organisation läßt sich in eine Aufbau- und Ablauforganisation unterscheiden:

Aufbauorganisation

Heutzutage finden i.a. hierarchisch gegliederte Organisationsstrukturen Anwendung, die sich bei vollautomatischen Systemen im Aufbau der Rechnerhierarchie widerspiegeln. Eine dem Stand der Technik entsprechende Rechnerhierarchie zeigt Abbildung 4. An der Spitze dieser Hierarchie befindet sich die

- administrative Ebene
Hier werden vorwiegend Abstimmungs- und Koordinationsaufgaben durchgeführt.

Der administrativen Ebene untergeordnet ist die

- dispositive Ebene
In dieser Stufe ist die eigentliche Lagerverwaltung angesiedelt, die für die Kontrolle des gesamten Lagersystems zuständig ist.
- operative Ebene
Auf dieser untersten Rechnerhierarchieebene findet die Steuerung der Lagerbedienung und der dem Lagersystem vor- und nachgeschalteten Fördertechnik statt.

Ablauforganisation

Die den verschiedenen Hierarchieebenen der Aufbauorganisation zugeordneten erforderlichen Aufgaben, Tätigkeiten und Aktivitäten bilden die Ablauforganisation eines Lagersystems. Wesentliche den genannten

Hierarchieebenen zugeordnete Aufgaben sind in Abbildung 4 aufgeführt.

Eine wesentliche Aufgabe der dispositiven Ebene (Lagerverwaltung) besteht in der Umsetzung von Lagerbewirtschaftungsstrategien. Dabei können verschiedene Strategien der Lagerplatzvergabe sowie der Ein-/Auslagerung unterschieden werden:

- Lagerplatzvergabe
chaotische Lagerordnung
Festplatzlagerung
Lagerzonung (Schnell-/Langsamdreher)
- Ein-/Auslagerung
First in - first out
Last in - first out
Verfahrwegoptimierung.

Die Konzipierung einer geeigneten Lagerorganisation ist, bedingt durch ihren Einfluß auf die Betriebskosten eines Lagers, ebenfalls von wesentlicher Bedeutung eines Lagersystems und verlangt dementsprechend eine auf den jeweiligen Einzelfall genau abgestimmte Planung.

Die Sichtweise des Lagers als relativ statischer Betriebsbereich am Ende eines vergleichsweise dynamischen Produktionsablaufes mit allen damit verbundenen Fehleinschätzungen wie beispielsweise Abstellung der am schlechtesten qualifizierten Mitarbeiter in das Lager und Ausstattung des Lagerbereiches mit zweitklassiger Technik, ist veraltet.

Ein zeitgemäßes Lager stellt als integrierter Bestandteil einer übergreifenden Unternehmenslogistik auch in sich ein komplexes dynamisches System dar.