

# Das Stapelkranlager der Viscosuisse in Emmenbrücke: die Planung aus der Sicht des Betriebsingenieurs

Autor(en): **Müller, H.P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **86 (1968)**

Heft 37

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-70129>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

für eine firmeneigene Baugruppe, die die Funktion des Generalunternehmers ausübt, wie für einen zugezogenen, auswärtigen Generalunternehmer. Nur dann, wenn unter den einzelnen Fachleuten, die sich alle mit einer solchen Aufgabe indentifizieren müssen, ein guter Kontakt und ein persönliches, gutes Einvernehmen besteht, kann sie richtig und ohne allzuviel Leerlauf zum geplanten Abschluss gebracht werden. Wie bei jeder anderen grossen Aufgabe muss auch hier vorerst der Mensch von sich und von der Aufgabe voll überzeugt sein, um eine überzeugende, neue Lösung zu verwirklichen.

Adresse des Verfassers: *Ed. H. Schoch*, dipl. Ing. ETH, Vize-Direktor, Société de la Viscose Suisse, 6020 Emmenbrücke.

## Die Planung aus der Sicht des Betriebsingenieurs

Von **H. P. Müller**, dipl. Ing. ETH, Emmenbrücke

### Die Aufgabe des Betriebsingenieurs

Die Planung und Erstellung eines Lagerhauses stellt in bezug auf die Planungsmethodik ähnliche Probleme wie die Errichtung jeder grösseren Fabrikationsanlage. Die allgemeinen Forderungen nach Wirtschaftlichkeit, neuester Technik, Betriebssicherheit, Expansionsmöglichkeit usw. bestehen hier wie dort. Selbst die Planungshilfsmittel sind sich ähnlich. Wenn auch anstelle von Prozessflussbildern Materialflussschemata treten und statt exakter Berechnungen statistische Betrachtungsweisen im Vordergrund stehen, stellt sich die Planungsmethodik für die Betriebsingenieure nicht wesentlich verschieden.

Die Aufgabe des Betriebsingenieurs erschöpft sich jedoch nicht nur im Suchen nach der besten technischen Lösung unter den heutigen Bedingungen. Am Ausgangspunkt jeder Lagerplanung steht vielmehr eine Überprüfung der Lagerhaltungs- und Sortimentspolitik im Rahmen der langfristigen Unternehmungsplanung. Selbst wenn sich das Lagerkonzept der für richtig befundenen Geschäfts- und Verkaufspolitik unterordnen muss, beeinflussen die tatsächlichen Möglichkeiten der Lagerhaltung ihrerseits die Verkaufs- und Sortimentspolitik. Die eigentliche Projektierungsarbeit gliedert sich in folgende Grundstufen:

- Vorprojektierung
- Detail- und Ausführungsprojektierung
- Ausführung und Montage
- Inbetriebnahme
- Dauerbetrieb

Die Aufgabe des Betriebsingenieurs besteht im vorliegenden Fall darin, ausgehend von den ihm gestellten Bedingungen wie Kapazität, Standort, Kostengrenzen usw. und aufbauend auf Materialfluss, Lagerorganisation und Betriebsanforderungen eine optimale Konzeption zu finden, welche die gestellten Bedingungen erfüllt. Er befasst sich dabei weitgehend mit der Vorprojektierung. Bei den folgenden Phasen der Ausführungsprojektierung, der Ausführung und Montage ist er nur dann beteiligt, wenn aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen der Grundgedanke tangiert wird. Die Phasen der Inbetriebnahme und des Dauerbetriebes zeigen, wie weit die Konzeption und die Voraussagen in bezug auf Wirtschaftlichkeit und Betriebskosten richtig waren. Technische Mängel können meist ausgemerzt werden. Fehlüberlegungen oder unvollständige Planungsgrundlagen jedoch führen zu falschen Konzeptionen und lassen sich meist nicht mehr berichtigen.

Wie bei allen Projektierungsaufgaben sind die beiden Phasen Vorprojektierung sowie Detail- und Ausführungsprojektierung eng miteinander verbunden. Meist ist es unumgänglich, bereits in der Phase der Vorprojektierung einzelne Teilprobleme sehr genau zu studieren.

### Die Ausgangslage

Die Marktentwicklung auf dem Gebiete der vollsynthetischen Fasern zwang die Viscosuisse in ihren Nylon-Betrieben in Emmenbrücke zu einer Ausweitung des Sortiments, zu vermehrter Lagerhaltung und erhöhter Lieferbereitschaft. Dies blieb natürlich nicht ohne Einfluss auf die Lagerhaltungspolitik und die Lager selbst. Es zeigte sich rasch, dass die bestehenden Lager für Fertigprodukte, welche in herkömmlicher Weise als Palettenlager mit Stapelung eingerichtet waren, den Anforderungen sowohl organisatorisch wie auch räumlich nicht mehr genügten. Dazu kam, dass infolge Fehlens eines passenden Anschlussgleises sämtliche Speditionen mittels Lastwagen zum Bahnhof Emmenbrücke transportiert werden mussten, wobei jedesmal die mitten durch Emmenbrücke führende Verkehrsachse Basel-Gotthard überquert werden musste.

Es galt deshalb, das Lagerproblem in bezug auf Standort, Methode und Kapazität völlig neu zu überprüfen und im Rahmen des gesamten innerbetrieblichen Materialflusses sowie des Überbauungsplanes neu zu konzipieren. Folgende grundsätzliche Forderungen mussten erfüllt werden:

1. Kapazität des Lagers rund 3000 Palettenplätze. Später ohne Störung des Betriebs erweiterbar auf 5000 Palettenplätze.
2. Verwendung von Poolpaletten Typ I. Die Lastgrundmasse sowie die Tragkraft von Hebezeugen und Gestellen müssen so bemessen sein, dass später auch andere als die heutigen Lasten eingelagert werden können.
3. Maximale Ausnützung des vorhandenen Grundstückes.
4. Anschluss an werkeigenes Bahngleis mit der Möglichkeit des Direktverlads ab Lager.
5. Optimaler Einbezug des Lagerumschlages in den gesamten Materialfluss.
6. Geringstmögliche Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten.
7. Führung der Lagerkontrolle und Steuerung des Lagervorgangs unter Einbezug der Möglichkeit einer modernen Datenverarbeitungsanlage.

### Die Sammlung von Planungsunterlagen

Bevor eine technische Lösung überhaupt zur Diskussion steht, müssen vorerst eine Reihe von Planungsunterlagen beschafft werden. Diese – in einem Pflichtenheft zusammengestellt – bilden die verbindliche Grundlage der verschiedenen Teilprojekte und zwar sowohl für Vorprojektierung als auch für die Ausführungsprojektierung. Das Gerippe dieses Pflichtenheftes (Tabelle 2) enthält – ohne vollständig zu sein – die wichtigsten Planungsgrundlagen für den vorliegenden Fall. Wichtig ist, dass die Informationen soweit wie möglich quantifiziert werden.

### Der Standort

Bild 1 zeigt den Situationsplan eines Teils der Gebäude der Viscosuisse in Emmenbrücke. Die einzulegende Ware, Nylon-Copse und Nylon-Cones, fällt in den beiden Fabrikationsgebäuden 1 und 2

Tabelle 2. Aufbau des Anlagen-Pflichtenheftes (unvollständig)

Teilprojekt	Planungsgrundlage
Gebäude- und Gestellkonstruktion	— Lastmasse — Lagerkapazität — Baulinien — Konstruktionsart der Gebäude — Konstruktionsart der Gestelle — Erweiterungsmöglichkeit
Transportmittel (Krankonstruktion)	— Lastmasse — Lagerumschlag — Automatisierungsgrad — Lastverhalten — Sicherheitsvorschriften — Unterhaltsvorschriften — Gebäudemasse
Hilfseinrichtungen	— Lagerbedienung (Klima) — Sicherheitsvorschriften — Brandschutz — Unterhalt
Spezielle Transporteinrichtungen	— Lagerumschlag — Kommissionierverfahren — Speditionsverfahren — Erweiterungsmöglichkeit — Materialzuführung
Steuerung und Elektronik	— Automatisierungsgrad — Betriebssicherheit — Unterhaltsfragen
Betriebsorganisation	— Sortimentsgestaltung — Betriebsorganisation — ausserbetriebliche Transportmethoden — Betriebskosten — Unterhaltskosten — Lagerbewirtschaftungs-Methoden — Personalbedarf

an. Die Garnkörper werden einer Schlusskontrolle unterzogen, in Wellkarton verpackt und, geordnet nach Typen, mit mechanischen Hilfsmitteln palettiert, Bild 2. Der Versand erfolgt fast ausschliesslich per Bahn. Für An- und Wegtransport der Bahnwagen kommen die Gleise 3 und 4, Bild 1, in Frage. Die Grundstückreserve 5, welche sich als Standort eines Lagerhauses anbietet, ist zur Hälfte für einen Fabrikations-Neubau reserviert. Die Gebäude-Grundrisse waren aber im Moment des Planungsbeginns nicht festgelegt. Das Studium der Transportverhältnisse ergab eindeutig, dass ein Lagergebäude mit direktem Anschluss an Gleis 3 und mit einer möglichst langen Verladerrampe entlang dieses Gleises eine günstige Lösung darstellt. Wie das Lagerhaus im besonderen bemessen werden soll, ob lang und schmal oder eher quadratisch, ist in erster Linie von der noch zu wählenden Lagerkonzeption abhängig.

### Die Lagermethode

Sortiments- und Materialfluss-Studien sowie eine klare Vorstellung der Idealorganisation des gesamten Dispositions-, Lager- und Speditionsvorganges ergeben ein ganz konkretes Modell des zukünftigen Lagers und seiner Organisation. Es gilt nun, aus den technisch bekannten oder auch als möglich vorstellbaren Lösungen diejenige auszuwählen, welche den gestellten Anforderungen in optimaler Weise entspricht.

Nach Ausschalten allzu primitiver und allzu utopischer Ideen verbleiben drei mögliche Lagervarianten:

1. Konventionelles, mit festen Gestellen ausgerüstetes und durch Gabelstapler bedientes Palettenlager. Stapelhöhe: rund 6 m.
  2. Mit Gabelstapler bedientes Gestelllager, wobei die Gestelle zwecks Verminderung der Bedienungsgänge verschiebbar sind.
  3. Durch Stapelkran bedientes Regallager, wobei verschiedene Gebäude- und Krankonzeptionen möglich sind. Stapelhöhe: 20 m oder mehr.
- Eine Lösung mit Durchlaufgestellen kam beim grossen Sortimentsumfang von rund 300 Typen nicht in Frage.

Ein Vergleich der geforderten und der vorhandenen Grundfläche ergab, dass sowohl bei Lösung 1 als auch bei Lösung 2 die für solche Fälle stets erwünschte einstöckige Bauweise nicht ausreicht, also ein mehrstöckiges Lagergebäude erforderlich ist.

Vom organisatorischen Standpunkt aus sind mehrstöckige Lagergebäude mit Gabelstapler-Bedienung nicht beliebt. Die Automatisierungsmöglichkeit ist begrenzt, der Einsatz und die Überwachung der Lagerequipen erschwert und die Steuerung der Transportvorgänge über eine Datenverarbeitungsanlage unmöglich. Auch bezüglich Investitionskosten zeitigt ein mehrstöckiges Lagergebäude keine günstigen Zahlen mehr. Bodenbelastungen von 2000 kg/m<sup>2</sup> erfordern – um wirtschaftlich erstellt zu werden – Säulen, welche in Lagerhallen immer stören. Nebenkosten für Heizung, Klimatisierung und Aufzüge sind nicht zu umgehen. Die Forderung nach weitgehender Automatisierung sämtlicher Transportvorgänge führt zwangsläufig zum Begriff der «Lagermaschine» und innerhalb der möglichen Varianten zum Regallager mit automatisch gesteuerten Stapelkränen.

Aufgrund des vorgegebenen Materialumschlages sowie der gewählten Betriebsorganisation konnte der Ablauf des Ein- und Auslagerungsvorganges simuliert werden. Daraus ergibt sich der mittlere Zeitaufwand pro Kranspiel. Die Zeit pro Kranspiel hängt einerseits von der Fahr- und Hubgeschwindigkeit des Krans und vom Zeitaufwand für Lastaufnahme und Lastabgabe ab, andererseits von den zu durchlaufenden Strecken, letztlich also vom Standort der Palette und somit von den Abmessungen des Gebäudes. Im vorliegenden Fall wurden 150 Ein- und 150 Auslagerungen pro 8 Stunden gefordert, insgesamt 300 Kranspiele. Bei Spitzenbelastungen kann die Auslagerungsmenge bis zu 200 Paletten pro Tag betragen. Diese Forderung führt auf eine mittlere Zeit von 3 min pro Kranspiel. Bei gemischtem Ein- und Auslagerungsbetrieb kann die mittlere Zeit pro Kranspiel auf rund 2 min gesenkt werden.

Die Stabilität der Last auf der Palette lässt nur beschränkte Beschleunigung zu. Die entsprechenden Werte wurden durch Versuche mit Gabelstaplern ermittelt und als Bestandteil des Pflichtenheftes spezifiziert. Aus den Beschleunigungswerten sowie den möglichen Fahr- und Hubgeschwindigkeiten des Krans kann rückschliessend überprüft werden, ob zum Beispiel bei einem 65 m langen und 32 m hohen Fahrgang die gewünschte Umschlagszahl erreicht wird. Die selbe Rechnung zeigt ferner, ob ein Kran mehrere Gänge bedienen kann, wobei das Verschieben des Krans in mehrere Gänge durch einen Überfahrwagen erfolgt.

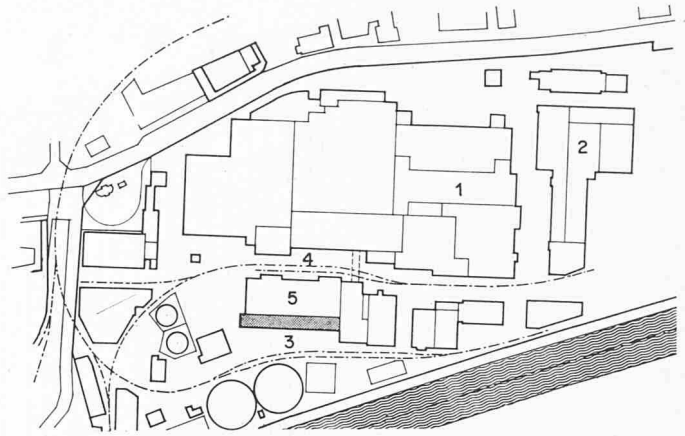


Bild 1. Situationsplan eines Teils der Gebäude der Viscosuisse in Emmenbrücke. 1 und 2 Fabrikationsgebäude, 3 und 4 Bahngleise, 5 Grundstückreserve. Die gerasterte Fläche zeigt den günstigsten Standort eines Lagerhauses

### Die Bemessung der Gestelle

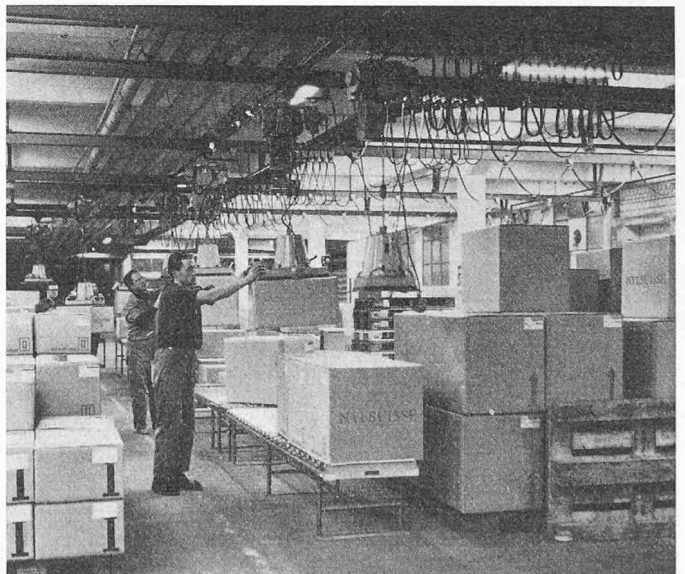
Das Lastgrundmass ist die Bezugsgrösse für die Bemessung der Gestellanlage und somit des Gebäudes. Das Lastgrundmass beträgt im vorliegenden Fall 1090 × 1410 mm einschliesslich Palettierungstoleranzen; die Lasthöhe liegt bei 1670 mm einschliesslich Palette. Dieses Mass zeigt, dass die Last die Poolpalette (800 × 1200 mm) allseitig beträchtlich überragt. Selbstverständlich weisen nicht alle Lasten diese extremen Übergänge auf. Eine vollkommene Anpassung der Verpackung an die Masse der Poolpalette war jedoch aus verschiedenen Gründen kurzzeitig nicht möglich.

Ausgehend vom Idealmass der Last müssen folgende Ungenauigkeiten berücksichtigt werden: Palettierungungenauigkeiten; Toleranzen der Gestell-Konstruktion; Positioniertoleranzen des Krans; Lastverschiebung durch Beschleunigungskräfte auf Kettenförderer, Elevatoren und Kran; Last-Verformungen durch Stapeldruck (Lager-effekt). Ein Teil dieser Abweichungen vom Idealmass kann vorher statistisch ermittelt werden (Last-Verformungen, Palettierstoleranzen), ein anderer Teil wird im Pflichtenheft festgelegt (Gestelltoleranzen, Positioniertoleranzen), während sich Lastverschiebungen sowie allfällige Montageungenauigkeiten über das vorgeschriebene Mass hinaus erst bei Inbetriebnahme der Anlage zeigen. Der mittlere Abstand zwischen Last und Gestellwand berechnet sich aufgrund der obenerwähnten Toleranzkette auf 50 mm und erwies sich in der Praxis als genügend.

### Materialfluss und Lagerorganisation

Bild 3 zeigt in schematischer Darstellung das neue Lagerhaus der Viscosuisse in Emmenbrücke. 2846 Palettenplätze sind bei einer

Bild 2. Nach der Schlusskontrolle werden die Produkte mit Vakuumheber palettiert



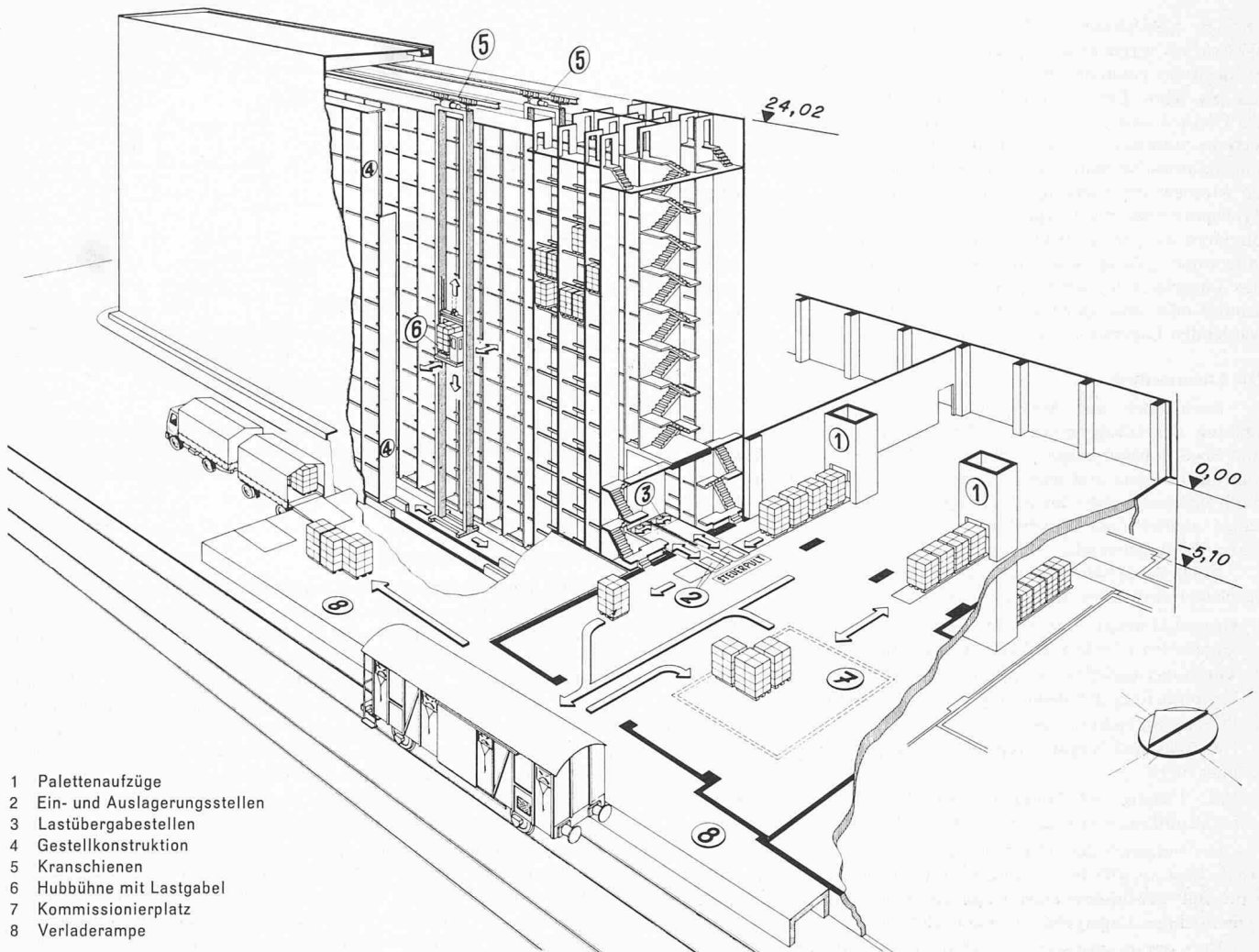


Bild 3. Schematische Darstellung des neuen Lagerhauses

Bild 4. Lagereingang mit Steuerpult. Die Palette wird vor dem Einlagern mit einer photoelektrischen Einrichtung auf Masshaltigkeit geprüft



ersten Ausbaustufe beidseitig zweier Gänge (Länge 65 m, Höhe 29,3 m, Breite 1,61 m, Bild 5) angeordnet. Jeder Gang wird durch einen Einschienen-Hängekran mit 27,5 m Hubhöhe bedient. Die Kranbewegungen werden über ein Steuerpult automatisch gesteuert.

Mittels Schlepptzügen gelangen die Paletten von den Fertigungsabteilungen durch einen unterirdischen Tunnel zu den Aufgabestellen der beiden automatisch arbeitenden Elevatoren, Bild 3, Pos. 1. Der eine Elevator fördert die Paletten automatisch über Pufferstreifen zum Lagereingang 2, während der andere Elevator als Hebemittel bei Direktversand ohne Einlagerung dient. Jede Palette ist durch eine Palettenkarte mit Palettennummer gekennzeichnet. Vor dem Steuerpult wird jeder Palette ein leerstehendes Fach zugeordnet und die Palettenkarte zusammen mit der entsprechenden Lagerkarte, nach Palettennummer geordnet, abgelegt. Mittels einer photoelektrischen Einrichtung, Bild 4, wird die Palette auf Masshaltigkeit allseitig geprüft und anschliessend über einen Kettenförderer ins Lager eingeschleust. Die Fachnummer wird über eine Tastatur (später Steuerlochkarte) am Steuerpult eingegeben, worauf der Stapelkran automatisch die Last übernimmt und im vorbestimmten Fach deponiert. Der Auslagerungsvorgang erfolgt analog, wobei der Auslagerungsauftrag über eine von der Datenverarbeitung erstellte Speditionsliste ausgeht. Dieser sehr einfache und zweckmässige Ablauf erfordert für die Steuerung der Krane, die notwendigen Kontrollen sowie für die anfallenden administrativen Arbeiten eine einzige Bedienungsperson.

An sich wäre es möglich, sämtliche Transportvorgänge über die zentrale Datenverarbeitungsanlage mittels Randelementen, welche einem Multiprogrammsystem angeschlossen sind, zu steuern. Bei der vorliegenden Umschlagmenge wäre ein solches System wirtschaftlich jedoch nicht vertretbar und viel zu umständlich. Dem Betriebsmann ist die Streitfrage, ob dem vorliegenden Lager das Prädikat «automatisch» zusteht oder nicht, völlig gleichgültig.

Bild 5. Blick in einen Fahrgang. Der Hängekran bedient beide Seiten des Ganges

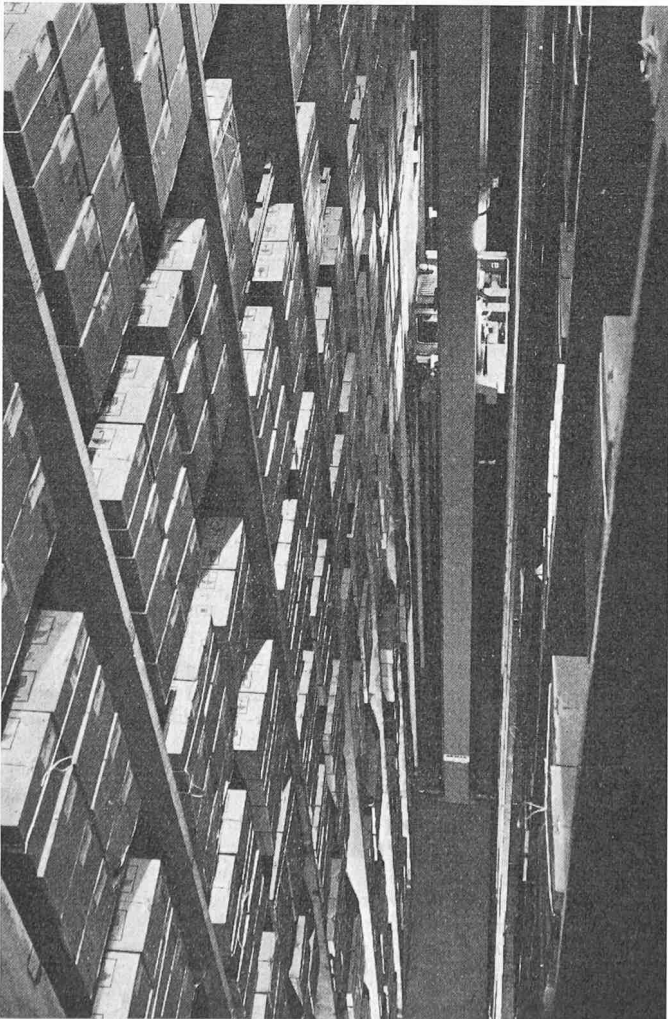


Tabelle 3. Vergleichszahlen bei verschiedenen Lagertypen

Lagertyp	Hochlager 4stöckig, 4 Paletten übereinander	Regalstapelanlage 14 Paletten übereinander
Lagerkapazität	2850 Paletten	2850 Paletten
Umbauter Raum	1,25	1
Grundstückbedarf bei gleicher Bauhöhe (rund 30 m)	1,2	1
Baukosten inkl. Gestelle, Belüftung, Brandschutz usw.	1,9	1
Kosten für Transportanlagen	0,4–0,6	1
Personalbedarf	4	1
Wartungskosten	0,3	1
Gesamtinvestition	1,47	1
Gesamtinvestition des reinen Lagergebäudes, ohne Galerie, Rampen, Vorbauten, aber mit Transporteinrichtungen: pro m <sup>3</sup>	120 – 140 Fr.	118 Fr.
pro Palettenplatz	1050 – 1250 Fr.	825 Fr.

#### Lastabmessungen und Kosten

Für Kostenvergleiche zwischen Regalstapelanlagen wird meist ein Investitionsbetrag pro Palettenplatz genannt. Solche Vergleiche sind irreführend, wenn nicht gleichzeitig das Lastvolumen angegeben wird. Tabelle 3 zeigt Vergleichszahlen zwischen einem mehrstöckigen Lager mit Gabelstaplerbedienung und der gewählten Regalstapelanlage.

Es wurde in dieser Zusammenstellung bewusst darauf verzichtet, einzelne Zahlen anzugeben. Lastgrösse und Lastgewicht, Automatisierungsgrad, Flexibilität des Gebäudes, Klimatisierung, Brandschutz usw. können je nach Fall zu wesentlich anderen Kosten führen. Es sei noch erwähnt, dass die Lösung mit Verschieberegalen in bezug auf Investitionskosten zwischen den Investitionskosten eines normalen mehrstöckigen Lagers und eines Regalstapellagers lag, hingegen in bezug auf Betriebskosten zu höheren Werten führte. Die angegebenen Kosten umfassen nicht die Räume für Kommissionierarbeiten, Verladerrampen und Geleiseanlagen, also diejenigen Anlagenteile, welche unabhängig vom gewählten Lagerprinzip dazukommen und in vielen Fällen zusätzlich noch anderen Zwecken dienen.

Adresse des Verfassers: H. P. Müller, dipl. Ing. ETH, zentr. Planungs- und Organisationsbüro, Société de la Viscose Suisse, 6020 Emmenbrücke.

## Das Gebäude und seine Aufgabe als Lagerhaus

Von H. Eberle, Architekt, Emmenbrücke

#### Grundlagen für die Ausführung

Die Planungsgruppe der Generaldirektion bestimmte, auf Grund entsprechender Untersuchungen, die Abmessungen der einzulagernden Lasten. Das grösste Gewicht wurde mit 800 kg pro Palette angenommen. Die Ein- und Auslagerung sollte auf der Erdgeschossenebene erfolgen; deren Höhe entspricht jener der Bahnrampe.

Die Wahl eines Hängekrans der Firma *Demag-Zug GmbH*, Wetter a. d. Ruhr, mit einem Hub von rund 29 m erlaubte die Bedienung von 14 übereinander liegenden Laststellen. Es konnten nunmehr mit dem Kranlieferanten die vom Gebäude und von den Lagerstellen zu erfüllenden Bedingungen festgelegt werden. Diese bezogen sich insbesondere auf die Gangbreite sowie auf die zulässigen Bewegungen des Gebäudes infolge Windeinfluss und auf Grund der Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte des Krans. Ausserdem wurden die Ausführungstoleranzen der Gebäude- und Gestell-Abmessungen festgelegt.

Gleichzeitig wurde die Art und Ausführung der Zubringeeinrichtungen bestimmt, welche die Paletten vom Keller bis zur Einlagerungsstelle befördern. Die zu diesem Zweck erforderlichen Aufzüge und Kettenförderer wurden von der Firma *K. Rotzinger*, Kaiser-augst, geliefert.

Nachdem die Ausführungsgrundlagen bestimmt waren, konnte mit den verschiedenen behördlichen Instanzen Fühlung aufgenommen werden. Das Amt für Industrie, Gewerbe und Handel des Kantons Luzern, das Eidg. Arbeitsinspektorat, die Brandversicherungsanstalt