**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 93 (1975)
**Heft:** 15

**Artikel:** Automatisches Hochregallager für Webmaschinen
**Autor:** Müller, H. / Senn, K. / Eberhard, A. / Weber, H. / [s.n.] / [s.n.] / [s.n.]
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-72714

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 02.10.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Automatisches Hochregallager für Webmaschinen

DK 725.35 : 621.874.4

Von **H. Müller, K. Senn** und **A. Eberhard,** Winterthur, **H. Weber,** Frauenfeld, **H. Mangold,** Dietlikon, **J. Stähler,** Schwieberdingen, BRD, und **A. Tyedmers,** Delémont

Das Werk Zuchwil der Gebrüder Sulzer AG produziert Webmaschinen in Serien von derzeit fünf verschiedenen Grundtypen. Diese Maschinen werden auf Kundenauftrag gefertigt und häufig – aus verschiedenen Gründen – vor der Ablieferung einige Zeit auf Lager gelegt. Als Folge einer Fabrikationserweiterung mussten neue Lagermöglichkeiten geschaffen werden. Anstatt wie bisher konventionell zu lagern, fiel der Entscheid auf ein Hochregallager mit automatischer Positioniersteuerung (off-line). Unmittelbar angrenzend an das Webmaschinen-Hochregallager wurde gleichzeitig ein Hochregallager für 4530 Normpaletten 1200×800 mm erstellt. Die vier Gestellreihen dieses Lagers werden mit zwei von Hand gesteuerten Stapelgeräten in normaler Ausführung bedient. Im Anbau zum Palettenlager befindet sich eine Palettenförderanlage mit Rollenbahnen für das Ein- und Auslagern sowie für das Kommissionieren (Bild 1).

Das konstruktive Gefüge der beiden Hochregallager besteht aus gebäudetragenden Gestellen, montiert auf einer durchlaufenden Eisenbetonbalkenplatte, die auf Bohrpfählen gelagert ist. Die Lager können bei Bedarf um rund 30% erweitert werden. Bedingt durch die geforderte hohe Betriebssicherheit und den hohen Wert des Lagergutes sind zahlreiche Sicherheiten eingebaut worden. Beide Lager sind beispielsweise für den Brandschutz mit Sprinkleranlagen ausgerüstet. Alle Einrichtungen zum Schutz des Personals sind schon während der Planungsphase zusammen mit Fachleuten der SUVA diskutiert und festgelegt worden.

### Vorgeschichte und Auftragsformulierung

Da für bauliche Vorhaben im Lagersektor nur eine sehr begrenzte Landreserve freigegeben wurde, mussten planerisch mehrere Möglichkeiten in Betracht gezogen werden; es sind das: 1. herkömmliche Lagerung, 2. Lagerung in einem Hochregallager, 3. Auswärtslagerung, 4. Kombination der Möglichkeiten 1 bis 3. Für die Lagerung von mindestens 3400 Normpaletten (Vorrat und Überhang aus dem Produktionslager) drängte sich wegen des knappen Landangebotes zum vornherein ein Hochregallager auf.

Für die fünf verschiedenen Webmaschinen-Typen wurde, in Berücksichtigung der extremen Abmessungen (Kubus max. 2×2×8 m) und Gewichte (max. 8 t) eine wirtschaftlichere als die bisherige Lagerungsart (2 Maschinen mit entsprechendem Kran auf 2 Böcken übereinandergestellt) studiert. Als Möglichkeit hat man das Prinzip bereits bestehender Hochregallager für kassettiertes Langmaterial bis 6 m Länge in Betracht gezogen. Dies hat dann den Denkanstoss gegeben für ein Hochregallager. Da jedoch damals noch kein analoges Beispiel bestand, wurden die Studien in dieser Richtung vorangetrieben und das Pflichtenheft für ein solches Lager wie folgt formuliert:

- Möglichkeit der Lagerung von mindestens 400 Webmaschinen aller fabrizierten, exklusiv des grössten, nur in geringer Stückzahl gefertigten Typs (Kubus 1650×2000×6550 mm, max. Gewicht 6 t)
- Wenn möglich lochkartengesteuerte Automatik
- Integration des Palettenlagers für mindestens 3400 Paletten, vorausgesetzt, dass der gesamte Lagerneubau nicht mehr als die zur Verfügung gestellte Landreserve belegt
- Maximale Höhe von 22 m, gegeben durch den Abstand von der Arealgrenze und den Hochhausbestimmungen
- Ein- und Auslagerung der Webmaschinen von der bestehenden Lagerhalle aus.

Das Projekt wurde mit zwei Alternativen verglichen, nämlich:

- Verzicht auf Webmaschinen-Hochregallager, stattdessen Auswärtslagerung von Webmaschinen
- Erweiterung der bestehenden herkömmlichen Lagerhalle für Webmaschinen um das erforderliche Volumen. Diese Alternative wurde ausgeschieden, da sie am teuersten war und zudem auf der zur Verfügung stehenden Grundfläche gar nicht hätte verwirklicht werden können.

Aus dem Vergleich des Projektes Hochregallager mit der Alternative «Auswärtslagerung» ergab sich eine Kapitalrückflusszeit von 6,6 Jahren auf Mehrinvestitionen und ein interner Zinsfuss von 12% bei einer Abschreibungszeit von 12 Jahren. Dieses Ergebnis führte zur Freigabe des Projektes seitens der Geschäftsleitung.

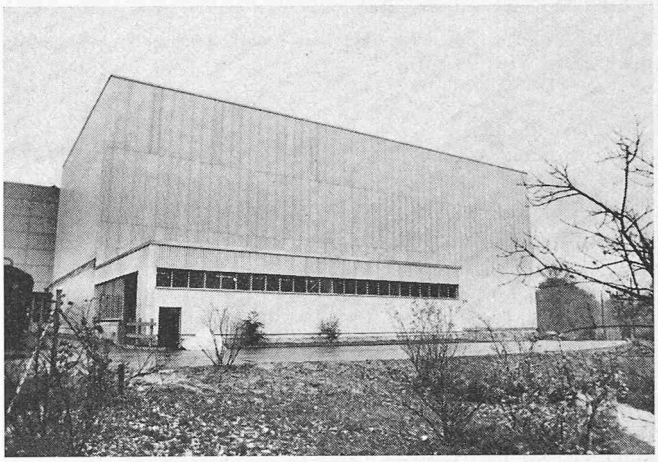


Bild 1. Webmaschinen- und Palettenhochregallager mit Anbau. Gesamtansicht von Norden. Länge (für beide Lager) 54,7 m, Breite Webmaschinenlager 21,1 m, Breite Palettenlager 8,6 m, Höhe (für beide Lager) 21,8 m

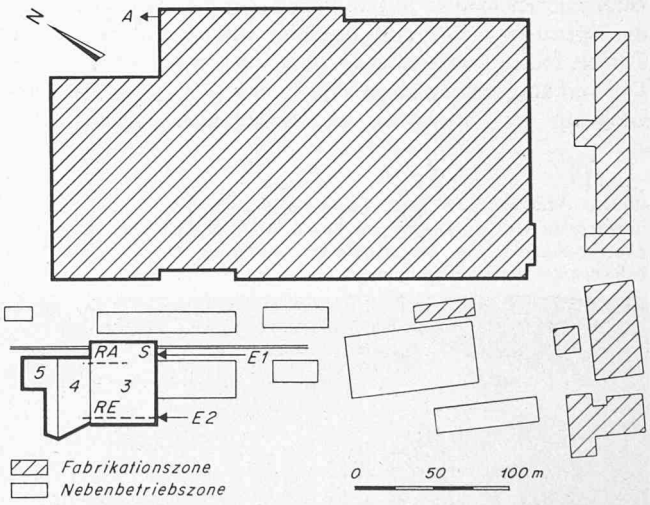



Bild 2. Lageplan. Das bestehende herkömmliche Fertigmaschinenlager befindet sich am Standort 3, das neue Hochregallager für Webmaschinen bei 4 und das daran anschliessende Palettenhochregallager bei 5. Die Spedition hat ihren Platz bei «S» innerhalb des Gebäudes 3 und ist mit Gleisanschluss versehen. Der Ausgang der fertig montierten Webmaschinen befindet sich in der Fabrikationszone bei A. Der Eingang in das bestehende Fertigmaschinenlager war bei E1. Der neue Eingang in das bestehende Lager und das neue Hochregallager für Webmaschinen befindet sich bei E2.

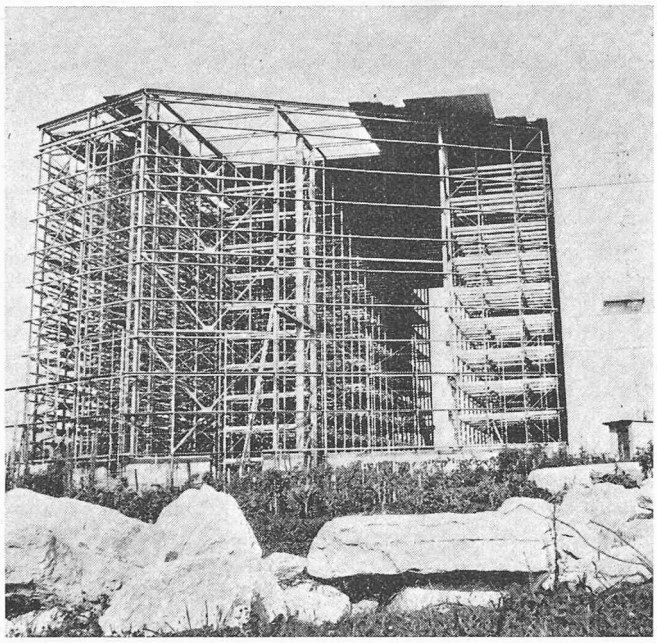


Bild 3. Rohbau des Webmaschinen- und Palettenhochregallagers gesehen von Westen

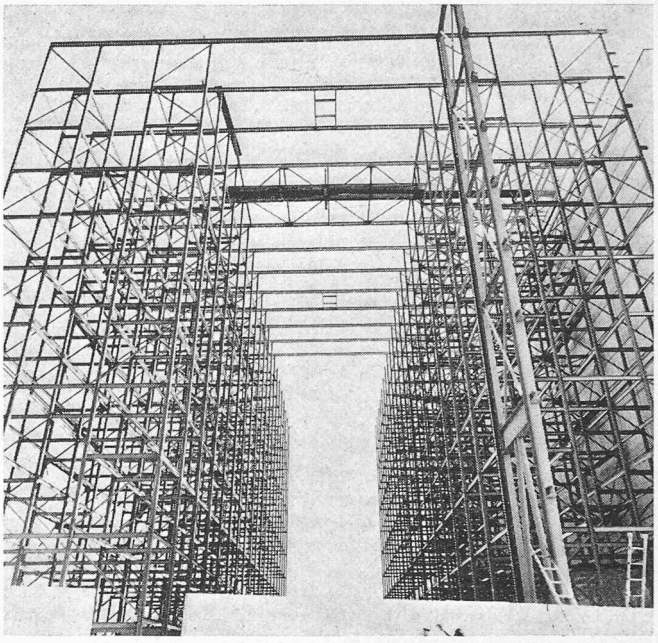


Bild 4. Rohbau des Webmaschinenlagers; Einzelheiten der Stahlkonstruktion

Die wichtigsten Daten sind: Baubeginn Februar 1973, Inbetriebnahme Mai 1974, Gebäudevolumen 37900 m³, Kosten der Gesamtanlage, Preisbasis 1. April 1974 (Palettenlager mit Anbau und Webmaschinenlager einschliesslich alle mechanischen und elektrischen Einrichtungen, jedoch ohne Umgebungsarbeiten) 6,0 Mio Fr.

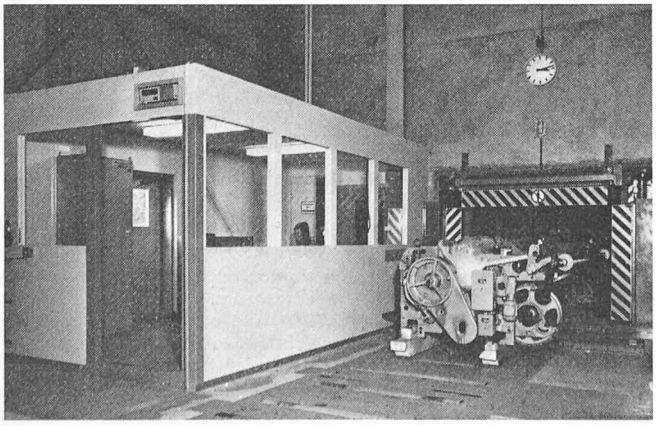
**Standort für die gewählte Lösung und Materialflussüberlegungen**

Das Areal ist klar gegliedert in eine Fabrikationszone und eine Nebenbetriebszone (Bild 2). In der Fabrikationszone befinden sich auch die technischen Büros, in der Nebenbetriebszone die Lager und die kaufmännischen Büros.

Bei der gegebenen Situation fiel der Entschluss leicht, sowohl das neue Webmaschinen- als auch das Paletten-Hochregallager unmittelbar an das bestehende Lager anzubauen. Der wesentliche Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass die beiden nebeneinander angeordneten Fertigmaschinenlager und die Spedition – die eine organisatorische und betriebliche Einheit bilden – von einer Stelle aus betreut werden können. Der verhältnismässig lange Transportweg zwischen dem Ausgang aus der Fabrikation und dem Eingang in das Hochregallager kann hingenommen werden. Für diesen Transport werden bediente Spezialfahrzeuge mit auf der Ladebrücke fest montierten, angetriebenen Rollen eingesetzt. Ein fahrerloses induktionsgesteuertes Transportsystem wurde ebenfalls in Betracht gezogen. Diese interessante Lösung musste fallengelassen werden, weil wesentliche Probleme für einen Aussenseinsatz von fahrerlosen Schleppern noch nicht befriedigend gelöst sind und die hohen Investitionskosten in keinem Verhältnis zum Rationalisierungseffekt stehen.

Alle Webmaschinen werden mit dem erwähnten Spezialfahrzeug durch den Lagereingang im bestehenden Lagergebäude auf die Eingangs-Rollenbahn RE abgesetzt. Auf dieser werden die Maschinen speditionsfertig ausgerüstet und nachher über Waage, Zentrierung und Profilkontrolle in das neue Hochregallager gerollt. Maschinentypen, welche aufgrund ihrer Abmessungen nicht im Hochregallager eingelagert werden können, werden mit den vorhandenen Kranen im bestehenden Lager abgestellt. Die beiden aus dem Hochregallager führenden, übereinander liegenden Auslagerungs-Rollenbahnen RA enden in der Speditionshalle S, von wo aus die Maschinen mit den vorhandenen Kranen in die bereitstehenden Last- und Bahnwagen verladen werden.

Bild 5. Webmaschine beim Passieren der Profilkontrolle, vor dem Eingang ins Hochregallager. Im Vordergrund Rollenbahnabschnitt mit Zentrierung, daneben Steuerzentrale. Beachtung verdienen die Holzbalken unter der Webmaschine



**Baukonzeption**

Das *Webmaschinenlager* besteht aus zwei 6,8 m tiefen Regalen, die durch einen 7,5 m breiten Bedienungsgang getrennt sind. Jedes Regal enthält 209 Lagerfächer von 2,27 m Breite und 1,90 m Höhe. Die Regale – 20 nebeneinander und 11 übereinander angeordnete Lagerfächer – werden durch Fachwerkgestelle gebildet. Drei Rollenbahnen für die Ein- und Auslagerung belegen 6 Lagerfächer, so dass insgesamt 412 Webmaschinen eingelagert werden können. Die Webmaschine steht im Lagerfach auf zwei Rollenbahnen. Diese sind aus U-förmig abgekantetem Blech verwindungssteif hergestellt und in die aus vier Längsträgern bestehenden Trägerlage eingesattelt, um möglichst wenig von der lichten Fachhöhe zu verlieren. Jede Rollenbahn ist mit wälzgelagerten Rollen bestückt.

Im *Palettenlager* befinden sich zwei Bedienungsgänge, zwei Mittel- und zwei Aussenregale für 4530 Normpaletten von 1200 × 800 mm mit je 1 Mp Tragkraft.

**Konstruktion**

Alle Regalgestelle sind gebäudetragend, d.h. neben den Nutzlasten müssen sie auch die auf das Gebäude wirkenden Horizontal- und Vertikallasten aufnehmen (Bild 3). Von dem an das Webmaschinenlager nur angehängten Palettenlager werden die auf die Längswand des Gebäudes wirkenden Horizontalkräfte aufgenommen und über die Dachträger und Fachwerkgestelle der Regale in die Fundamentplatte abgeleitet. Ein Verankerungssystem gewährleistet eine einwandfreie Verbindung der Gestelle mit der Bodenplatte. Zur Stabilisierung der Fachwerkgestelle in Längsrichtung sind entsprechende Vertikalverbände angeordnet (Bild 4). Sämtliche Teile der Stahlkonstruktion wurden sandgestrahlt und mit einem doppelten Anstrich mit Zinkstaubfarbe (70 bis 80 µm Gesamtschichtstärke) versehen. Laufbahnen und Palettenträger sind feuerverzinkt.

Alle Fachwerkgestelle konnten vollständig zusammengebaut transportiert werden, da ein Bahngleis bis zur Baustelle heranführt. Die Montage erfolgte mit einem Autokran. Insgesamt wurden 520 t in 10 Wochen montiert. Die ungünstigen Bodenverhältnisse in alten Aufschwemmungen der Aare erforderten eine Pfahlgründung, für die mehr als hundert 12 bis 19 m lange Bohrpfähle hergestellt wurden. Sie dienen als Auflager für den Boden des Hochregallagers, der im Regalbereich als fugenlose Betonbalkenplatte ausgeführt ist. Da mit Setzungen gerechnet werden muss, sind die Verbindungen der Regalgestelle mit der Bodenplatte nachstellbar konstruiert.

Das gefällslose Flachdach besteht aus Profilblechen, Dampfsperre, Hartschaum-Isolierplatten und einem mit 3 bis 4 cm Rundkies beschwerten Foliendach. Direkt an die Gestelle wurden Fassadenriegel montiert, als Unterlagen für die Isolationsplatten und Profilblechtafeln der Aussenhaut. Sie bestehen aus geschlämmter Holzwolle und stuccogeprägtem Aluman.

Das Webmaschinenlager ist vom Palettenlager durch eine Profilblechwand vollständig getrennt. Luftheizapparate sorgen im Winter für eine Raumtemperatur von +10 °C. Mit Dachventilatoren können beide Lagerteile gelüftet werden.

**Mechanische und elektrische Ausrüstung im Hochregallager für Webmaschinen**

*Rollenbahnanlage*

Für den Transport der Webmaschinen in und aus dem Hochregallager dienen eine bodenebene Eingangsrollenbahn mit Waage, Zentriervorrichtung und Profilkontrolle sowie zwei Ausgangsrollenbahnen. Die Eingangsrollenbahn (5 einzeln angetriebene Rollenbahnen) mit Einzellängen von rund 7 m (Rollenbreite 1,3 m, Rollenteilung rund 0,7 m) und einer Antriebsleistung von 1,8 kW entwickelt eine Fördergeschwindigkeit von 10 m/min.

Alle Webmaschinen werden mittels Hallenkran auf die Eingangsrollenbahnen RE abgesetzt und von dort auf die Rollenbahn mit eingebauter elektromechanischer Waage weiter transportiert. Nach Registratur des Maschinengewichtes erfolgt der Transport zur nächsten Rollenbahn mit eingebauter Zentriervorrichtung. Bei der Zentrierung wird die Webmaschine durch drei Verschiebungsschlitten von den Rollen abgehoben und durch sechs Zentrierbacken, die seitlich an die Holzbalken angreifen, ausgerichtet. Nach der Zentrierung rollt die Webmaschine zur Profilkontrolle, wobei grösste Breite und Höhe, kleinste Höhe zwischen Oberkante Boden/Unterkante Maschine, grösster und kleinster Breitenabstand der beiden Holzbalken sowie der seitliche Überhang der Webmaschine gegenüber den Holzbalken kontrolliert werden (Bild 5). Sind alle Abmessungen innerhalb der Toleranzen, so wird die Webmaschine über die Eingangsrollenbahn dem Regalförderzeug übergeben. Stimmen die Toleranzen nicht, so wird der Transport automatisch gestoppt, und die Webmaschine kann nur noch zurücktransportiert werden, um die Fehlerquelle zu ermitteln.

Das Auslagern erfolgt auf zwei getrennte Ausgangsrollenbahnen RA (Bild 2). Die untere (ungefähr gleiche Masse wie die Eingangsrollenbahn), besteht aus vier Einzelabschnitten; die obere, auf Höhenkote +8,9 m, aus sechs Einzelstücken; sie ist etwa 25 cm über Bodenebene montiert. Die bodenebene Eingangs- und die untere Ausgangsrollenbahn können mit Hubstaplern und dergleichen überfahren werden. Sämtliche Antriebe der Rollenbahnen sind mit Rutschkupplungen versehen, die eine Überbeanspruchung der Ketten sowie des Antriebes verhindern sollen, falls eine Webmaschine auf eine stehende Rollenbahn auflaufen sollte.

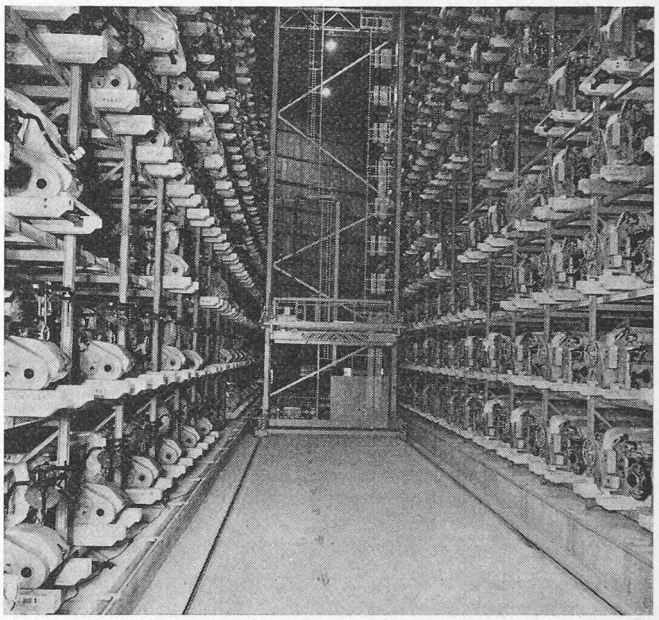
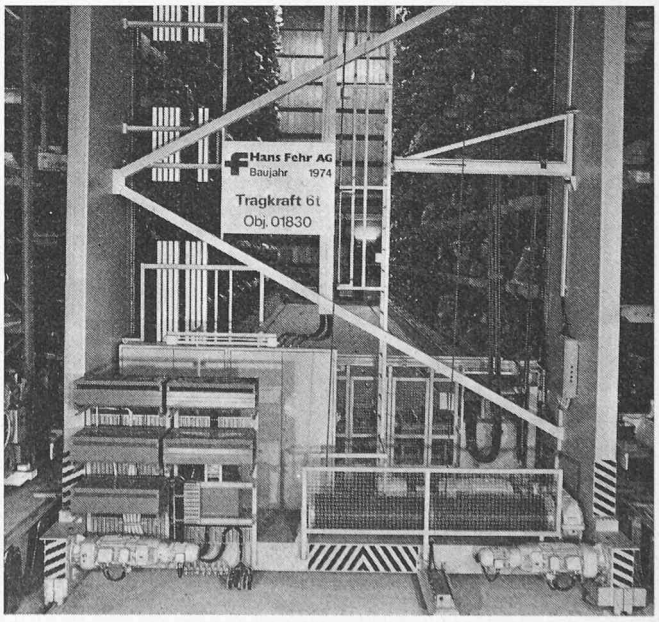


Bild 6. Innenansicht des Webmaschinen-Hochregallagers mit RFZ

Bild 7. Regalförderzeug mit Hubwerk (rechts unten) und Widerständen (links unten); dahinter elektrische Apparatekasten. Die wichtigsten technischen Daten des RFZ sind: Tragkraft 6000 kg, Hubgeschwindigkeiten 1,4/14 m/min, Fahrgeschwindigkeiten 1,6/7/60 m/min, Fördergeschwindigkeit auf Rollen 10 m/min, Höhe des Gerätes 21750 mm, Radstand 5100 mm, Spurweite 6250 mm



*Regalförderzeug*

Das Regalförderzeug RFZ ist das wichtigste Element im ganzen Lager (Bild 6). Bei dessen Konstruktion wurde im Hinblick auf das wertvolle und anspruchsvolle Ladegut auf eine höchstmögliche Betriebssicherheit geachtet. Es handelt sich um eine Zweisäulenkonstruktion, die mit vier Rollen auf zwei Kranschienen am Boden spurgerecht geführt wird und sonst völlig frei im Raum steht (Bild 7).

Die Bodentraverse wurde zur Erzielung eines stabilen Grundes für den übrigen Aufbau aus dicken Lamellen und Blechen zu verwindungssteifen Kastenkonstruktionen zusammengeschweisst. Dagegen sind die Säulen aus verhältnismässig dünnen, abgekanteten Blechen als leichte Kastenträger ausgebildet, um bei hoher Stabilität ein kleines Gewicht zu erhalten. Bei diesen Massnahmen stand vor allem die Lage des Schwerpunktes im Vordergrund. Ihre Seitensteifigkeit erhalten die beiden Säulen durch ein weit gespanntes Rohrfachwerk.

Das Fahrwerk besteht aus wälzgelagerten spurkranzlosen Laufrollen; die Seitenführung wird durch horizontale Führungsrollen erzielt. Der Antrieb für die hohe Fahrgeschwindigkeit erfolgt mit zwei Schleifringläufer-, der für die beiden kleinen Geschwindigkeiten mit zwei polumschaltbaren Kurzschlussläufermotoren. Um den Bremsenverschleiss zu verringern, wurde eine frequenzüberwachte Gegenstrombremsung eingesetzt. Das Hubwerk, das von einem Schleifringläufermotor mit Wirbelstrombremse angetrieben wird, ist ebenfalls auf der Bodentraverse montiert. Der Hubwagen ist in Kastenträgerbauweise ausgeführt, um eine verwindungsfreie Basis für den verschiebbar aufgebauten Rollentisch mit Auszugsvorrichtung zu erhalten.

Der Rollentisch selbst ist eine aufwendige Sonderausführung mit direkt in den Holmen gelagerten Rollen (Bild 8). Auf ihm werden die dem Regalfach entnommenen Maschinen über eine Zentriereinrichtung ausgerichtet, so dass sich Positionierfehler nicht aufsummieren.

Aus Sicherheitsgründen besteht ausser der üblichen «Fach-Belegt-Kontrolle» eine zusätzliche «Profil-Frei-Kontrolle». Damit wird vor Fahrtbeginn geprüft, ob die Maschinen richtig aufgenommen bzw. abgegeben wurden und ob der Raum zwischen Gerät und Regal auch wirklich frei ist. Ein ähnlicher Effekt wird durch einen von der Säulenspitze zur Bodentraverse geführten Spanndraht mit entsprechender Überwachung erreicht.

Die Anlage kann sowohl vollautomatisch, als auch von Hand bedient werden. Zur Erleichterung der Handbedienung ist das Steuerpult verschiebbar aufgebaut. Damit kommt die Bedienungsperson nahe an die Übergabestelle heran und kann den Vorgang aus nächster Nähe beobachten. Hub- und Fahrbewegungen werden über Meisterschalter eingeleitet und die Einzelbewegungen des Tisches über Druckknöpfe gesteuert. Zur Erhöhung des Bedienungskomforts lassen sich aber auch Teilprogramme fahren. Soweit für die Sicherheit des Bedienungsmannes erforderlich, ist Zweihandbedienung vorgesehen.

Um die Fachpositionierung sicher und einfach auch im Handbetrieb anfahren zu können, ist ein Lichtsender aufgebaut, der Marken am Regal anstrahlt. Ein genaues Ausrichten des Gerätes auf Aus- oder Einlager-Position mit seiner Hilfe ist ohne Schwierigkeiten möglich.

Es sind auch geschwindigkeitsabhängige Fangvorrichtungen, eine Überlastkontrolle und eine Schlaffseilsicherung eingebaut. Eine über die ganze Höhe des Gerätes geführte Leiter erlaubt es, den Bedienungsstand jederzeit gefahrlos zu verlassen oder zu erreichen.

*Elektrische Ausrüstung*

Bei der Gestaltung der elektrischen Ausrüstung für Regalförderzeug und Rollenbahnen ging man davon aus, bei Reparaturen an einem Teilstück nicht die gesamte Anlage stillegen zu müssen und trotzdem die Wartungsarbeiten gefahrlos durchführen zu können. Diese Überlegung führte zur Aufteilung des gesamten Lagers in mehrere Sektionen, die übersichtlich abgeschlossene Einheiten bilden; es sind das:

- *Das Regalförderzeug* mit den funktionsmässig zugehörigen, in den Regalen eingebauten Rollenbahnen. In diese Einheit wurde aus organisatorischen Gründen der Leitstand mit seinen Einrichtungen einbezogen.
- *Die Einlagerungsrollenbahn* mit eingebauter Waage, Zentrierung für die ankommenden Maschinen und Profilkontrolle (Bild 5). Zu diesem Anlagenteil gehört eine Feuerschutztüre, die gleichzeitig die Absicherung des Durchbruchs für die Rollenbänder zum Lager übernimmt.
- Eine *untere und obere Auslagerungsrollenbahn* mit zugehöriger Feuerschutztüre.

Die gesamte Anlage hat einen gemeinsamen Anlageschalter, mit dem die Anlage als ganzes stromlos gemacht werden kann. Auf diesen Anlageschalter wirkt auch der Not-Aus-Kreis, der es gestattet, die Anlage von verschiedenen Stellen im Lager aus abzuschalten. Die Sektionen weisen je einen Trennschalter auf, um sie einzeln spannungsfrei zu machen. Dabei werden auch korrespondierende Leitungen zwischen den einzelnen Sektionen abgeschaltet. Die Steuerungselemente für die *Rollenbahnen* sind an Stellen angeordnet worden, bei denen der Lauf der Maschinen gut übersehen

Bild 8. Teilansicht des Rollentisches

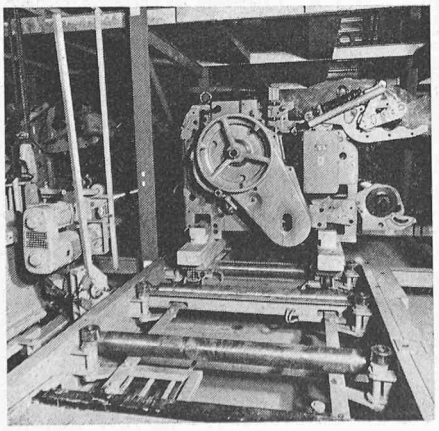


Bild 9. Webmaschine rollt automatisch vom Regalförderzeug in ein Lagerfach

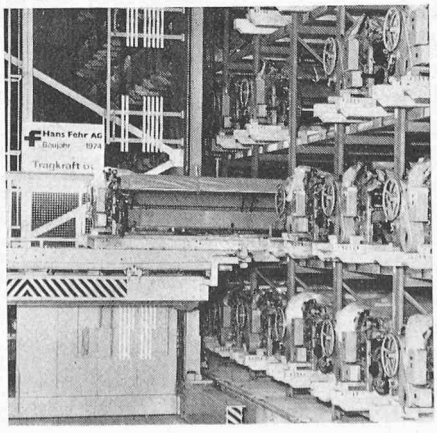
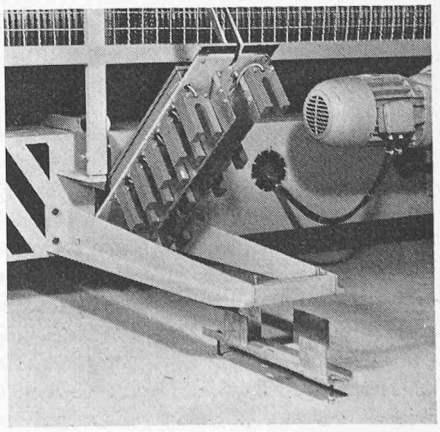



Bild 10. Kennzeichenträger auf dem Hallenboden und Istwertaufnehmerplatte mit Näherungsschalter



werden kann. Dies erlaubte es, auf eine automatische Distanzierung der Maschinen zu verzichten. Anderseits wurde aus Sicherheitsgründen eine Verriegelung der Feuerschutztüre zur Rollenbahn und umgekehrt installiert.

Nachdem die auf bis zu 6 m langen Holzbalken festgeklemmten Webmaschinen die Rollenbahnen vor dem Lager passiert haben, werden sie direkt vom RFZ aufgenommen. Die eingelaufene Webmaschine wird durch eine Sperre im Einlagerungsfach positioniert, bis das RFZ den Befehl über die Elektronik erhält, sie zu übernehmen. Das RFZ positioniert sich genau vor dem Einlagerungsfach, entriegelt die Sperre und nimmt die wartende Webmaschine, mit einem besonders konstruierten Lastaufnahmemittel, in Empfang. Dann wird das Ladegut in eines der links und rechts vom RFZ angeordneten Lagerfächer transportiert und automatisch abgegeben (Bild 9). Ein vollständiger Einlagerungs- oder Auslagerungsvorgang dauert im Mittel etwa 4 Minuten.

*Steuerung des Hochregallagers für Webmaschinen*

Die Automatik eines Regalförderzeuges soll eine mitfahrende Bedienungsperson ersetzen. Sie muss deshalb ähnliche logische Operationen vornehmen wie eine steuernde Bedienungsperson:

Eine Ware ist einzulagern. Das Regalfach, das dazu angefahren werden soll (Sollwert), wird auf einem Beleg (der Platzkarte) angegeben, von der Bedienungsperson abgelesen und gedanklich erfasst (Sollwertübernahme). Um zu wissen, in welche Richtung sie sich auf das gewünschte Fach zubewegen soll, muss ihr noch der Standort des Gerätes bekannt sein. Das kann durch Nummern am Regal geschehen (Istwert). Auch diese Nummern werden von der Bedienungsperson gelesen und erfasst (Istwerterfassung). Nun setzt der Vergleich von Soll- und Istwert ein. Die Bedienungsperson erkennt, dass sie z.B. vorwärts fahren muss und noch weit vom Ziel entfernt ist, also mit Maximalgeschwindigkeit fahren kann. Während der Fahrt orientiert sie sich laufend an den Regalnummern, um rechtzeitig den Bremsvorgang einleiten zu können. Der Vergleich von Soll- und Istwert, das Ausgeben von Fahr- und Bremsbefehlen und schliesslich das Halten vor dem richtigen Regalfach wird als Positionieren bezeichnet. Eine Auslagerung geht analog vor sich. All diese Operationen werden auch von der Automatik ausgeführt.

Als *Platzkarten* für die Fachadressen dienen Kunststoff-Lochkarten mit Sichttasche für die Artikelkarte. Der eingeschweisste Papierstreifen der Platzkarte trägt die Fachadresse im Klartext.

Zur *Sollwertübernahme* wurde in der Steuerzentrale ein Steuerpult aufgestellt, das im Sitzen bequem zu bedienen ist. Auf zwei Sockeln ruht eine Platte mit einem Lochkartenleser und allen für die Bedienung des RFZ notwendigen Anzeige- und Steuerelementen. Die Lochkarte wird von Hand in den Lesespalt des Lochkartenlesers gesteckt.

Durch die *Istwerterfassung* wird dem RFE sein jeweiliger Standort mitgeteilt. Entsprechend dem verwendeten Positioniersystem kommt bei dem Webmaschinenlager das digital-absolute System zur Anwendung. Bei diesem wird zwischen Istwertgeber und Istwertaufnehmer unterschieden. Jeder Platz in einer Regalreihe wird im $X$, $Y$-System genau festgelegt ($X$ = Horizontalrichtung, $Y$ = Vertikalrichtung). Zu diesem Zweck werden auf dem Hallenboden (Bild 10) und am Mast des RFZ Istwertgeber befestigt. Diese bestehen aus Schaltfahnenkombinationen, die auf Kennzeichenträger montiert werden. Istwertaufnehmer sind nach bestimmtem Schema auf Grundplatten angebrachte Schlitzinitiatoren. Sie werden für die $X$-Richtung am Regalförderzeug, für die $Y$-Richtung am Hubschlitten des RFZ befestigt und übernehmen im Stand oder während der Fahrt berührungslos den jeweiligen Istwert vom Istwertgeber.

*Positioniersteuerungen* für Regalförderzeuge haben die Aufgabe, diese von einem derzeitigen Istwert zu einem Sollwert im Regalgang zu bringen. Die AMC-Steuerung ist ein freiprogrammierbares Steuerungssystem. Die zentrale Steuereinheit steuert den Programmablauf, indem sie die einzelnen Instruktionen aus dem Programmspeicher abruft, zwischenspeichert, decodiert und ausführt.

Der *Programmspeicher* speichert das Steuerprogramm, und der *Datenspeicher* wird bei Spannungsausfällen über einen gepufferten Akkumulator gespiesen. Das Prozessinterface stellt die Verbindung der Steuerung mit dem RFZ bzw. Steuerpult her.

Das *Rechenwerk* stellt die Differenz zwischen Soll- und Istwert sowie das Vorzeichen (für Vor- und Rückwärtsfahrt) fest. Ist die Differenz so gross, dass das RFZ die Maximalgeschwindigkeit $V_3$ erreicht, läuft ein entsprechendes Programm ab. Das RFZ wird auf $V_3$ beschleunigt und fährt anschliessend mit konstanter Geschwindigkeit bis es den Punkt überfährt, von dem aus das Ziel mit konstanter Verzögerung zu erreichen ist. Beim Einfahren in die gewünschte Sollposition wird die Geschwindigkeit $V_2$ erreicht, überprüft und nach einer Korrektur auf $V_1$ umgeschaltet. Kurz darauf erreicht ein weiterer Näherungsschalter einen neuen Kontrollpunkt, der die Geschwindigkeit $V_1$ abschaltet. Daraufhin fällt die mechanische Bremse ein.

Nach dem Auspendeln des Gerätes überprüft die Automatik die Feinpositionierung durch getrennte Näherungsschalter und gibt die Meldung «Sollwert erreicht» aus. Selbstverständlich arbeiten Horizontal- und Vertikalpositionierung parallel, so dass die Transporteinheit gleichzeitig in $X$- und $Y$-Richtung (Diagonalfahrt) bewegt wird.

Unter einer *Fachfeinpositionierung* ist eine Positioniersteuerung zu verstehen, die sich am jeweiligen Regalfach orientiert. Die Überprüfung erfolgt optisch. An jedem Fach ist ein Reflektor angebracht, der durch Lichtschrankenpaare für die $X$- und die $Y$-Richtung abgetastet wird (Bild 11).

Sobald die Positioniersteuerung «Sollwert erreicht» meldet, werden die entsprechenden Lichtschrankenpaare aufgeschaltet, die solange korrigieren, bis beide Lichtschranken einer Richtung genau auf der Reflektorenkante stehen. Danach kommt das Signal «Tischausfahrt». Die Positioniergenauigkeit beträgt $\pm 3$ mm.

Adressen der Verfasser: *Hermann Müller* und *Karl Senn,* dipl. Ingenieure ETH, *Albert Eberhard,* Architekt, Gebr. Sulzer AG, 8401 Winterthur, *H. Weber,* dipl. Ing., Tuchschmid AG, 8500 Frauenfeld, *Horst Mangold,* Hans Fehr AG, 8305 Dietlikon, Dipl.-Ing. *Johannes Stähler,* Babcock & Bosch, D-7141 Schwieberdingen, und *Axel Tyedmers,* Ing., Von Roll AG, 2800 Delémont.

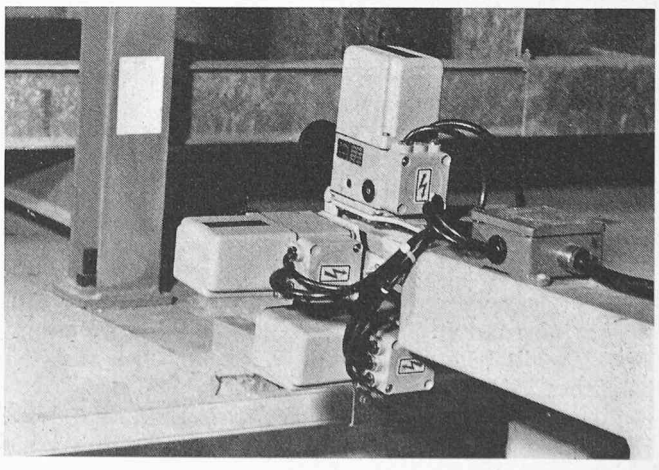



Bild 11. Lichtschrankenbatterie für Fachfeinpositionierung