

# Entwurf und Ausbildung einer Lagerhalle mit hoher Flexibilität der Nutzung

Autor(en): **Dubas, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **22 (1975)**

PDF erstellt am: **05.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-19381>

## **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.

## III

**Entwurf und Ausbildung einer Lagerhalle mit hoher Flexibilität der Nutzung**

Concept and Design of a Warehouse Having a High Flexibility of Use

Conception et projet d'une halle de stockage possédant une souplesse d'utilisation élevée

**Pierre DUBAS**

Prof. Dr.

Eidg. Technische Hochschule  
Zürich/Schweiz1. Einleitung

Am Beispiel der Lagerhalle der schweizerischen PTT-Betriebe in Arlesheim 1) möchten wir zeigen, wie die Nutzungsbedingungen Entwurf und konstruktive Gestaltung beeinflussen.

Das Pflichtenheft setzte lediglich die Grundrissabmessungen mit rund 72 m Breite und 130 m Länge sowie die Hubhöhe von 13 m für die 6,3 t Krane fest. Zudem sollte die Gesamtanordnung, bei vernünftigen Gesamtkosten, eine möglichst hohe Flexibilität der Nutzung gewährleisten.

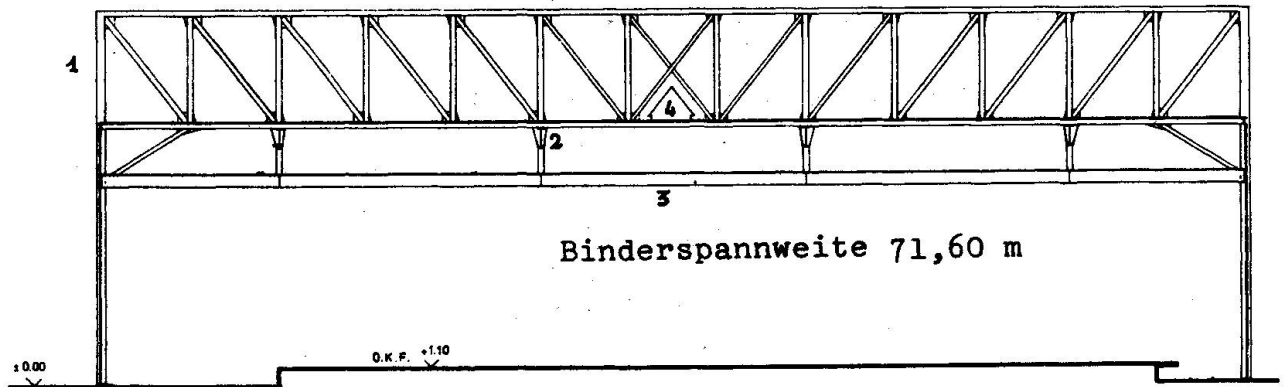
2. Entwurfskonzept

Eines der zahlreichen untersuchten Entwurfskonzepte sah vier querlaufende Hallenschiffe von je 32 m Breite vor. Dabei würden die Innenstützen die Nutzung beeinträchtigen, weil der Säulenstreifen für die Lagerung praktisch ausfällt und Transporte von einem Hallenschiff zu den anderen behindert sind. Selbstverständlich weist ein solcher Entwurf mit kleinen Spannweiten die niedrigsten Rohbaukosten auf. Allerdings erreicht dabei der Minderaufwand, bezogen auf die Gesamtkosten, nur rund 3 % gegenüber der gewählten Lösung ohne Innenstützen.

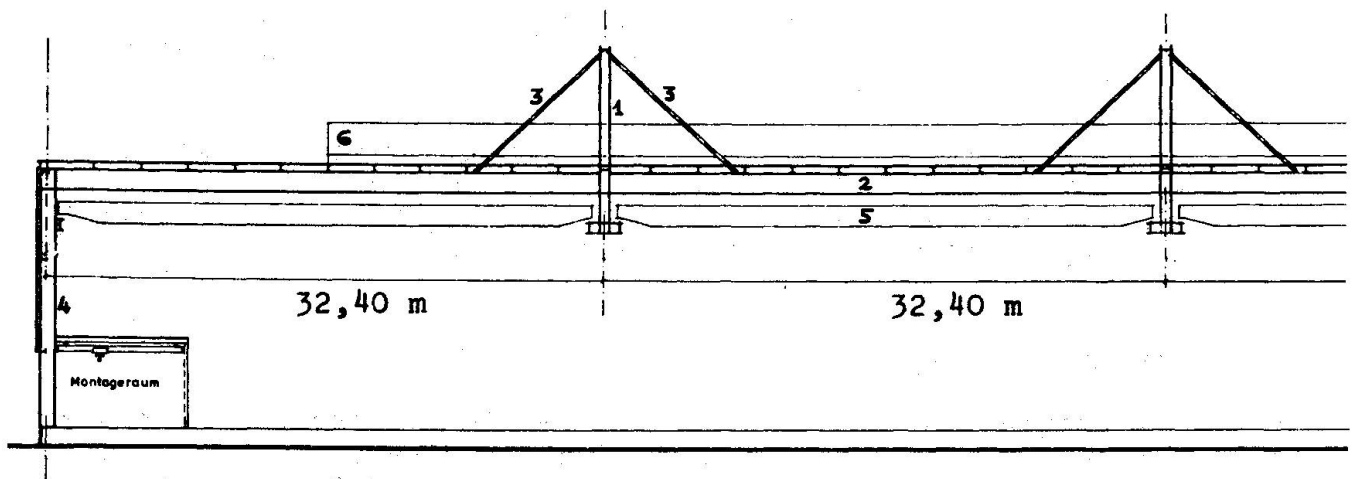
Detaillierte Untersuchungen des Auftraggebers haben gezeigt, dass querlaufende Krane der geplanten Nutzung am besten entsprechen, weil sich der Hauptwarenfluss zwischen dem Geleiseanschluss an der Nordfassade und der Lastwagenrampe längs der Südfassade abspielt. Die Kranbahnen der Laufkrane sind paarweise an den Hauptbindern aufgehängt (vgl. Fig. 1). Die Einbauten, insbesondere ein Zwischenboden im östlichen Teil, können umgebaut oder sogar entfernt werden, da die Haupttragkonstruktion davon unabhängig ist. Zudem wären, falls geänderte Betriebsverhältnisse dies erfordern würden, bei geringem Aufwand die querorientierten Laufkrane durch längslaufende Hängekrane zu ersetzen,

<sup>1)</sup> Für eine detaillierte Beschreibung vgl.: Prince, C.-M. und Delacoste, R.: Halle de stockage de matériel des PTT à Arlesheim (Suisse) Acier-Stahl-Steel 1974, S. 461.

deren Schienen an den Riegeln der Längsrahmen aufgehängt wären. Das Montagebild Fig. 2 zeigt <sup>2)</sup>, wie die Tragkonstruktion dann aussehen würde. Auch bezüglich der Krananordnung gewährleistet somit das gewählte Entwurfskonzept eine volle Flexibilität der Nutzung.



Querschnitt: 1: Hauptbinder 2: Längsrahmen 3: Kranbahn 4: Oberlicht



Längsschnitt: 1: Hauptbinder 2: Längsrahmen 3: Schrägstreben  
4: Giebelwandstütze 5: Laufkran 6: Oberlicht

Fig. 1

### 3. Räumlicher Aufbau

Eine räumliche Tragstruktur mit einem durchgehenden Dachverband und vier lotrechten Eckverbänden (Fig. 3) besorgt die Ableitung der Windkräfte sowie der Bremskräfte der Krananlagen. Die aus den Fachwerkbindern und den eingespannten Hauptstützen gebildeten Querrahmen (vgl. Fig. 1) sind nämlich relativ weich, führt doch eine in Dachebene wirkende Kraft von 1 t zu einer waagrechten Verschiebung von 5 mm.

2) Die Fig. 2 und 4 befinden sich auf Seite 5, die Fig. 5 und 6 auf Seite 6.

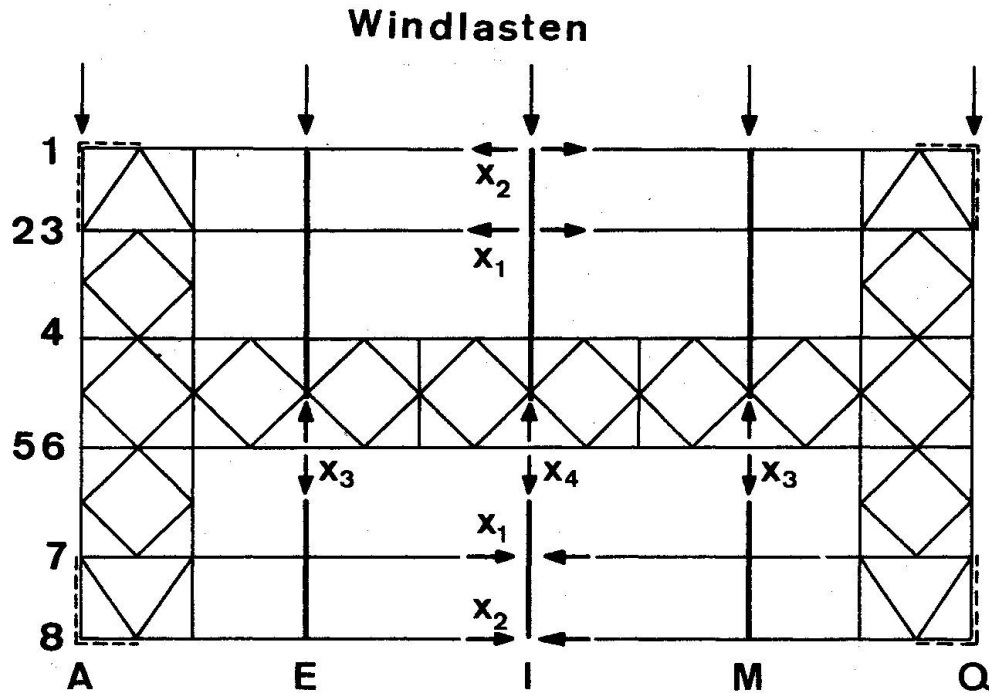


Fig. 3

Statisches System und überzählige Grössen für die Berechnung des Dachverbandes bei Windbelastung auf die Längsfassaden. Die lotrechten Eckverbände sind gestrichelt angedeutet.

Der Längsverband ist in der 16,5 m breiten zentralen Dachzone angeordnet und somit im Vergleich zu seiner Spannweite von 130 m schmal. Zur Erhöhung der Seitensteifigkeit wird der Längsverband mittels der Querverbände an die Riegel der äusseren Längsrahmen (ÜG  $X_1$ ) sowie an die oberen Fassadenriegel (ÜG  $X_2$ ) so angeschlossen, dass ein Rahmen mit doppeltem Druck- bzw. Zugband entsteht<sup>3)</sup>. Bei der ÜG  $X_2$  wird zudem der Widerstand der lotrechten Eckverbände in den Achsen 1 und 8 berücksichtigt<sup>4)</sup>.

Die so erreichte elastische Einspannung des Längsverbandes vermindert dessen Verbiegungen sehr wirksam: die maximale Querauslenkung unter Windlast beträgt nur 35 mm (Achse I), davon 22 mm aus den Verformungen des Dachverbandes (1/6000) und 13 mm aus den Durchbiegungen der lotrechten Giebelverbände (Achse A bzw. Q). Der mittlere Haupttrahmen (Achse I) nimmt daher nur rund 25 % der anfallenden Windlast auf, die Rahmen E oder M weniger als 20 %.

3) Die Tragwirkung ist grundsätzlich gleich derjenigen einer Eisenbahnbrücke mit offener Fahrbahn, bei welcher der Schlingerverband zugleich die Funktion des Windverbandes übernimmt und zur Erhöhung seiner Quersteifigkeit über Endscheiben mit den Hauptträgern angeschlossen ist. Vgl. P. Dubas "Tendances et développements en construction métallique" Publication ABEM (Association Belge pour l'Etude et l'Emploi des Matériaux) N° 396, Bruxelles 1973, S. 18.

4) Die Anordnung der lotrechten Verbände in den Ecken statt in Fassade mitte führt allerdings zu unerwünschten Zwängungskräften infolge der behinderten Temperaturendehnungen.

#### 4. Bauliche Gestaltung

Ein charakteristisches Merkmal ist die Anordnung der Hauptbinder oberhalb des Hallendaches (vgl. Fig. 1). Diese Ausbildung führt zur kleinstmöglichen Hallenhöhe, mit einer besseren Eingliederung in die Landschaft, und zu einer Nutzungserhöhung durch die Verminderung der Fassadenfläche und des zu beheizenden Raumes.

Die Binderuntergurte liegen unmittelbar unter der Dachhaut; sie sind gleich hoch wie die Pfetten (vgl. Fig. 4), so dass die Auflagerung der Dachbleche keine Probleme aufwirft und die Durchbrüche für die Füllungsglieder der Hauptbinder einfach zu gestalten sind. Dabei ist zu beachten, dass mit dem gewählten Abstand von rund 32 m nur drei Hauptbinder erforderlich sind. Dieser grosse Binderabstand erlaubt zudem eine wirtschaftlich erwünschte Konzentration auf eine geringe Anzahl der arbeitsintensiven Haupttragelemente.

In den Längsrahmenachsen verlängern sich die Binderpfosten nach unten und übernehmen gleichzeitig den Anschluss der Längsriegel sowie die Aufhängung und die Querstabilisierung der Kranbahnen.

Die seitliche Knickstabilität bzw. die Kippstabilität der Tragelemente ist jeweils vom untergeordneten Tragglied gewährleistet. Bei den Hauptbindern bestehen die Gurte durchgehend aus Breitflanschträgern HE 650 mit liegendem Steg, wobei die Anpassung an die veränderlichen Stabkräfte durch den Uebergang von HEA bis zum lamellenverstärkten HEM und zudem von St 37 auf St 52 geschieht. Die gedrückten Binderobergurte werden in Querrichtung durch Schrägstreben und die daran befestigten Längsriegel genügender Steifigkeit so elastisch gestützt (vgl. Fig. 1), dass die Gurtschlankheiten in der Binderebene und quer dazu etwa gleich ausfallen.

In den Endfeldern der Längsrahmen sind als Ersatz für die fehlenden Schrägstreben die Riegel mit den Stützen biegesteif angeschlossen. Diese teilweise Einspannung bringt zudem Vorteile für die Aufnahme der Vertikallast, insbesondere weil eine Montageregulierung - Verschiebung der Stützenfüsse Richtung Halleninneres - für eine ähnliche Momentenverteilung in den zweiseitig abgestützten Zwischenfeldern und den nur einseitig abgestrebten Endfeldern sorgt und zudem nahezu gleiche Lastanteile für alle Binder gewährleistet.

Die Kippstabilität der Längsriegeluntergurte wird von den Pfetten über Vertikalsteifen besorgt, diejenige der Pfetten durch die Profilbleche 5).

Diese Ausnützung der Tragglieder für mehrere Funktionen findet sich wieder bei den aufgehängten Kranbahnen. Zum Ausgleich der Haupttrahmenverformungen wäre an sich eine längsbewegliche Lagerung bei den Stützen naheliegend, erscheint uns aber kaum nutzungsgerecht. Eine kraftschlüssige Verbindung andererseits bedingt hohe Zusatzbiegungen der Stützen.

---

5) Für den Einfluss der Drehbettung der Dachbleche auf die Kippstabilität der Pfetten vgl. z.B. DAST Richtlinie 008 (März 1973) "Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau", Abschn. 7.2, sowie die darin erwähnten Literaturangaben.

Diese Nachteile schliesst die gewählte Ausbildung aus: der letzte Untergurtstab des Hauptbinders wird schräg zum Anschlusspunkt der Kranbahn geführt (Fig. 5); der mit Länglöchern versehene Horizontalstab in der Gurtverlängerung dient dabei nur der Abstützung der Dachhaut. Die Kranbahnträger wirken somit als Zugband, so dass sich sowohl die Tragfähigkeit als auch die Steifigkeit der Hauptbinder stark erhöhen. Die dabei auftretenden Längskräfte in den Kranbahnträgern beeinflussen deren Bemessung kaum, ist doch hier der Durchbiegungsnachweis massgebend. Ohne Mehrkosten wird somit eine wesentlich steifere Binderkonstruktion erhalten.

Die letzte, mehr als Scherz gedachte Abbildung (Fig. 6) veranschaulicht, dass man bei einer unbeabsichtigten Interaktion zwischen den Stäben zweier Verbände zu einer eher ungewöhnlichen konstruktiven Ausbildung greifen muss!

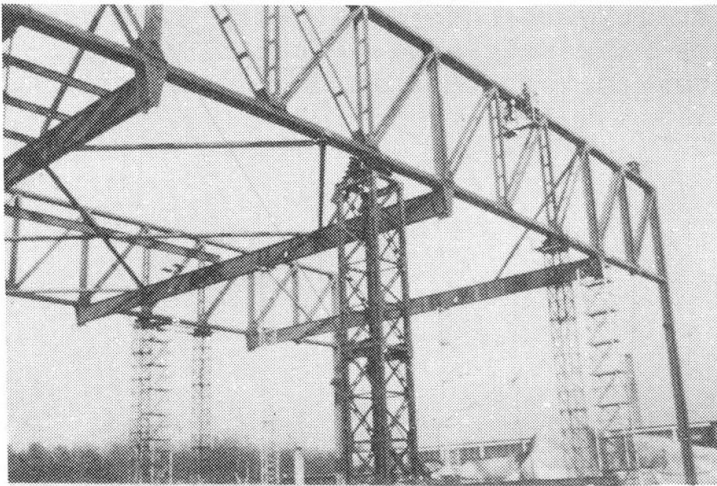


Fig. 2

Montage der Hauptbinder und der Riegel der Längsrahmen

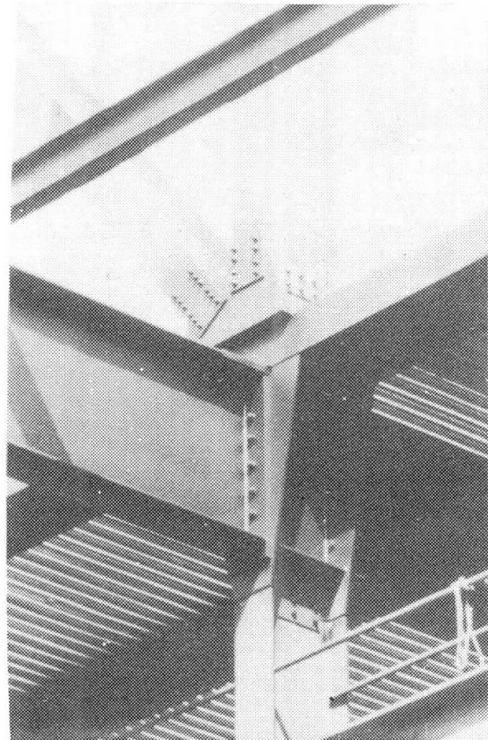


Fig. 4

untergurtknoten des Hauptbinders mit der Pfostenverlängerung zum Anschluss der Riegel der Längsrahmen und zur Aufhängung der Kranbahnen



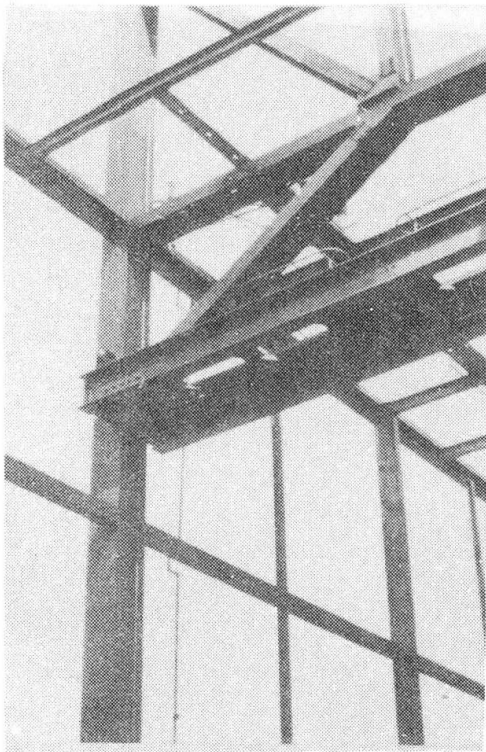


Fig. 5

Schräger Untergurtstab eines Hauptbinders und Anschluss mit den als Zugband wirkenden Kranbahnträgern

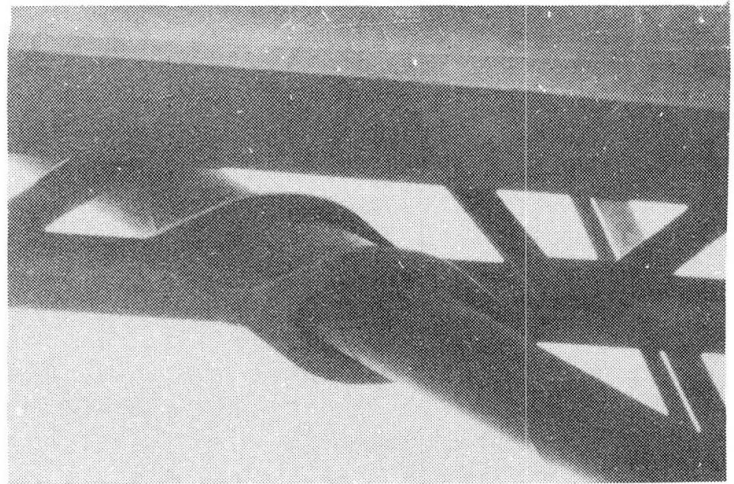


Fig. 6

Durchdringung einer Strebe des lotrechten Eckverbandes (vgl. Fig. 3) durch den ringartig ausgeweiteten Gurt des Kranbahnverbandes in der Giebelwand A.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die beschriebene Lagerhalle ist so gestaltet, dass eine möglichst hohe Flexibilität der Nutzung bei vernünftigen Baukosten erreicht wird. Die wesentlichen Merkmale werden kurz beschrieben.

#### SUMMARY

The described warehouse has been conceived so as to ensure the utmost flexibility of use within reasonable building-costs. Its main characteristics are enumerated briefly.

#### RESUME

La halle de stockage décrite est conçue en vue d'obtenir une souplesse d'utilisation aussi élevée que possible tout en restant dans des limites de prix raisonnables. On en décrit brièvement les caractéristiques principales.