

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 39

Artikel: Eine neuartige Ausstellungshalle mit Rohrfachwerkverbindungen
Autor: Beer, Hermann
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-64961>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

Eine neuartige Ausstellungshalle mit Rohrfachwerkbindern

DK 725.91:624.94

Von Prof. Dr. techn. **Hermann Beer**, Graz

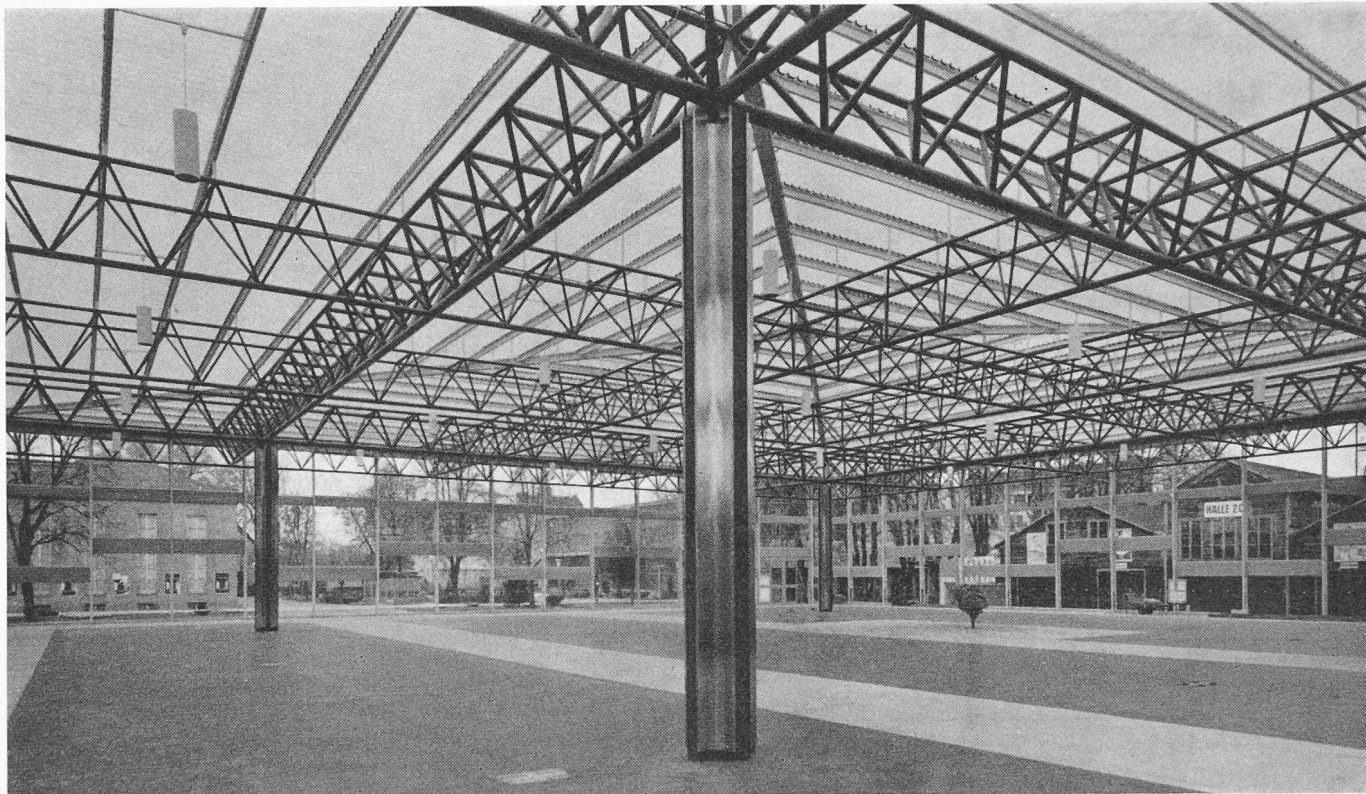


Bild 1. Ansicht der Messehalle von innen

A. Einleitung

Die Grazer Messe r.G.m.b.H. veranstaltet jährlich Frühjahrs- und Herbstmessen und hat zu diesem Zweck mehrere bemerkenswerte Ausstellungshallen errichtet. Im Jahre 1960 stellt die österreichische Stahlindustrie erstmalig in geschlossener Form ihre Erzeugnisse aus und erhielt hierzu eine neue,

repräsentative Halle. Ihrer Bestimmung entsprechend sollte auch mit diesem Bauwerk selbst für das Bauen in Stahl geworben werden, und so war den Entwurfsverfassern die Aufgabe gestellt, eine dem neuesten Stand der technischen Erkenntnisse entsprechende Ausstellungshalle, einen leichten und transparenten Stahlbau, zu planen, wobei die gesamte Kon-

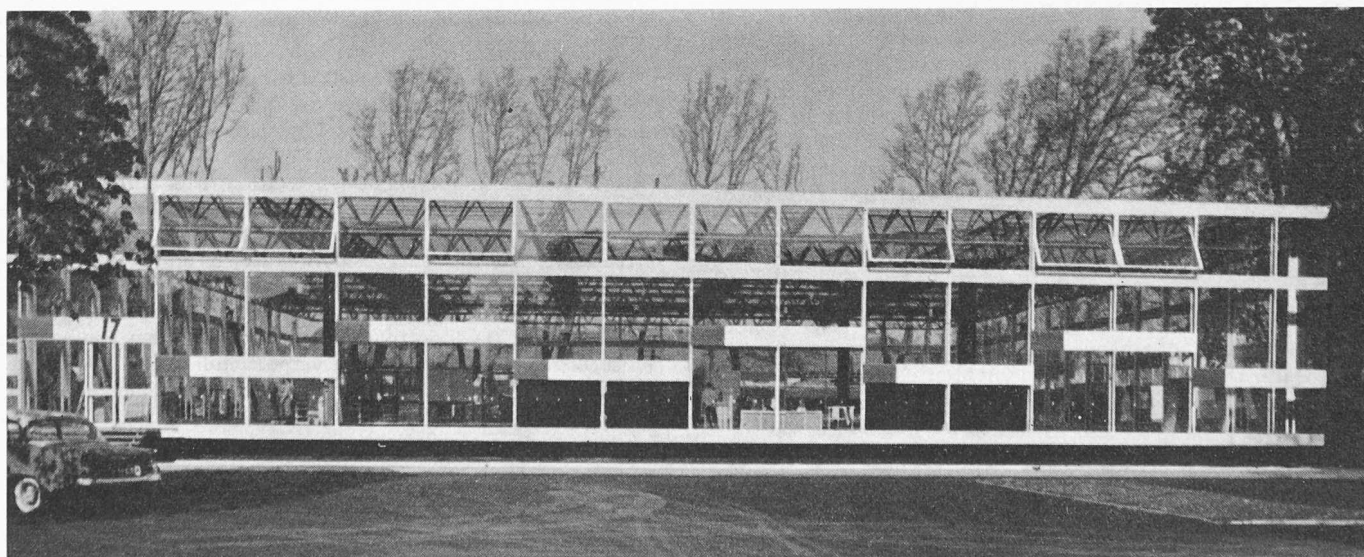


Bild 2. Fassade der Messehalle

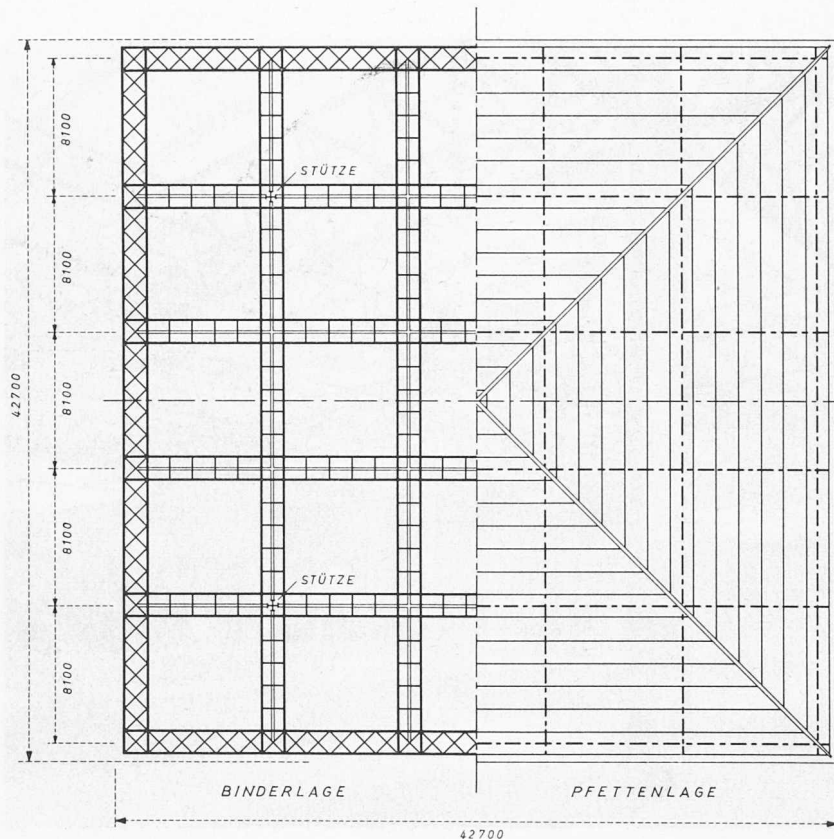
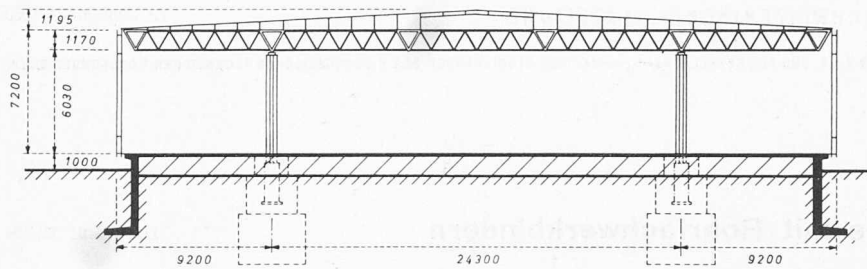


Bild 3. Generelles Projekt, 1:450

struktionsfrei sichtbar bleiben sollte (Bild 1). Hierbei wurden in mehrfacher Hinsicht neue Wege beschritten, über die hier kurz berichtet werden soll.

B. Generelles Projekt

Der zur Verfügung stehende quadratische Grundriss von 43×43 m legt den Entwurf einer Hallenkonstruktion nahe, welche die vierfache Symmetrie des Quadrates vollständig ausnützt. Vom Architekten wurde hierbei die zwingende Forderung erhoben, die verglasten äusseren Umfassungswände in lotrechter Richtung nur durch ganz leichte Vertikalsprossen zu unterteilen, um den Eindruck der Leichtigkeit noch besonders zu verstärken (Bild 2). Eine Anordnung der Dachstützen an der Aussenwandfläche war also zu vermeiden. Ausserdem sollten die Aussenwände freie Dehnmöglichkeit auch für einseitige Sonnenbestrahlung besitzen. Aus der Kojenteilung ergab sich aber die Möglichkeit, im Innenraum vier Stützen an den Ecken eines Quadrates von 24,3 m Seitenlänge zu stellen, und somit war die Gesamtanordnung der Tragkonstruktion gegeben.

Bild 3 zeigt das generelle Projekt, welches zur Ausführung kam. Die vier in den Fundamenten eingespannten Stützen tragen vier, nach jeder Seite um 8,1 m auskragende Unterzüge, die als dreigurtige Rohrfachwerkbinder (zwei Obergurte und ein Untergurt) ausgebildet sind. In diesen Unterzügen sind die Rand- und Zwischenbinder durchlaufend eingebunden, so dass statisch ein auf vier Stützen gelagerter Rost aus je sechs sich kreuzenden Trägerscharen entsteht. Aus konstruktiven und ästhetischen Gründen ergab sich die Notwendigkeit, die dreigurtigen Fachwerkbinder mit kon-

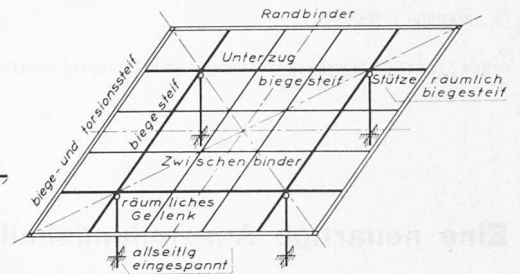


Bild 4. Statisches System

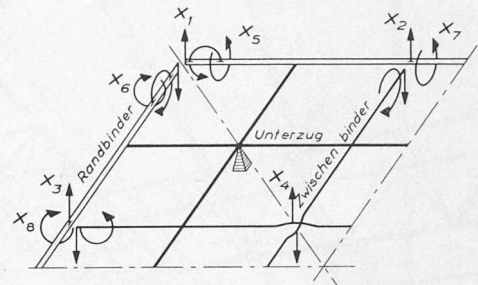


Bild 5. Darstellung der statisch unbestimmten Grössen

stanter Systemhöhe, also parallelgurtig auszubilden. Da die Pfetten zwangsläufig in den vier geneigten Walmebenen liegen müssen, war es notwendig, sie auf die Binder aufzustellen, was durch lotrechte Rohre in den Knoten der Fachwerkbinder des gesamten Rostes erfolgte. Die vier Abwalmungen des Daches werden durch Gratsparren begrenzt, an die die Pfetten anlaufen (Bild 8). Die Windkräfte werden durch einen ringsumlaufenden Verband in der Ebene der Obergurte der Randbinder aufgenommen, die damit torsionssteife, dreigurtige Fachwerkröhren bilden. Die Dacheindeckung erfolgt in neuartiger Weise mit transparentem, abgekantetem Scobalit (Bild 8).

C. Statik

Bei der projektierten Konstruktion handelt es sich um ein hochgradig statisch unbestimmtes System (Bild 4). Da die Hauptunterzüge und die Innenbinder keinen oberen Verband haben, sind sie nicht in der Lage, Torsionsmomente aufzunehmen. Hingegen können die ringsumlaufenden Randbinder sowohl Biege- als auch Torsionsmomente übertragen.

Die Unbekannten werden daher so angebracht, dass zunächst durch Lösen der Fesselkräfte und Einspannungen das Dach ein statisch bestimmtes Grundsystem bildet. Für die vertikale Belastung kann die Lagerung des Daches an den Stützen sodann mit Rücksicht auf den besonderen Aufbau statisch bestimmt angenommen werden. Für ein Viertel des Daches sind die gewählten Unbekannten im Bild 5 eingetragen. Es ergibt sich somit für das gesamte Dach für beliebige lotrechte Belastung ein 32-fach statisch unbestimmtes System. Für symmetrische Lastzustände folgt aus der Diagonalsymmetrie die Gleichheit der gegenüberliegenden Unbekannten jedes Dachviertels, während die auf den Diagonalen selbst liegenden Unbekannten verschwinden. Die beiden geneigten Tragwände eines Dachbinders bilden ein Faltwerk, das die Bestimmung der Lastanteile jeder Tragwand ohne Schwierigkeiten ermöglicht.

Die statisch unbestimmte Lagerung des Daches in den vier eingespannten Stützen kann für die Windbelastung mit grosser Annäherung durch eine anteilmässige Aufteilung der Druck- und Sogkräfte auf die vier Stützen berücksichtigt werden (vgl. Bild 4).

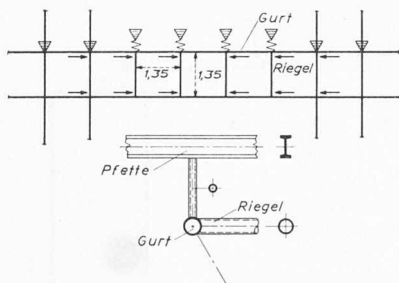


Bild 6. Schema des Binders mit querlaufenden Pfetten

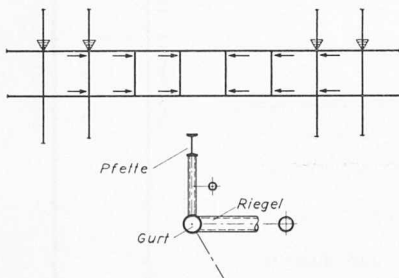


Bild 7. Schema des Binders mit längslaufenden Pfetten

Ein besonderes Problem war die Herstellung der Knicksicherheit der gedrückten oberen Gurtung in den Unterzügen und Zwischenbindern. Da es sowohl aus ästhetischen Gründen als auch wegen der einfacheren Werkstattarbeit erwünscht war, in diesen Traggliedern den oberen Verband entfallen zu lassen und die Pfetten nicht direkt auf den Bindern zu lagern, musste die Knicksicherheit der gedrückten Gurtungen auf andere Weise hergestellt werden. Nun sind die Gurtungen jener Unterzügen und Zwischenbindern, welche senkrecht zu den Pfettensträngen laufen, elastisch durch die Aufständerungsröhre in den biegesteifen Pfetten gehalten (Bild 6), während bei den hierzu senkrecht stehenden Unterzügen und Zwischenbindern eine solche Haltung nicht vorhanden ist, da die Drillsteifigkeit der Pfetten vernachlässigbar klein ist (Bild 7). Im erstgenannten Fall ergibt sich für den Rahmenstab, gebildet aus Obergurten und Querriegeln (Rohrquerschnitte), eine elastisch nachgiebige seitliche Stützung, die im zweiten Fall nicht vorhanden ist. Die Berechnung des Rahmenstabes kann wegen der hier vorhandenen Steifigkeitsverhältnisse nicht nach den in den Normen angegebenen Formeln durchgeführt werden. Sie erfolgte daher getrennt für den Fall nach den Bildern 6 und 7 auf baustatischem Wege durch die Betrachtung der benachbarten Gleichgewichtslage, wobei sich aus dem homogenen Gleichungssystem die Knickbedingung ergibt. Als Ergebnis der Berechnung wurde beim nicht quergestützten Rahmenstab eine ideelle Vergleichsknicklänge von etwa der doppelten Feldweite (Querriegelabstand) festgestellt, während die elastische Stützung diese Knicklänge auf das etwa 1,5-fache der Feldweite herabsetzt.

Eingehende Studien waren für die Ausbildung der Kreuzungspunkte der sich durchdringenden Binder erforderlich. Während es aufgrund der in anderen Ländern ausgeführten Versuche mit Knotenverbindungen von Fachwerkkrohrbindern möglich war, bei den hier vorhandenen Abmessungen der Rohre alle Knotenbleche ohne Bedenken fortzulassen, lagen über rechtwinklige Rohrkreuzungen insbesondere bei Zugstäben keine ausreichenden Versuchsergebnisse vor. Es wurden daher mehrere Versuche mit solchen Kreuzungen

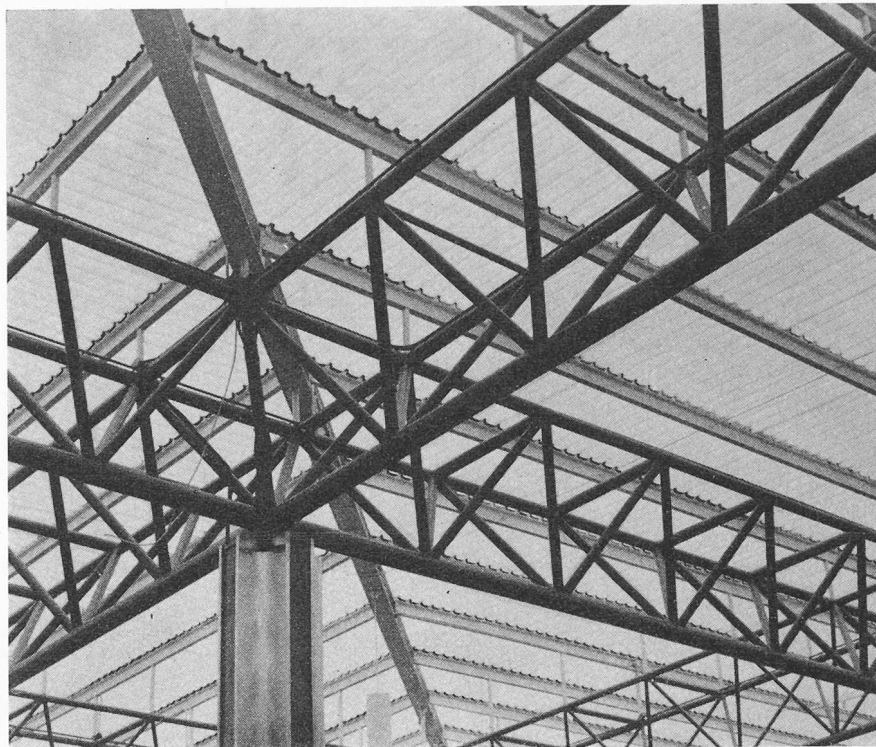


Bild 8. Auflagerdetail der Dachkonstruktion mit Pfetten und Gratsparren (das abgekannte, transparente Scobalit ist in den deutlich sichtbaren Zahnleisten verspannt)

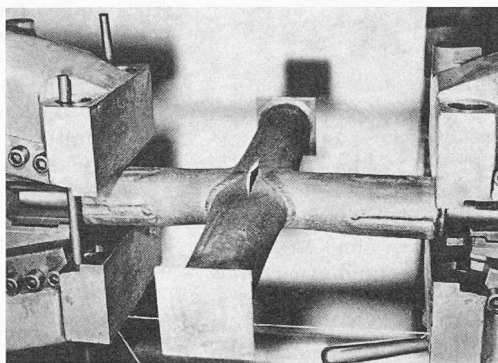


Bild 9. Versuchsanordnung für Rohrkreuzung (der Bruch trat bei der 2,7fachen Gebrauchslast im Querrohr auf)

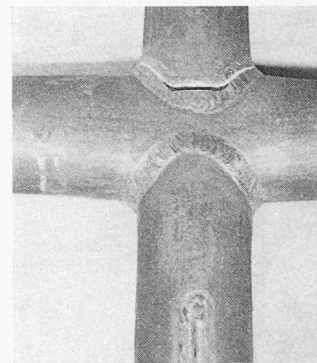


Bild 10. Die Verbindung ist bei der 2,7fachen Gebrauchslast in der Schweissnaht gebrochen

von Rohren gleichen Querschnittes durchgeführt, die bis zum Bruch belastet wurden. Bild 9 zeigt die Versuchsanordnung. Während des Belastungsvorganges hat man auch die Veränderungen der Rohrdurchmesser in der Nähe der Durchdringungsstelle an beiden Rohren gemessen, und es zeigte sich bis zur etwa 1,5-fachen Gebrauchslast ein elastisches Verhalten der Verbindung. Sodann trat allmählich Fließen mit grösseren Rohrverformungen ein und schliesslich erfolgte der Bruch in der Rohrwandung bei etwa 2,7-facher Gebrauchslast. Bei einem weiteren Versuch (Bild 10) trat der Bruch in der Schweissnaht des Rohranschlusses bei etwa derselben Laststufe ein. Hierbei entsprach der rechnerische Nahtquerschnitt des Kehlnahtanschlusses der Querschnittsfläche des Rohres. Rohre mit zusätzlichen Innenlaschen zeigten keine Erhöhung der Tragkraft der Rohrkreuzung. Der Bruch trat hier nicht an der Kreuzung selbst, sondern beim Endpunkt der Lasche (wahrscheinlich infolge Kerbwirkung) ein.

D. Konstruktion

Rohrkonstruktionen verlangen aus konstruktiven und ästhetischen Gründen zwingend die Schweissung in der Werkstatt und an der Baustelle. Hierbei kann man mit entsprechenden Massnahmen und Verwendung von erfahrenen

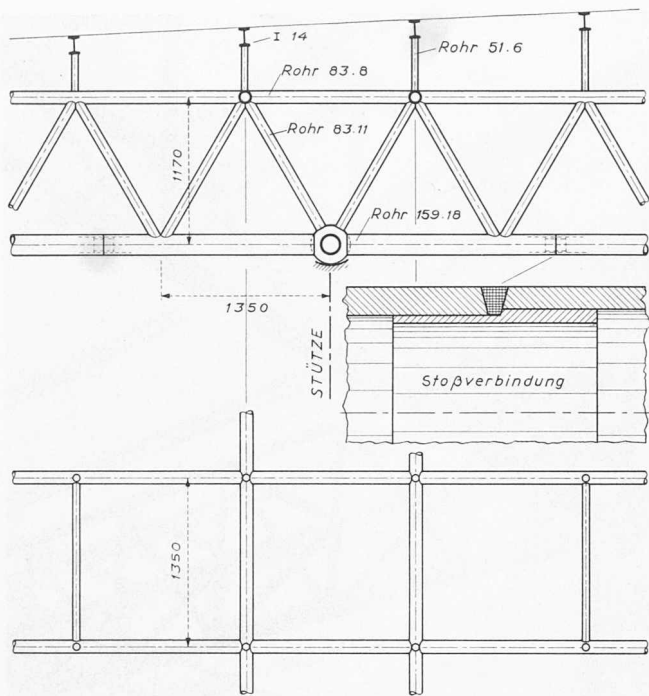


Bild 11. Binderdetail mit Stossverbindung

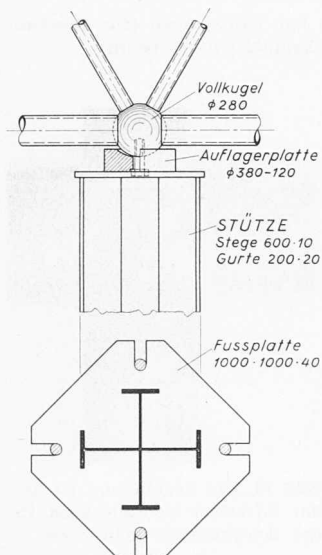


Bild 12. Rohrfachwerkknoten

Bild 13 (links). Auflagerpunkt mit Stütze

Schweissern ohne Bedenken für den Spannungsnachweis mit einem Gütefaktor von 1,0 rechnen. Dies haben die praktischen Erfahrungen an diesem Bauwerk einwandfrei gezeigt, wenn auch bei der Planung vorsichtig mit einem Gütefaktor von 0,9 gerechnet wurde.

Bild 11 zeigt das Knotendetail von zwei sich kreuzenden Unterzügen. Die Neigung der Diagonalen von 60° ergab einen guten Anschnitt der Diagonalen im Knoten bei allen verwendeten Durchmesserhältnissen. Hierbei ist es von besonderem Vorteil, wenn sich auch die Diagonalrohre am Knoten noch etwas durchdringen (Bild 12), da die Schalenwirkung dadurch dort verstärkt wird.

Besonderes Interesse verdient die Anordnung der Gurtstösse. In die beiden zu stossenden Rohre verschiedener Wandstärke wurde mit geringem Spiel ein Einsatzrohrstück eingesetzt, das durch Abfräsen den verschiedenen Wandstärken angepasst ist (vgl. Bild 11). Es kann somit eine einwandfreie und volltragende Stumpfnah geschweisst werden.

Die Ausbildung der Auflagerpunkte der Dachkonstruktion auf den Stützen wurde sorgfältig geplant. Der Lagerknoten ist durch eine Vollkugel von 280 mm Durchmesser gebildet, die in einer Lagerpfanne ruht (Bild 13). Zur Verankerung gegen Windsog dient eine 2"-Schraube, welche in die Kugel eingedreht wird. Die Pfanne ruht auf dem eigentlichen Stützenkopf, welcher die im Fundament nach beiden Richtungen eingespannten Stützen aus sich rechtwinklig durchdringenden I-Querschnitten abschliesst.

Ein besonderes Studium verlangte die Ausbildung der ringsumlaufenden Dachtraufe (Bild 14). Ein 4 mm starkes

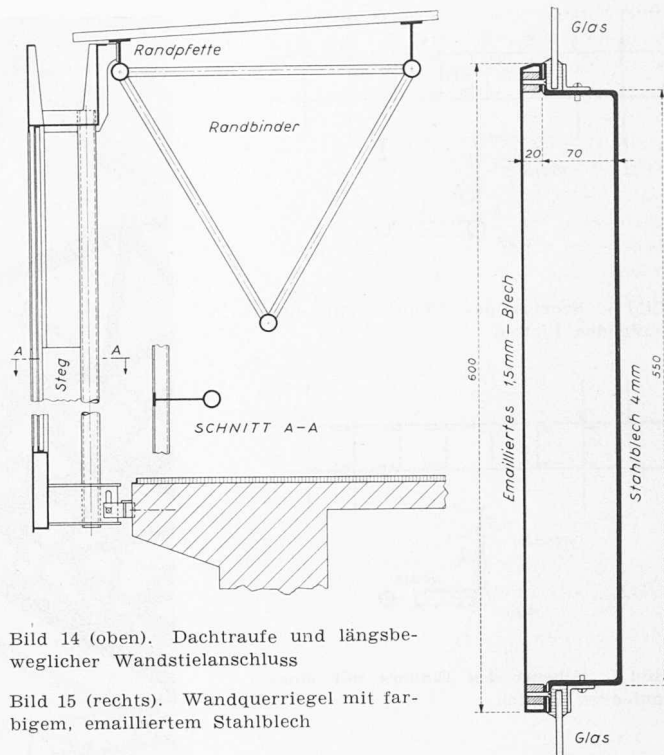


Bild 14 (oben). Dachtraufe und längsbeweglicher Wandstielanschluss

Bild 15 (rechts). Wandquerriegel mit farbigem, emalliertem Stahlblech

Abkantprofil, in das die Dachrinne gelegt wird, bildet den oberen Abschluss der Seitenwände, deren schmale Wandstiele an das Dach angehängt und deren Fuss vertikalbeweglich gelagert ist. Die Wandstiele haben demnach nur die Windkräfte zu übertragen und wurden einem Wunsch des Architekten entsprechend in der Frontalansicht äusserst schlank ausgebildet. Hierbei erwies sich der dargestellte Querschnitt als zweckmässig, weil die als innerer Gurt der Wandstiele dienenden Rohre gleichzeitig die Abfuhr des Regenwassers besorgen. Die verglasten Aussenfronten werden durch versetzt angeordnete Hohl Binder, deren Aussenhaut aus farbigem, emallierten Stahlblechen besteht, wirksam belebt (Bild 15).

E. Dacheindeckung

Die Dacheindeckung wurde ursprünglich mit transparentem Wellscobalit geplant, das mit Klemmschrauben an die Pfetten befestigt wird und sich in den einzelnen Bahnen entsprechend übergreift, um die Dichtigkeit des Daches bei dem hier vorhandenen geringen Gefälle herzustellen. In längeren Beratungen mit den Architekten und dem Verfasser hat jedoch die Furalvertretung in Oesterreich das Prinzip der Furaldachdeckung mit Aluminiumblech auf ein Polyester material sinngemäss übertragen und hier erstmalig zur Anwendung gebracht. Zur Erfüllung der damit verbundenen Forderungen wurden eingehende Versuche über die geeignete Kantenausrundung und die Abpressmatrizen durchgeführt mit dem Erfolg, dass die beim Aluminium-Furaldach durch das Aufrollen auf die Zahnleisten so günstig wirkende innere Verspannung auch bei diesem transparentem Material voll wirksam ist, so dass jede Durchbohrung der Dachhaut mit Klemmschrauben entbehrlich wird. Es hat sich auch eine einwandfreie Abdichtung des Daches bei einem Gefälle von nur 5% erzielen lassen. Die Bilder 1 und 8 zeigen die gute Wirkung dieser transparenten Dachhaut vom Halleninnern aus gesehen.

F. Montage

Da die gesamte Konstruktion, abgesehen von den Pfettenstössen, vollständig auf der Baustelle geschweisst wurde, war zur Einhaltung der vorgesehenen Ueberhöhungsmasse ein Zusammenbau der Unterzüge und Binder in der Werkstatt auf der Zulage erforderlich. Bei Montagebeginn stand eine sehr tragfähige Fussbodenplattform zur Verfügung, so dass das Dach in transportfähigen Stücken angeliefert, auf

dieser Plattform zusammengebaut und in bequemer Lage verschweisst wurde. Hierauf hat man die gesamte Dachkonstruktion einschliesslich Gratsparren und Pfetten in den vier Lagerpunkten gefasst und etwas über die endgültige Höhe hinaus angehoben. Nach Hochdrehen der Stützen und Herstellung ihrer Einspannung wurde dann das Dach auf die Stützenköpfe abgesenkt und durch Verschweissen der Auflagerplatte mit dem Kopfblech der Stützen gegen Abheben gesichert. Es erwies sich hierbei als zweckmässig, die Schraubenverankerung gegen Windsog schon früher anzubringen und somit die Lagerplatte an das Dach anzuhängen. Ihre Verschweissung mit dem Stützenkopf erfolgte nach Beendigung der Montage.

Die Masshaltigkeit der Konstruktion nach dem Schweiessen war eine sehr gute, wobei bereits in der Werkstatt die nötigen Erfahrungen über die Schrumpfvorgaben gesammelt werden konnten. Auch die Montage und genaue Einpassung

der Seitenwandstiele und -riegel ging ohne Schwierigkeiten vonstatten.

G. Schlussbetrachtung

In der Metropole der steirischen Eisenindustrie ist eine Halle entstanden, welche sowohl in ihrer architektonischen Gesamtform als auch in den Details die Leichtigkeit und Transparenz des Bauens in Stahl und Kunststoff klar vor Augen führt. Die besonderen Vorteile gegenüber den massiven Bauweisen treten hier deutlich in Erscheinung. Die architektonische Planung der Halle oblag den Architekten Dipl. Ing. Oratsch und Haidvogel; den Entwurf und die statische Berechnung der Stahlkonstruktion und des Unterbaues führte der Verfasser unter Mithilfe seiner Assistenten durch. Die Ausführung der Stahlkonstruktion wurde der Firma Waagner-Biró AG., Werk Graz, übertragen.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. techn. Hermann Beer, Graz, Rechbauerstrasse 12, Oesterreich.

Das projektierte «Technorama» in Winterthur

DK 725.91

Diplomarbeiten Sommer 1960 der Abteilung für Architektur der ETH

Schluss von S. 616

Bericht des Vorstandes der Abteilung für Architektur

Vorbemerkungen

Das nachfolgend aufgeführte Raumprogramm soll Richtlinien darstellen und kann noch nicht als verbindlich betrachtet werden. Der Ausbau des Technorama soll in Etappen erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass dieselben zeitlich weit auseinanderliegen können.

Baugelände (Standort 1)

Auwiesen Töss rd. 40 000 m², zwischen künftiger Autobahn, Eisenbahnlinie und Töss. Die Zufahrt von der Stadt erfolgt bis zur Abzweigung auf die Autobahn längs des neu zu schaffenden Auwiesenquartiers (gegenüber NOK-Unterstation), diejenige von der Autobahn aus Richtung Zürich von der Autobahnabfahrt in die Stadt Winterthur. Sie liegen örtlich somit beieinander. Die Trolleybus-Endstation liegt im zukünftigen Auwiesenquartier. Die Hochspannungsleitungen brauchen nicht berücksichtigt zu werden, da sie im Fall einer Ueberbauung verkabelt werden.

Raumprogramm (abgekürzt)

Alle Flächenmasse sind «ca.» zu verstehen.

I. Allgemeine Räume

	m ²	Erweiterungen
1. Eingang mit Kasse, Garderoben, Toiletten		—
2. Verwaltung	230	80 %
3. Vortragssäle		
a) Vortragssaal mit Kinoeinrichtung, ca. 300 Sitzplätze, vergrösserbar durch Nebenraum oder Galerie auf 500 Sitzplätze.		
b) Kleiner Saal mit 60 Sitzplätzen		
c) 2 Demonstrationsräume für Experimentalphysik, Chemie etc., mit 1 Büro und 1 Vorbereitungsraum.		
4. Bibliothek und Dokumentation zuzüglich 6 Arbeitsplätze	100	300 %
5. Restaurant mit 100 Sitzplätzen, dazu Verpflegungsraum mit Selbstbedienung mit 100 Sitzplätzen; ferner Küche, Office und Vorratsräume		—
6. Werkstätten	400	100 %
7. Lagerräume im Keller, Raumhöhen ca. 4 m, mit vom Haupteingang unabhängiger Zufahrt, sowie mit guten Verbindungsmöglichkeiten zu den Werkstätten und Ausstellungshallen	2000	100 %
8. Wohnung für Abwart		
9. Heiz- und Ventilationszentrale		

II. Periodische Ausstellungen

diverse ineinandergehende Räume 5 m hoch 1000 50 %

III. Räume für permanente Ausstellungen

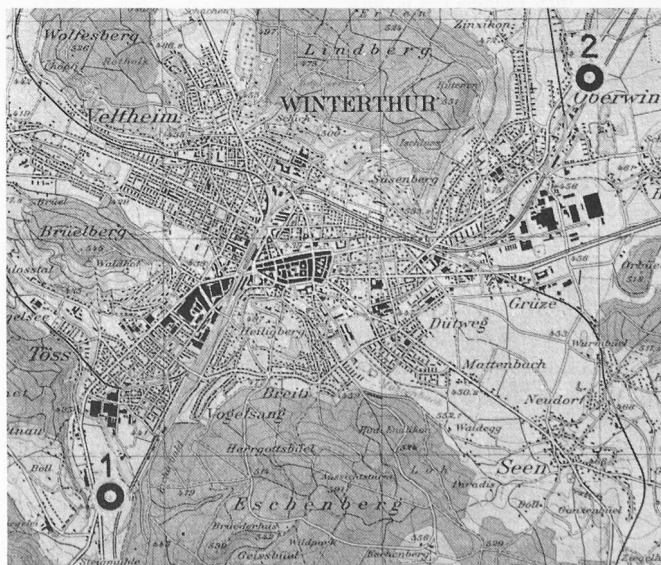
Möglichst kurze und klare Besucherwege sind erforderlich. Für den vertikalen Verkehr sind Aufzüge, eventuell auch Rolltreppen zu verwenden, wobei diese gleichzeitig als technische Ausstellungsobjekte dienen.

A. Ebenerdige Ausstellungshallen für schwere Maschinen

1. Dampftechnik, 6 m hoch	1000	100 %
2. Elektrotechnik; Starkstrom, 10 m hoch	400	50 %
3. Hydraulische Maschinen, 10 m hoch	1000	50 %
4. Giesserei, Stahl und Metallurgie, 6 m hoch	500	—
5. Wasserbau, 10 m hoch	1000	100 %
6. Werkzeugmaschinen, Werkstätten 8 m hoch	1000	—

B. Ausstellungshallen in Obergeschossen

2. Elektrotechnik: Schwachstrom, Hochfrequenz, Elektronik, 6 m hoch	800	200 %
7. Textilmaschinen: Spinnerei, Weberei, Färberei, Ausrüsterei	1000	100 %



Mögliche Standorte des Technoramas in Winterthur. Standort 1 wurde für die Diplomarbeiten ausgewählt. (Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 6. 9. 1960)