

# Der Stahlbau

Autor(en): **Baeschlin, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift**

Band (Jahr): **1-5 (1947-1949)**

Heft 9

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-328019>

## **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.



## Der Stahlbau

### Allgemeine Entwicklung

Im Jahre 1784 hat der Engländer Henry Cort erstmals brauchbares Schmiedeeisen mit Hilfe von Steinkohle im Flammofen durch das sogenannte Puddelverfahren erzeugt. Damit wurde der neue Baustoff nicht erfunden, wohl aber erstmals in größeren Mengen hergestellt und vor allem dessen Qualität in maßgeblicher Weise verbessert.

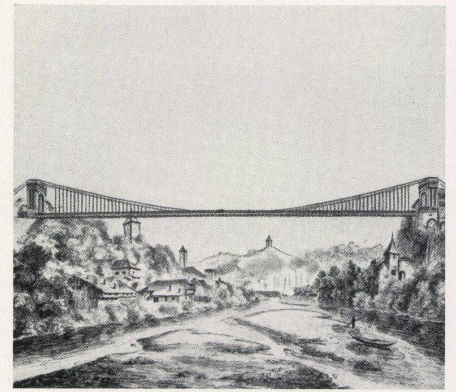
Der Preis des neuen Konstruktionsmaterials war hoch. Dieser Umstand zwang die Konstrukteure, mit der Verwendung des neuen Baustoffes sehr wirtschaftlich umzugehen. Zu jener Zeit, als die Technik – gleichermaßen wie die architektonische Gestaltung – noch hauptsächlich auf der räumlichen Vorstellungskraft beruhte, mußte bei der Erstellung von Bauten aus Eisen darnach getrachtet werden, die Bauglieder und Tragwerke auf Grund statischer Berechnungen möglichst genau zu bemessen. In größerem Ausmaß ist das Eisen erstmals in England als Baustoff verwendet worden, und es entstanden in der Folge eine beträchtliche Anzahl bogenförmiger Brücken. Für damalige Verhältnisse wiesen einzelne recht bedeutende Abmessungen auf – bis zu 55 m Spannweite – und eine davon versieht noch heute unverändert ihren Dienst. Während nach der Jahrhundertwende auch in Frankreich solche Bauwerke entstanden, ging man in Nordamerika dazu über, die einer Berechnung eher zugänglichen Hängebrücken zu erstellen. 1825 wurde in Genf die erste größere Drahtkabelbrücke Europas, mit zwei Öffnungen von je 40 m, dem Betrieb übergeben. Zehn Jahre später erfolgte der Bau des berühmten «Grand Pont» über das Saanetal in Freiburg i. Ue. mit einer Spannweite von 275 m. (Abb. 1). Neben diesen gußeisernen Bogen- und Hängebrücken wurden nun auch schmiedeiserne Tragwerke in Bogen- und vor allem in Balkenform gebaut. Das früheste Beispiel einer eisernen Balkenbrücke von Bedeutung liegt wiederum in England, wo Robert Stephenson, der Sohn des bedeutenden Eisenbahnbauers, die Britanniabrücke über die Menastraße erbaute. (Abb. 2). Schon nach relativ kurzer Zeit, nachdem die ersten eisernen Brücken entstanden waren, fand der Baustoff Eisen auch im Hochbau Eingang. Dabei ging es vor allem um die Konstruktion von weitgespannten Dach- und Kuppelbauten. Wenn im Brücken- und Hochbau das schmiedbare Eisen eine immer größere Verwendung fand, so ließ sich das weitgehend auf die Entwicklung des maschinellen Walzverfahrens zurückführen. Der neue Baustoff konnte nun auf rationellere und billigere Weise hergestellt werden. Zugleich war es auch möglich, ihm jene Formen zu geben, die für ihn charakteristisch geworden sind und die den mannigfachen Verwendungsarten und den statischen Bedürfnissen angepaßt waren. 1850 wurden in England die ersten Winkel-Eisen gewalzt, und in Frankreich ist wenige Jahre später die serienweise Fabrikation von U- und T-Trägern aufgenommen worden. Für die eigentliche Ent-

wicklung des Eisens zum wichtigsten Baustoff des neuzeitlichen Ingenieurbaus war jedoch eine Neuerung im Herstellungsverfahren noch wesentlicher. 1855 ersetzte der englische Gießerei-Ingenieur Bessemer das bis anhin übliche, kostspielige Puddelverfahren durch den mechanischen Prozeß des Einblasens von Luft in das flüssige Roheisen. Erst dadurch ist die Herstellung von schmiedbarem Eisen in wirklich großen Mengen und auch zu erschwinglichen Preisen ermöglicht worden. Weitere Erfindungen auf dem Gebiet der Eisenproduktion – basische Ausfütterung der Bessemerbirne und Verwendung der Abwärme zur Vorwärmung der Verbrennungsluft – sorgten für eine immer ausge dehntere Verwendung des Eisens auf allen Gebieten der Technik.

Stahl nennen wir heute alles ohne Nachbehandlung schmiedbare Eisen. Baustahl, im besonderen, heißen jene Stahlsorten, welche im Bauwesen, vor allem aber im Stahlbau, Verwendung finden. Die wichtigste Eigenschaft des Baustahles ist seine Festigkeit. So wird im Bauwesen meistens ein Stahl verwendet, der eine Zug-Bruchfestigkeit in der Größenordnung von 57–45 kg/mm<sup>2</sup> aufweist. Durch spezielle Dosierung des Kohlenstoffgehaltes, teilweise auch in Verbindung mit besonderer Wärmebehandlung, oder durch Zugabe kleiner Mengen von Nickel, Kupfer, Mangan, Silizium, können Baustähle mit Festigkeiten von 70 und mehr Kilogramm erreicht werden. Bei der vom Schweizer Ammann erbauten Hudsonbrücke in New York mit einer Spannweite von 1067 m war sogar eine Mindestfestigkeit von 161 kg/mm<sup>2</sup> vorgeschrieben. Aber außer durch seine Festigkeit zeichnet sich der Stahl vor allem durch Elastizität und Zähigkeit aus. Im Bereich der zulässigen Beanspruchungen, also für alle Belastungen, die er normalerweise im Bauwerk erfährt, ist der Stahl vollkommen elastisch: nach aufgehobener Belastung kommen alle Formveränderungen wieder in Wegfall.

Die Eigenschaften des neuen Baustoffes und seine dem Stein wie auch dem Holz gegenüber abweichende Art der Bearbeitung hatten dazu geführt, daß die herkömmlichen, vor allem dem Steinbau entsprechenden Bauformen der historischen Stile für den Eisenbau nicht mehr in Frage kamen. Die Gestaltung von Bauwerken konnte nun nach zwei grundsätzlich verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführt werden: dem rechnerisch-ingenieurmäßigen und dem künstlerisch-architektonischen. Je nach der gestellten Aufgabe wurde der eine oder andere Gesichtspunkt mehr in den Vordergrund gestellt. Bei großen öffentlichen Bauten mußte versucht werden, die beiden Systeme in Übereinstimmung zu bringen. Als bildliche Beispiele dieser vielfältigen und tiefgreifenden Entwicklung sei auf Abb. 4–11 verwiesen.

Die zunehmende Ausbreitung der Industrie und der Beginn des Eisenbahnverkehrs vervielfachten die Nachfrage nach reinen Nutzbauten. War früher der Staat der hauptsächlichste Bauherr für Ingenieurbauten, so trat – im Zeitalter des Frühkapitalismus – der private Industrieunternehmer als Auftraggeber für Nutzbauten auf. Die Baumeister und ihre technischen Berater waren nun gehalten, die Ökonomie zum hauptsächlichsten



1

«Grand Pont» über die Saane bei Freiburg i.Ue., erbaut 1852–1854 durch den französischen Ingenieur J. Chaley. Die Brücke, deren Spannweite 275 m betrug, war bis 1924 im Dienst.

«Grand Pont» sur la Sarine près de Fribourg, construit de 1852 à 1854 par l'ingénieur français J. Chaley.

«Grand Pont» across the Saane, nr. Freiburg, Switzerland, built 1852/54 by the French engineer J. Chaley.

2

Britanniabrücke über die Menastraße. Erbaut 1846–1850 durch Robert Stephenson. Die kastenförmigen, aus schmiedeisernen Blechen und Winkeleisen zusammengesetzten vollwandigen Hohlträger überbrücken die Meerenge mit 4 Öffnungen, zwei von je 141 und 2 von je 72 m Spannweite.

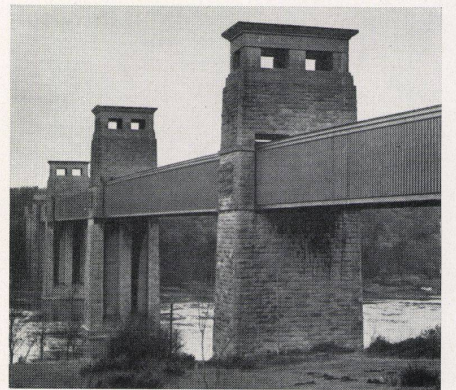
Pont «Britannia» sur le détroit de Menai. Construit de 1846 à 1850 par Robert Stephenson.

Britannia Bridge across the Menai Straits. Built by Robert Stephenson in 1846/50.

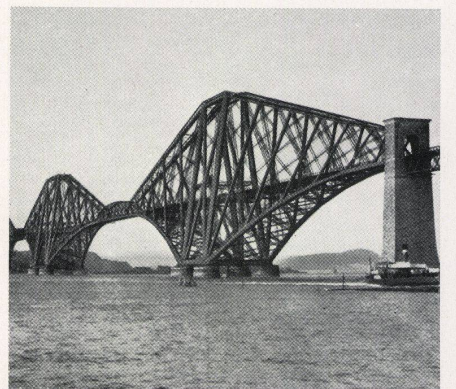
3

Die 2,5 km lange Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth, erbaut 1885–1890 von B. Baker. Die beiden Hauptöffnungen haben eine freie Stützweite von je 521 m. Während mehr als zwei Jahrzehnten hatte diese Brücke das am weitesten gespannte Tragwerk der Welt.

Pont de chemin de fer sur le Firth of Forth, construit de 1885 à 1890 par B. Baker. Longueur 2,5 km. The Railway Bridge (1.6 miles) across the Firth of Forth, built 1885/90.

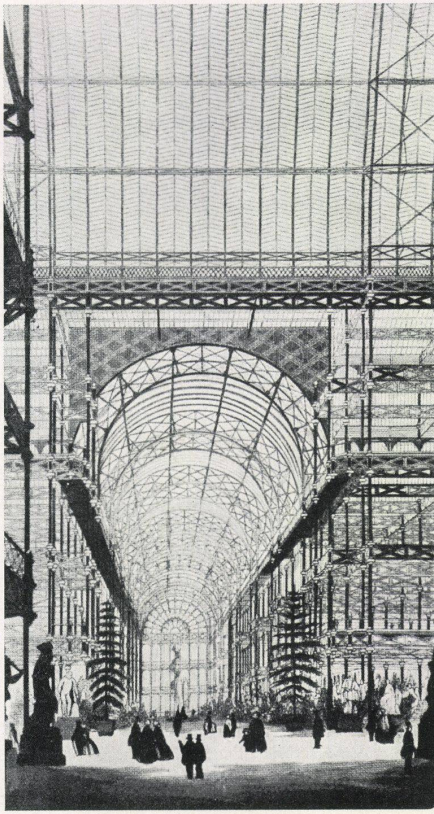


2



3

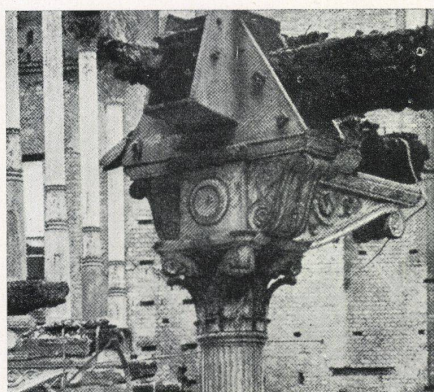




4  
Dynamik der Eisenkonstruktion auf der Basis des klassischen Kreuzgrundrisses. Die Transparenz als Ergebnis der Konstruktion überwindet die gewohnte Raumvorstellung. Die konstruktiven Querverbindungen als technisches «Übel» zur Verwirklichung des klassischen Raumes werden zur eigentlichen Ausgangsbasis einer neuen Architekturform. Die Diagonalität der Verbindungen wird damit zum eigentlichen Moment, welches zur Ausschaltung der alten Raumvorstellungen führt. Der Stilwarrwarr von pseudo-klassischen Kapiteln, gotischer Ornamentik, zeigen den Spannungszustand auf, welcher durch die Verwendung von Stahlstrukturen entsteht. The Crystal Palace, London, 1851.

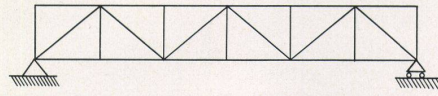
Dynamisme de la charpente de fer établie sur la base d'un plan croisé du type classique. La transparence de l'ossature libère la construction des conventions traditionnelles. Les traverses diagonales, «expédient» technique adopté en vue de la réalisation d'une salle classique, marquent proprement le point de départ d'une nouvelle forme d'architecture. Cette structure diagonale, imposée par les matériaux, est précisément l'élément d'où naît la rupture avec la conception traditionnelle du lieu. Le mélange des styles – chapiteaux pseudo-classiques et ornements gothiques – trahit l'état de tension et la confusion amenés par l'emploi nouveau d'une charpente métallique. Crystal Palace. Londres. 1851.

Dynamic function of iron construction on the basis of the classical cross plan. Transparency as a result of the construction overcomes the usual idea of space. The constructional cross members as a technical «evil» for the realization of the classical



Kennzeichen des neuen Industriebaues werden zu lassen.

Nach der Mitte des 19. Jahrhunderts ist der Fachwerkträger für große Ingenieurhochbauten, insbesondere aber für Brücken, zur meistangewendeten Tragwerkform geworden. Bei den verschiedenen Systemen, die in der Folge von der Fachwerkform abgeleitet wurden, handelte es sich vorerst um Fachwerke,



Fachwerkträger mit parallelen Gurtungen

die äußerlich als einfache Balken gelagert waren. Der deutsche Ingenieur Gerber entwickelte 1866 ein Prinzip, bei welchem er die Anordnung der Gelenke bei einem über mehrere Öffnungen durchlaufenden Träger festlegte. Der «Gerber-Träger» fand dann bei bedeutenden Brückenbauten in Amerika und England eine recht häufige Anwendung. (Abb. 3).

Außer den klassischen Bogen- und Hängebrücken und den verschiedensten Formen von Fachwerkträgern sind in neuerer Zeit noch eine weitere Anzahl von Tragwerkssystemen entstanden. Für große Spannweiten mit tiefliegender Fahrbahn kam die Anordnung eines hochgewölbten, meist zweigelenkig ausgebildeten Zwillingsbogens mit aufgehängter Fahrbahntafel ziemlich oft zur Anwendung. Nach diesem System ist die 1927–1931 erbaute Kill-van-Kull-Brücke in New York mit einer Spannweite von rund 510 Metern ausgeführt.

In einer Zeitspanne von annähernd zwei Jahrhunderten hat sich der Ingenieurbau von der Stufe des handwerklich anschaulichen Gestaltens unaufhaltsam in der Richtung der wissenschaftlich berechneten Konstruktion entwickelt. Nachdem Künstler und Architekten den Ingenieur auf die eigenartigen Schönheiten seiner Konstruktionen aufmerksam gemacht hatten, begann dieser selbst bei seinen Bauten neben der statisch-konstruktiven und der wirtschaftlichen auch der ästhetischen Seite wieder mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Das Bestreben des neuzeitlichen Ingenieurs, aus einem gegebenen Baustoff das Äußerste herauszuholen und mit geringstem Aufwand ein Maximum an Leistung und Nutzeffekt zu erreichen, gab Anlaß zu fruchtbarer Wechselwirkung von technisch-konstruktivem Können und schöpferischem Gestalten und hat zu neuartigen Bauformen geführt.

Holz wird seit urdenklichen Zeiten zu Bauzwecken verwendet, Stahl seit zirka 150 Jah-

room become the basis of a new architectural form. The diagonalism of the connections thus becomes the moment leading towards the avoidance of old ideas of space. The middle of styles of pseudo-classical capitals, Gothic ornaments discloses the state of tension caused by the use of steel structures. The Crystal Palace, London 1851.

5  
Detail eines Kapitels. Divergenz zwischen ästhetischer Absicht und Funktion. The City Temple, London, 1874.

Détail d'un chapiteau. Divergence entre l'intention esthétique et la fonction. The City Temple, Londres, 1874.

Detail of a capital. Discrepancy between aesthetic intention and function. The City Temple, London, 1874.

ren und der Eisenbeton ebenfalls schon über mehr als 50 Jahre. Jeder der drei «feindlichen Brüder» hat sich an seinem Platz schon so lange und so gründlich bewährt, daß die drei Bauweisen sich untereinander wohl zu konkurrenzieren, nicht aber auszuschalten vermögen. Die historische Entwicklung hat den Beweis dafür erbracht, daß jede neue Bauart nur die Leistungsfähigkeit der bereits bestehenden zu steigern und die Mannigfaltigkeit ihrer Verwendung zu mehreren vermög. So hat vor mehr als fünfzig Jahren, als der Eisenbeton erfunden wurde, gleichzeitig auch der Stahlbau wieder einen bedeutenden Aufschwung genommen.

### Die Entwicklung in der Schweiz

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts war die Textilindustrie die am weitesten fortgeschrittene Industrie unseres Landes. Ihre maschinelle Ausrüstung bezog sie zum größten Teil aus England. Da dieses Land aber für die Ausführung von Reparaturen sowie für die Lieferung kleinerer Nach- und Neubestellungen zu entfernt war, gingen die Textilbetriebe bald dazu über, diese Aufträge in eigenen, ihnen angeschlossenen mechanischen Werkstätten selbst herzustellen. Die Kontinental-sperre Napoleon's hatte auch für unser Land den Abbruch der Handelsbeziehungen mit England zur Folge. Dadurch gerieten vor allem die Spinnereien und Webereien in eine recht unangenehme Lage, die dazu führte, daß als erstes schweizerisches Unternehmen die Firma Escher-Wyß in Zürich mit dem selbständigen Bau von Spinnereimaschinen begann. Nach und nach entstanden weitere Textilmaschinenfabriken. Da die Textilunternehmen aber noch einer Reihe weiterer maschineller Einrichtungen bedurften, entwickelte sich so allmählich in der Schweiz der allgemeine Maschinenbau. Mit der fortschreitenden Industrialisierung nahm auch die Maschinenindustrie eine immer größere Ausdehnung an. Aus dieser allgemeinen technisch-industriellen Entwicklung heraus ist auch der Stahlbau organisch hervorgegangen. Den Maschinenfabriken wurden Werkstätten angefügt, die neben Schlosserarbeiten nach und nach auch einfachere Stahlkonstruktionen herstellten. Für die fast zu jedem Fabrikunternehmen gehörenden Wasserwerke benötigte man Führungsgestelle und Rahmen für Einlauf- und Grundablaß-Schützen. Bei Umbauten verwendete man Stahlträger für Gebälke und Unterzüge, Säulen, Treppen und Podeste. Allein nur auf der Grundlage dieser Hilfskonstruktionen hätte jedoch der Stahlbau in der Schweiz nur eine sehr langsame Entwicklung nehmen können.

Der Bau der schweizerischen Eisenbahnen – in der Zeit von 1850 bis zum Ausbruch des ersten Weltkrieges – stellt die Basis dar, auf welcher die schweizerische Stahlbauindustrie sich entwickeln konnte und im Laufe der Zeit zu ihrer heutigen Bedeutung emporwuchs. Der Bahnbau bedingte die Erstellung vieler und zum Teil bedeutender Brücken, für welche bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts – von vereinzelt Ausnahmen abgesehen – in nennenswertem Maß kein anderes Material zur Verwendung stand als der Stahl. Die noch in den Anfängen steckenden einheimischen Unternehmungen des Stahlbaues



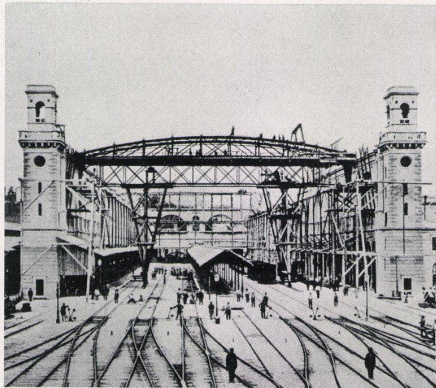
6

Halle des Zürcher Hauptbahnhofes. 1867  
Die klassizistische Architekturtradition dominiert durch die flankierenden Turmbauten den funktionellen Ausdruck der Hallenkonstruktion.

Halle de la Gare Principale de Zürich. 1867  
Le classicisme de l'architecture traditionnelle des tours flanquant l'édifice, domine la construction fonctionnelle de la halle.

Hall of Zurich Main Station 1867  
Expressed by the flanking towers, the tradition of architectural classicism dominates the functional structure of the hall.

6



waren den neuen Aufgaben vorläufig noch nicht durchwegs gewachsen. Es war deshalb gegeben, für die Bewältigung der auszuführenden Bauten auch ausländische Firmen beizuziehen. Die bedeutendsten stahlproduzierenden Länder, wie Deutschland, Frankreich und England hatten nicht nur große Stahlindustrien aufgebaut, sie verfügten im Bau von Stahlbrücken auch über eine längere und reichere Erfahrung. Es ist deshalb verständlich, daß aus diesen Staaten unsere Lehrmeister im Stahlbau hervorgingen. Jedes der drei genannten Länder entwickelte dabei seine eigenen Brückensysteme, und so glich die Schweiz bald einer Musterkarte von verschiedensten Konstruktionen. Deutsche Ingenieure und Unternehmungen bauten die engmaschigen Fachwerkbrücken.

Zeugen englischer und auch französischer Brückenbaukunst waren die großen durchlaufenden Vollwandbrücken, die hauptsächlich in der Westschweiz zur Ausführung kamen. Später, beim Bau der Brücken des ersten Geleises der Gotthardbahn hat sich der österreichische Einfluß geltend gemacht, während viele Brücken des zweiten Gotthardbahngeleises aus italienischen Werkstätten stammen.

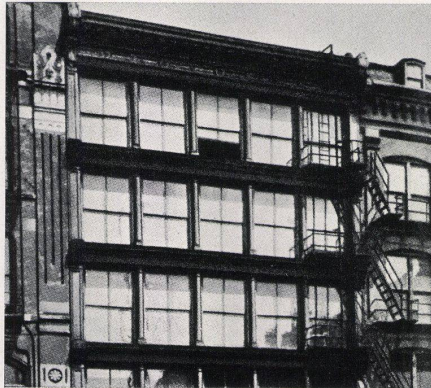
Die Bedeutung des Brückenbaues für die Stahlbauweise ist in ihrem ganzen Umfang erst richtig zu verstehen, wenn wir uns daneben die überaus langsame Entwicklung des Stahlhochbaues von 1850 bis 1890 vergegenwärtigen. Dieser Zweig des Stahlbaues blieb lange Zeit auf untergeordnete Anwendungen beschränkt. Die großen Aufträge, die der Leistungsfähigkeit des Baustahles entsprechen und die seine Zweckmäßigkeit und seine Wirtschaftlichkeit sichtbar gemacht hätten, sind sehr lange ausgeblieben. Eine solche Aufgabe stellte sich dem Stahlhochbau erstmals im Jahre 1878 beim Bau des Börsengebäudes in Zürich. Es galt, einen Saal von rund 55 m Länge, 22 m Breite und 17 m Höhe zu überdecken. Nach der Berechnung

7

Sichtbarmachung der Baustruktur. Die horizontale und vertikale Gliederung der Fassade weist bereits auf die kommende Architekturform hin. Zwei Häuser an der Chestnut Street, St. Louis, Missouri, USA. 1877. Diese Fassade wurde kürzlich durch den «National Park Service» abgebrochen, um als historisches Beispiel in einem Museum aufgestellt zu finden.

Structure apparente. La division horizontale et verticale de la façade annonce une nouvelle conception des formes en architecture. Deux maisons de Chestnut Street, St. Louis, Missouri, USA. 1877. Visibility of structure. The horizontal and vertical lay-out of the façade points towards the coming architectural form. Two houses on Chestnut Street, St. Louis, Missouri, USA., 1877.

7



und dem Projekt von Professor Tetmayer wurde ein Dachstuhl aus Stahlkonstruktion erstellt. Die für ihre Zeit bemerkenswert kühne Lösung hat wesentlich dazu beigetragen, die Eignung des Stahls zur Überdachung weiterer Räume auch bei uns zu dokumentieren. Dieser Bau gab den Anlaß dazu, daß die Verwendung des Baustoffes Stahl im städtischen Hochbau bahnbrechend wurde.

Ein ebenso imposantes Bauwerk war damals die große Halle des Zürcher Hauptbahnhofes, die 1867 nach den Plänen des deutschen Ingenieurs Gerber erstellt wurde. (Abb. 6).

Aus den bescheidenen Anfängen des Stahlhochbaues entwickelte sich ein Anwendungsgebiet, das heute für die Stahlbauindustrie zum wichtigsten geworden ist. Dazu haben vor allem zwei Umstände beigetragen: die Ausdehnung unserer Industrieunternehmungen und die damit in Zusammenhang stehende Ausdehnung unserer größeren Städte. Der Stahl konnte im Hochbau Aufgaben lösen, denen andere Baustoffe, wenigstens nach dem damaligen Stand der Bautechnik, nicht gewachsen waren. So erklärt sich seine Anwendung bei Monumentalbauten, bei denen die Architekten mit seiner Hilfe zu großzügigem Gestalten gelangten. Als Beispiele hierfür können aufgeführt werden: die Dachstühle über den Zuschauerräumen und die Bühne des Stadttheaters in Zürich 1890/91, das Dach und die Kuppel der Kirche in Zürich-Enge 1892/94, das Dach der Linsenhühlerkirche in St. Gallen 1895, die Kuppel des Bahnhofgebäudes in Luzern 1895/96 (Abb. 9), die Türme der Kirche St. Pierre in Genf 1899, die Kuppel des Bundeshauses in Bern 1899/1900, die Kreuzkirche in Zürich, die Universität in Bern und viele andere mehr. Von 1890 an fanden bei großen Bauten immer häufiger Stahlkonstruktionen Verwendung, so vor allem in Geschäftshäusern der Städte Zürich und Basel und in den Hotels von Luzern. Aus dieser Zeit verdient ein Bau

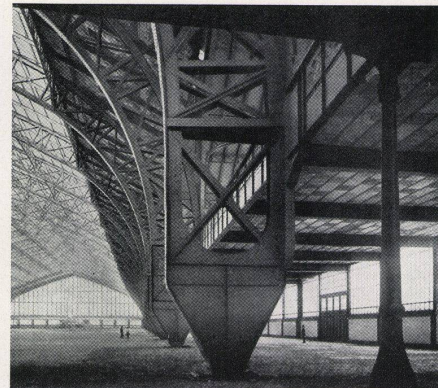
8

Weltausstellung Paris 1889, Galerie des Machines. Die reine Konstruktion des Ingenieurs mit ihren netzartigen Verbindungselementen hat sich von der traditionellen Ästhetik losgelöst und erreicht den ihr adäquaten Ausdruck.

Galerie des Machines à l'Exposition Mondiale de Paris, 1889. Construction purement technique, dégagée des poncifs esthétiques traditionnels, mais atteignant, par l'effet du treillis d'assemblage, une remarquable intensité d'expression fonctionnelle.

Paris World Fair 1889. «Galerie des Machines». Engineer's pure construction with network of connecting elements has freed itself from traditional aesthetic principles and achieved an adequate expression.

8



hervorgehoben zu werden, der das erste Beispiel eines reinen Stahlskelettbauens in der Schweiz darstellt: das Warenhaus Jelmolli in Zürich. (Abb. 10).

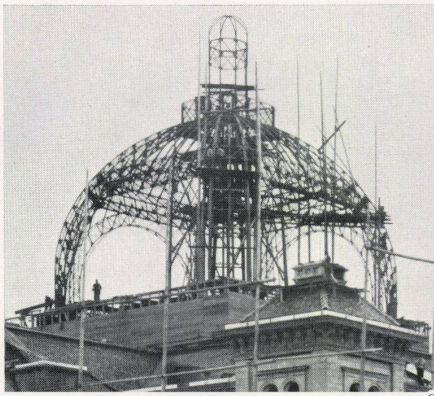
Der Stahlhochbau fand aber auch sehr bald im Industriebau Anwendung. In rascher Folge erstellten die großen Unternehmungen der Maschinenindustrie ihre Werke und Lagerhallen in Stahl. So ließ beispielsweise die Unternehmung Brown, Boveri & Cie. AG. in Baden schon seit 1891 alle ihre Bauanlagen nur noch in Stahl konstruieren.

Zur Entwicklung des schweizerischen Stahlbaues lieferte auch die Gasindustrie einen namhaften Beitrag. Von 1890–1910 erlebte diese, bedingt durch wichtige technische Neuerungen auf ihrem Gebiet, die zweite große Bauperiode. Als eines der ersten begann das Gaswerk Basel im Jahre 1890 mit dem Bau eiserner Dächer. Bedeutende Umbauten erfuhr das Gaswerk der Stadt Zürich in den Jahren 1897 und 1898, bei welchen allein 2500 t Konstruktionsstahl verwendet wurden. Im Laufe der Zeit sind dann fast ausnahmslos alle übrigen schweizerischen Gaswerke mit Umbauten hinzugekommen.

Der bedeutenden Ausbreitung des Stahlbaues folgte in geringem zeitlichem Abstand der Aufschwung der Eisenbetonbauweise. Wenn dieser Baustoff im Hochbau rascher Eingang gefunden hat als im Brückenbau, so liegt der Grund darin, daß der Hochbau neben schwierigen auch weniger anspruchsvolle Aufgaben stellt, an denen sich die neue Bauweise schulen konnte. Im Gegensatz zum Stahlbau erfuhr somit die Eisenbetonbauweise eine Entwicklung, die derjenigen des älteren Baustoffes entgegengesetzt war.

Die Epoche der vermehrten Anwendung des Stahlbaues wurde noch durch eine neue technische Entwicklung, den Ausbau der schweizerischen Wasserkraft, überaus erfolgreich gefördert. Der Kraftwerkbau brachte im wesentlichen den Stahlwasserbau hervor. Auf





9

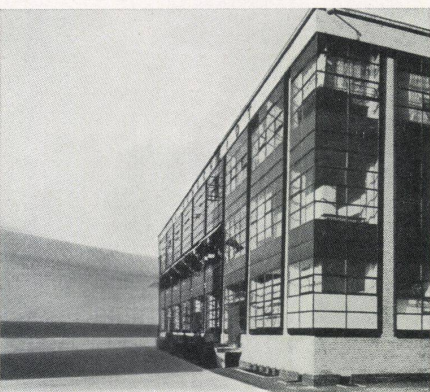


10

9 Kuppelbau, Bahnhofgebäude Luzern, 1895–1896 / Coupole de la Gare de Lucerne / Dome of Lucerne station

10 Warenhaus Jelmoli, erbaut 1898/99  
Architekten: Prof. Stalder und Usteri. Französischer Einfluß im architektonischen Ausdruck und in der Konstruktionsweise. Die marktmäßige Konzentration einer riesigen Warenmenge mit den damit verbundenen Forderungen: Weiträumigkeit, Übersichtlichkeit, fördert wesentlich die Ausbreitung des Stahlbaus.

Grands-Magasins Jelmoli, Zurich. 1898/99.  
Influence française dans la forme architecturale comme dans la structure de la construction.  
Jelmoli Department Store, built in 1898/99.  
Architects Prof. Stalder and Usteri. French influence in the architectural expression and in the construction.



Walter Gropius, Fagus-Werke, Ahlfeld a. d. Leine. Das Stahlrahmenwerk tritt als Form und Funktion klar in Erscheinung und bestimmt damit weitgehend den strukturellen Ausdruck der neuen Architektur.

Walter Gropius, Fagus-Werke, Ahlfeld a. d. Leine. La charpente d'acier apparaît clairement dans sa forme et sa fonction, déterminant ainsi dans une large mesure l'expression et la structure de la nouvelle architecture.

Walter Gropius, Fagus Works, Ahlfeld on the Leine. The steel framework becomes clearly visible in form and function and thus largely determines the structural expression of the new architecture.

diesem Gebiet ist die Schweiz weitgehend unabhängig von ausländischen Vorbildern gewesen und ihre eigenen Wege gegangen. Die Ausnutzung der Wasserkräfte, die über anfänglich bescheidene, kleine Anlagen hinauswuchs, ging um die Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts von den Städten aus, welche die Elektrizität für ihre Beleuchtungszwecke auswerteten. Schon 1885 besitzen Aarau, Schaffhausen und Thun ihre eigenen Werke, denen in den nächsten Jahren Anlagen in Genf, Bern, Zürich, Sankt Moritz, Brugg, Chur und andere folgen. Von der Fessel lokal engbegrenzter Abnehmerkreise wurde die neue Energieform im Jahre 1891 dadurch befreit, daß das Problem der elektrischen Kraftübertragung auf große Distanz eine Lösung findet. Damit war die Elektrizität für die Kraftnutzung in der Industrie erschlossen, die ihrerseits den Weg für den Bau großer Flußkraftwerke öffnet. Bis zum Ausbruch des ersten Weltkrieges nahm der Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte schon einen bedeutenden Umfang an. Dieser Entwicklung verdankt der Stahlwasserbau die jahrelange Schulung und das heutige Ansehen, das weit über die Grenzen unseres Landes hinausreicht.

### Die Anwendungsgebiete

Der Stahlbau gliedert sich in die drei Hauptanwendungsgebiete Brückenbau, Hochbau und Stahlwasserbau.

Während der Brückenbau alle Verwendungsarten von Brücken einschließt, werden die wesentlichsten Anwendungen im Hochbau in die beiden Gruppen Hallenbauten und Stahlskelettbauten aufgeteilt. Zu den Hochbauten im engeren Sinne gehören aber noch weitere die Masten und Türme, die Freiluftstationen, Schaltanlagen, Schiebebühnen, Drehscheiben, Fahrleitungstragwerke, Krane, Verladebrücken, Förderanlagen und schließlich noch die Silos und Gerüste für Behälter. Der Stahlwasserbau umfaßt in der Hauptsache alle jene Einrichtungen, die eine regulierende Wirkung auf den Wasserstand bei den Kraftwerken ausüben.

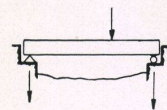
### Brückenbau

Der Stahlbrückenbau beeinflusste ausschlaggebend die Entwicklung der Stahlbauweise. Wenn vor ungefähr zwei Jahrzehnten der Schweizer Ingenieur Ammann mit dem Bau der «George-Washington-Bridge» über den Hudson River in New York zum erstenmal eine Spannweite von über 1000 m erreichte, so verwirklichte er einen alten Wunschtraum der Brückenbauer. Heute sind die größten erreichten Spannweiten 549 m für Balkenträger (Eisenbahnbrücke bei Quebec, erstellt 1917), 510 m für Bogen- (Kill-van-Kull-Brücke in New York und die Brücke über den Hafen von Sydney mit einer annähernd ebensolchen Spannweite) und 1280 m für Hängebrücken (Golden Gate, San Francisco, 1957).

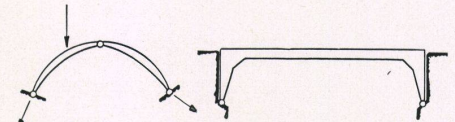
Das Gebiet der großen Spannweiten ist die unbestrittene Domäne des Baustoffes Stahl. Die Entwicklung der Stahlbauweise hat aber nicht nur die Überwindung von bedeutenden Weiten, sondern ebensowohl die Verbesserung der baulichen Durchbildung zum Ziel. Vor etwa einem halben Jahrhundert löste der Stahlbauer seine Tragwerke auf Grund einer

oft überbewerteten Theorie möglichst weitgehend auf und schuf oft Gitterkonstruktionen, die dem Stahlbau den Vorwurf der Häßlichkeit und des teuren Unterhaltes eintrugen. Heute ist der Stahlbau eindeutig durch die Tendenz nach klaren und einfachen Bauformen beherrscht. Dadurch entstehen bei aller Wahrung der Wirtschaftlichkeit nicht nur schönere, überzeugendere, sondern auch technisch bessere Stahltragwerke. Die Entwicklung des schweizerischen Stahlbrückenbaues in den letzten 50 Jahren kann nicht besser veranschaulicht werden, als durch die Gegenüberstellung der Kornhausbrücke in Bern und der Dreirosenbrücke in Basel, der größten Strombrücke der Schweiz.

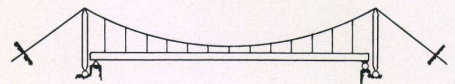
Die Brücken teilt man nach den verschiedensten Gesichtspunkten ein. Entweder nach der Art der Nutzlast, beispielsweise Eisenbahn- oder Straßenbrücken, oder nach dem zu überbrückenden Hindernis, Straße, Wasserlauf, Taleinschnitt oder aber nach dem statischen System der Hauptträger:



Balkenbrücken, bei denen aus Vertikallasten nur Vertikal-Auflagerdrücke entstehen



Bogen- und Rahmenbrücken, bei denen Vertikalkräfte schiefe Auflagerdrücke ergeben



Hängebrücken

Die Einteilung könnte noch weiter gegliedert werden, indem auf die Ausbildung der Hauptträger, Vollwand- oder Fachwerkträger, ferner nach der Höhenlage der Fahrbahn gegenüber den Hauptträgern abgestellt wird. Aber auch schon diese nicht vollständige Aufzählung zeigt die Mannigfaltigkeit der Aufgaben des Brückenbaues.

### Hochbau

Ein Industriebetrieb hat sich stets der technischen Entwicklung anzupassen. Er fordert deshalb nicht nur weite, gut beleuchtete und möglichst stützenfreie Arbeits- und Fabrikationsräume, sondern verlangt auch Bauten, die sich den wechselnden Anforderungen des Betriebes anpassen. Nachträgliche Ergänzungen wie der Einbau von Kranen, neuen Maschinen und andern Fabrikationseinrichtungen sind leicht vorzunehmen. Vor allem aber sollen Erweiterungen der Bauten, ein Anbau oder Aufstockungen, ohne große Schwierigkeiten und wesentliche Betriebsstörungen, in einem Minimum an Bauzeit durchgeführt werden können. In diesem Bestreben vermag die Stahlbauweise gut zu dienen.

Der Verwendungszweck eines Gebäudes kann sich aber auch in relativ kurzer Zeit ändern. Vergnügungsstätten mit großer Aufmachung verlieren mit der Zeit die einstige Anziehungskraft und müssen einer anderen Zweckbestimmung weichen. So werden in



Amerika, um bessere Verzinsungen zu erzielen, Theater in Speicher, in Ausstellungs- und Warenhausbauten umgewandelt, Hotels in Geschäftshäuser. Noch häufiger erfolgt der Einbau von Kinos in bestehende Gebäude. Ohne Störung des Betriebes und in kürzester Zeit sind Decken zu heben und Zwischenwände zu beseitigen. Hier bietet die Stahlskelettbauweise die Möglichkeit, einen solchen Umbau leicht und entsprechend den gestellten Forderungen zu vollziehen.

### Stahlskelettbau

Der Stahlskelettbau ist charakterisiert durch eine Aufteilung in tragende und abschließende Elemente. Im engeren Sinne versteht man unter einem Stahlskelettbau eine Konstruktion von Stützen, Unterzügen und Deckenträgern in Stahl. Sie bilden das tragende Gerippe eines meist mehrgeschossigen Hochbaues, in welchem dann Wände und Decken mit Zuhilfenahme anderer Baustoffe eingefügt werden. (Abb. 12). Es ist somit ein räumlich allseitig ausgebildetes Fachwerk aus Stützen und Unterzügen, die zu Rahmen verbunden und gegenseitig ausgesteift werden können. Das Füllsystem, das heißt die Baustoffe der Decken und Wände, übernimmt den Raumabschluß. Es überträgt die Belastungen stockwerkweise auf das Stahlskelett, und sie werden, ohne auf andere Bauteile angewiesen zu sein, von diesem in die Fundamente hinuntergeführt. Wände und Decken können herausgenommen werden, ohne das Tragsystem in Mitleidenschaft zu ziehen. Die Decken der einzelnen Geschosse haben im allgemeinen die vorgeschriebenen Lasten zu tragen, während die Säulen die von jedem Geschöß herrührenden Lasten neu zu übernehmen haben. In den Säulen liegt also hauptsächlich die Notwendigkeit, die nach unten zunehmende Last auf einen verhältnismäßig kleinen Querschnitt zu übertragen. Der Beginn der speziellen Bauweise des Stahlskelettes reicht in Europa nur einige wenige Jahrzehnte zurück, während sie in Amerika schon seit längerer Zeit, in Chicago seit 1885, üblich ist. Infolge der steigenden Grundpreise, namentlich in den Zentren der großen Städte Amerikas, war man genötigt, auf verhältnismäßig kleiner Grundrißfläche in die Höhe zu bauen und die Zahl der Geschosse immer größer werden zu lassen. Heute ist das höchste Hochhaus das 1948 fertig erstellte «Empire State Building» mit 102 Stockwerken und von einer Bauhöhe, welche 415 m beträgt. Selbst bei einer wesentlich geringeren Anzahl von Geschossen wäre es nicht mehr wirtschaftlich, tragende Außenmauern zu verwenden, da sie unten schon zu starke Abmessungen erhalten würden. Infolge des wesentlich größeren Platzbedarfes für die inneren Stützen verkleinert sich in den unteren Geschossen der Nutzraum und die Lichtverhältnisse verschlechtern sich erheblich.

Die Stahlbauweise gewährleistet eine rasche Fertigstellung der Bauten, da die einzelnen Teile in der Werkstatt verladebereit angearbeitet werden können. Die Herstellung wesentlicher Konstruktionselemente erfolgt unabhängig von der Baustelle, und die Montage beschränkt sich auf die Aufstellung und die Vornahme der Verbindungen. Die schnelle Montagedauer des Stahlbaues und die An-

wendung der Trockenbauweise für die Decken- und Wandausfachungen ergeben eine bedeutende Verkürzung der Bauzeit. Zudem ist die Aufstellung von Stahlskelettbauten von der Witterung sozusagen unabhängig, und auch die bedeutenden Ersparnisse in den Fundamenten müssen erwähnt werden, da die Säulenfußdrücke im Stahlbau schon bei siebengeschossigen Bauten um rund 10–14 % kleiner werden als bei der Eisenbetonbauweise. Auch ist ein Stahlskelett viel weniger empfindlich für ungleiche Setzungen von Fundamenten.

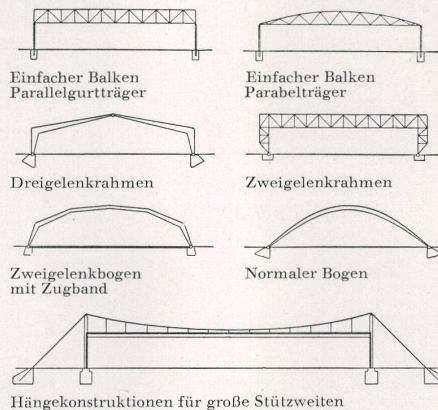
Ein weiterer und wesentlicher Vorteil der Stahlskelettbauweise besteht darin, daß sofort nach Fertigstellung eines Geschosses mit der Ausmauerung begonnen werden kann. Wie sehr die Stahlbauweise sich eingebürgert hat, beweist die Tatsache, daß heute in den größeren Städten Amerikas bis zu annähernd 50 % aller Häuser nicht nur allein der Wirtschaftlichkeit wegen, sondern auch aus Gründen des Zeitgewinnes in Stahl gebaut werden.

### Hallenbau

Im Gegensatz zum Stahlskelettbau sind beim Hallenbau die weitgespannten Tragkonstruktionen für die Dächer die maßgebenden Bauteile.

In Ablösung des feingliedrigen Gitterwerkes weitgespannter Hallen aus den letzten zehn Jahren des vergangenen Jahrhunderts haben sich heute die vollwandigen Träger und das einfache Dreiecksfachwerk mit einteiligen vollen Stabquerschnitten und einfachen, klaren Knotenpunkten entscheidend durchgesetzt.

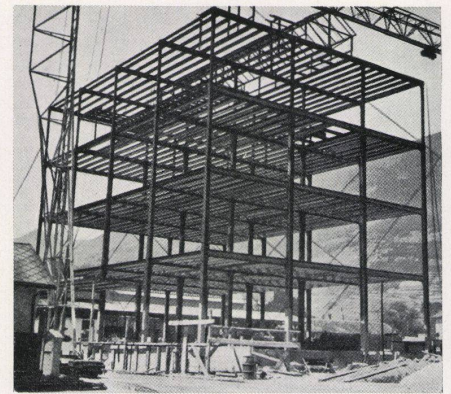
#### Typische Hallenformen



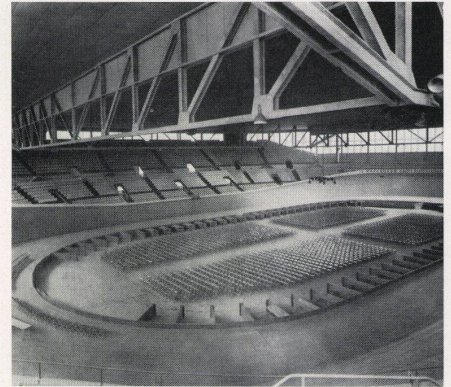
Hängekonstruktionen für große Stützweiten

Für die Konstruktion von Industriehallen sind in der Hauptsache von Einfluß: Die Beleuchtung im Dach und in den Wänden, die Ausbildung der Dachhaut, die Dachentwässerung, die Kranausrüstung und die Stützentrfernungen.

Mit Hilfe des Stahlbaues können aber auch Bauwerke jeder anderen Bauweise zweckmäßig verstärkt und umgebaut werden. Dabei fällt den vorteilhaften Eigenschaften des Stahlbaues eine ausschlaggebende Bedeutung zu: zuverlässige rechnerische Erfassung des Kräftespiels in allen Baustadien, Herstellung der Tragwerkteile in der Werkstatt bei genauer Überwachung der Werkstattarbeiten, einwandfreier Einbau der neuen Tragwerkteile auf der Baustelle, sofortige Aufbereitung der maximalen Belastungen, trockene Bauweise, kleinste Querschnittsabmessungen,



12



13



14

12 Ciba-Gebäude in Monthey, Stahlskelettbau / Bâtiment Ciba à Monthey; ossature d'acier / Steel skeleton structure

13 Hallenstadion Zürich-Oerlikon, erbaut 1959. Architekt K. Egender, BSA Zürich

Das Dach dieses elliptischen Raumes von 122 m Länge und 106 m Breite steht auf nur 4 Innensäulen. Die räumliche Dynamik des Stahlbaues kommt hier zu vollem Ausdruck. Die vier stählerne Hauptstützen liegen in den Eckpunkten eines Rechteckes von 56,0 × 92,4 m.

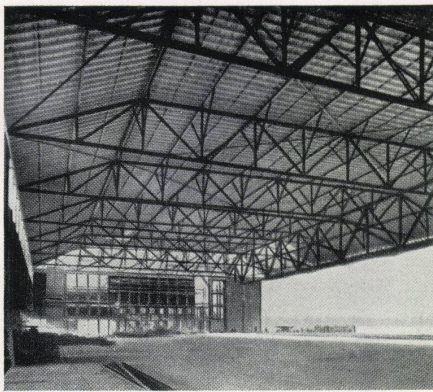
Stade couvert de Zurich-Oerlikon, construit en 1959. La couverture de l'ellipse, longue de 122 m et large de 106 m, ne repose que sur 4 piliers intérieurs. Le dynamisme des constructions en acier s'exprime ici dans toute sa force.

Covered Stadium Zurich-Oerlikon, built in 1959. The roof of this elliptical structure of 122 metres length and 106 metres width is supported by only four interior columns. The dynamics of steel construction are here fully visible.

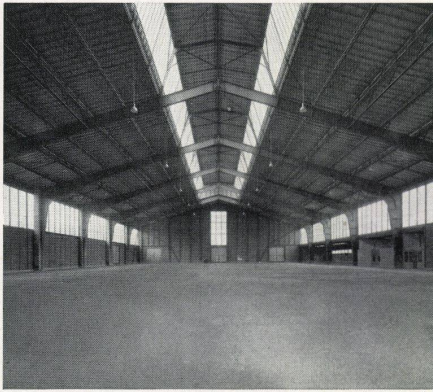
14 Werfthalle Kloten / Chantier de révision, Kloten / Overhaul shop Kloten

Hallenlänge 150 m, Hallenweite 57,5 m. Torhöhe 10,8 m. Eine Fachwerkkonstruktion, die sich durch Leichtigkeit und sinnfällige Kraftführung auszeichnet.





15



16

15

Flugzeughangar Cointrin, Genf, Fachwerk-  
konstruktion / Hangar d'avions à Cointrin, Genève;  
construction en treillis / Hangar at Cointrin,  
Geneva. Framework construction

16

Halle VI der Schweizer Mustermesse Basel,  
konstruiert 1954. Binder aus vollwandigen, geschweiß-  
ten Dreigelenkbogen von 52,40 m theoretischer  
Stützweite und 18,90 m Pfeilhöhe. Sie sind für die  
Mittelfelder in Abständen von 14,30 m angeordnet.  
Gewicht der Stahlkonstruktion für die Halle bei  
einer Länge von 100 m inklusive Anbau 470 t,  
oder 76 kg/m<sup>2</sup> überdeckter Fläche.

Halle VI de la Foire Suisse d'Echantillons à Bâle,  
bâtie en 1954. Ferme constituée par des arcs  
pleins soudés à trois articulations, d'une portée  
théorique de 52 m 40 pour une hauteur de pilier  
de 18 m 90, lesquels sont disposés, pour les tra-  
vées centrales, à 14 m 30 d'écartement. Le poids  
de la construction d'acier (halle + annexe) est de  
470 t pour 100 m de longueur, ce qui donne 76 kg  
par m<sup>2</sup> de surface couverte.

Hall VI of the Basle Industries Fair, built in 1954.  
Beams of full, welded three-joint arches with  
52.40 metres theoretical supported span and  
18.90 metre height. Arranged at distances  
of 14.30 metres for the centre panels. Weight of  
the steel construction for the hall (100 metres  
length) including added wing: 470 tons or 76 kg/m<sup>2</sup>  
covered area.

17

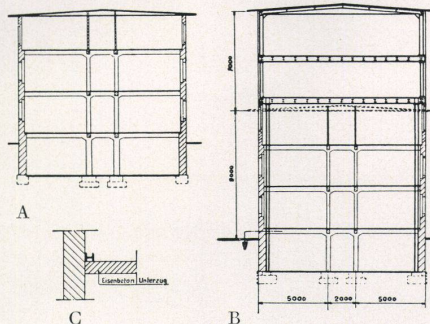
Comptoir Suisse, Lausanne, Rahmenkonstruktion /  
Construction à charpente visible / Frame structure



17

kürzeste Betriebsunterbrechungen und mini-  
male Bauzeit.

Das nachstehende Beispiel zeigt in kurzen  
Umrissen das Vorgehen einer Aufstockung  
um zwei Böden bei einem bestehenden Fa-  
brikationsgebäude in Eisenbeton. Als Be-  
dingung wurde verlangt, eine Betriebsstö-  
rung während des Umbaus zu vermeiden. Die  
Abbildung A zeigt das bestehende Gebäude.  
Die neuen Bodenlasten (Abb. B) sind auf  
neuen, vom bestehenden Mauerwerk unabhän-  
gigen Stützen in neue Einzelfundamente  
abgeleitet. Der untere Stahlunterzug ist über  
das alte Dach verlegt und darüber das Stahl-  
skelett fertig montiert, die Decken betoniert,  
das Dach eingedeckt, anschließend das alte  
Dach streifenweise entfernt und das Fassaden-  
mauerwerk im 3. Stock geschlossen worden.  
Die Windlasten (Abb. C) werden von massi-  
ven Giebelwänden übernommen. Die An-  
ordnung der Stahlstützen erfolgt im Grund-  
riß neben den bestehenden Eisenbetonunter-  
zügen.



## Elemente und Bauformen

Von den Walzwerken wird der Baustoff Stahl  
in den folgenden Konstruktionselementen ge-  
liefert.

### Stabeisen

Alle Winkel-, T- und Z-Profile, die I- und U-  
Profile unter 80 mm Höhe, Flacheisen bis  
150 mm Breite, alle Rund- und Vierkant-  
Eisen und zahlreiche Spezialprofile.

### Formeisen

I- und U-Profile von 80 mm Höhe und mehr.

### Breitflanschträger

Bis 300 mm Höhe sind Flanschbreite und  
Trägerhöhe gleich groß, von mehr als 300  
bis 1000 mm Höhe bleibt die Flanschbreite  
unverändert 300 mm.

### Breitflacheisen

Breite über 150 mm, Stärke 3 mm und mehr.  
Mittelbleche, 3 mm bis unter 5 mm. Fein-  
bleche, unter 3 mm.

Aus diesen Bauelementen werden die Stahl-  
konstruktionen zusammengesetzt, wobei die  
einzelnen Bauteile – Stützen, Träger, Rah-  
men – entweder vollwandig oder als Fach-  
werk ausgebildet sind. Vollwandkonstruk-  
tionen weisen kleinere Abmessungen, aber grö-  
ßeres Gewicht auf; Fachwerke sind hingegen  
leicht, beanspruchen aber mehr Bauhöhe.  
Dabei ist eine weitgehende Anpassung an die  
jeweilige Marktlage möglich. Eine bestimmte  
Aufgabe kann entweder durch einen schwe-  
ren Walzträger mit geringem Bearbeitungs-  
aufwand oder durch einen leicht gegliederten  
Träger geringen Gewichtes, jedoch mit gro-  
ßen Bearbeitungskosten gelöst werden.

In der Entwicklung der Stahlbauformen hat  
sich in letzter Zeit eine entscheidende Ver-  
änderung vollzogen, die auf die Art der Verbin-  
dung der Bauteile zurückzuführen ist. Wäh-  
rend früher Niet- und Schrauben die aus-  
schließlichen Verbindungsmittel waren, tritt  
an deren Stelle heute vorwiegend die  
Elektroschweißung. Das klassische Verbin-  
dungsmittel des Stahlbaues ist die Niet-  
tung, die seit mehr als einem Jahrhundert  
mit Erfolg verwendet wird und leicht zu  
kontrollieren ist. Ihre Anwendungsgrenzen  
sind dadurch gegeben, daß die Niet-  
en nicht in unbegrenzter Länge aufgestaut  
werden können. In den letzten 25 Jahren hat  
die Schweißtechnik im Stahlbau Anwendung  
gefunden, nachdem sie sich schon früher im  
Maschinen- und Schiffsbau bewährt hatte.  
Die Schweißtechnik gibt dem Ingenieur die Mög-  
lichkeit, die Stahlbauformen viel freier zu  
gestalten, als es die früher benutzten Ver-  
bindungsmittel erlaubten. Er kann seine  
Konstruktionen in Umriss und Querschnitt  
weitgehend den statischen Anforderungen,  
dem Verlauf der Kräfte und Biegemomente  
anpassen, also das Material voll aus-  
nützen. Dadurch gelangt er zu namhaften  
Materialeinsparungen. Er kann aber auch  
den ästhetischen Anforderungen, die heute  
mit Recht im Vordergrund stehen, besser  
entsprechen.

### Der Fachwerkträger

Für größere Stützweiten wird der Vollwand-  
träger unwirtschaftlich. Da seine Trägerhöhe  
weitgehend durch die Begrenzung der Durch-  
biegung bestimmt ist, wird das Stahlblech  
nicht ausgenutzt und kann zweckmäßig  
durch einen Strebendzug ersetzt werden. Das  
Fachwerk ist ein aus Gurtstäben und Fül-  
lungsgliedern bestehendes Stahlnetz.

Das bekannteste Anwendungsgebiet der  
Fachwerkkonstruktionen hat sich früher mei-  
stens ausschließlich auf Dachbinder be-  
schränkt. Die heutige Konstruktionsweise  
mit weitgehender Anwendung der elektri-  
schen Schweißung gestattet Formgebungen,  
die auch hohen ästhetischen Ansprüchen ge-  
recht werden und die sich besonders durch  
Leichtigkeit und sinnfällige Kraftführung  
auszeichnen. (Abb. 14, 15).

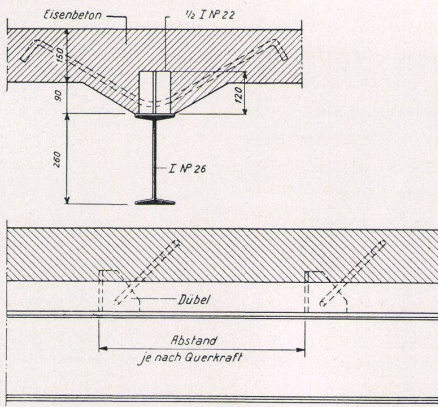
### Vollwandträger und Rahmen

Die Vollwandträger in Form von Profil-, ge-  
nieteten oder geschweißten Trägern bilden  
ein wichtiges Konstruktionselement im Stahl-  
hochbau. Die einfachste Anwendung ist der  
Trägerbau. Die Balken aus Normalprofil-  
oder Breitflanschträgern werden auf das  
Mauerwerk abgestellt und übertragen die  
Dach- und Deckenlasten direkt. Wird das  
tragende Mauerwerk durch Stahlstützen er-  
setzt, welche die Auflagerkräfte der Binder  
und Unterzüge übernehmen, so führt das  
zum Stahlskelettbau, bei welchem das Mauer-  
werk nur noch eine raumabschließende  
Funktion hat. Verbindet man die Träger  
biegefest mit den Stützen, so entstehen  
Rahmenkonstruktionen. (Abb. 16, 17).

### Die Verbundbauweise

Baustahl und Beton sind die Werkstoffe, die  
im Rohbau am häufigsten Verwendung fin-  
den. Während in der Regel jeder seine selb-  
ständige Aufgabe zu lösen hat, arbeiten sie  
in der Verbundbauweise statisch und kon-





Deckenunterzug als Verbundträger

struktiv eng zusammen. Das einfache Beispiel eines Deckenunterzuges zeigt, wie im Verbundträger das Stahlprofil im wesentlichen die Zugspannungen, die Betonplatte hingegen die Druckspannungen aufnimmt. Dabei ist die gute Verbindung – der Verbund – Vorbedingung des eigentlichen Zusammenwirkens.

Die Vorzüge der Verbund-Bauweise, denen noch ein weiterer, nämlich die wesentliche Materialersparnis beizufügen ist, führen uns auf ihre Anwendungsgebiete. Die Entwicklung im Brückenbau kommt dieser Bauweise insofern entgegen, als aus konstruktiven und betriebstechnischen Gründen die Fahrbahn immer häufiger als Eisenbetonplatte ausgebildet wird, die sich auf die Längs-, Quer- und Hauptträger aus Stahl abstützt. Im Hochbau führt das Bestreben, zwecks Gewinnung von Nutzraumhöhe die Deckenstärke nach Möglichkeit zu vermindern, zum Verbund. Im mehrgeschossigen Industrie-raum sprechen geringe Durchbiegung, Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen und kleinere Bauhöhe für die Verbundbauweise, allerdings unter der Voraussetzung, daß die Umbaumöglichkeiten dadurch nicht behindert werden.

#### Rohrkonstruktionen

Um wirtschaftlich tragbare und gleichzeitig auch ästhetisch gute Konstruktionen zu ermöglichen, wird in letzter Zeit das Rohrprofil immer häufiger angewendet. Schon in den ersten Anfängen des Stahlbaues verwendete man im Hochbau gußeiserne Säulen mit hohlem, rohrförmigem Querschnitt, die entsprechend dem damaligen Empfinden mit reichen Verzierungen versehen waren. Derartige Guß-Säulen konnten selten fehlerfrei erstellt werden, so daß sie bald durch Walzprofile ersetzt wurden. Beliebte waren lange Zeit die aus Quadrant-Eisen zusammengesetzten Querschnitte, die für die Knicksicherheit eine günstige Baustoff-Verteilung besitzen und die Möglichkeit bieten, Knotenbleche bequem anzuschließen. Mit der Herstellung gewalzter, nahtloser Mannesmannrohre und nahtlos gezogener Siede-Rohre erhielt der Stahlbau ein praktisches Konstruktionselement, welches allerdings der Schwierigkeit der Anschlüsse wegen vorerst nur beschränkte Verwendung fand. Erst mit dem Schweißverfahren fand das Problem der Anschlüsse eine befriedigende Lösung. Bei der Verwendung von Rohrquerschnitten ergeben sich verschiedene Vorteile: günstige Materialverteilung und nach allen Richtungen gleich-

mäßige Sicherheit bei Knickbeanspruchung, kleine Windbelastungen zufolge der günstigen aerodynamischen Form, reiche Auswahl verschiedener Wandstärken und Durchmesser und somit gute Ausnutzung des Querschnittes. Die Möglichkeiten der Ausbildung verschiedener Arten von Knotenpunkten sind in den Abb. 18, 19 und 20 angedeutet.

#### Ein volkswirtschaftlicher Gesichtspunkt

Man begegnet gelegentlich dem Einwand, der Stahlbau verwende ausländisches Material, während es doch im volkswirtschaftlichen Interesse unseres Landes liege, einheimische Baustoffe zu verarbeiten. Es ist nicht zu bestreiten, daß das Rohmaterial des Stahlbaus eingeführt werden muß. Aber auch die andern Baustoffe wie Beton, Rundeisen und Bauholz, sind nicht durchwegs schweizerischen Ursprungs.

Auf der Basis von Vorkriegspreisen errechnete Kostenvergleiche von Hochbauten in Eisenbeton und Stahl ergeben, daß bei den zum Vergleich herangezogenen Bauwerken der Auslandskostenanteil des Rohbaus beim Eisenbetonbau 9–14 %, beim Stahlbau 15 bis 18 % beträgt. Dabei wurden für beide Bauweisen die Kosten für denselben Grad technischer Fertigstellung ermittelt, zum Beispiel bei einer Brücke für das gesamte Bauwerk, bestehend aus Fundamenten, Tragkonstruktion und Fahrbahnplatte; bei einem Hochbau für den fertigen Rohbau, das heißt die Fundamente, Stützen, Unterzüge und Decken. Im Verhältnis zu den gesamten Baukosten fällt der Auslandskostenanteil nicht bedeutend ins Gewicht, und zudem ist er für die beiden Bauweisen nicht allzu verschieden. Wenn wir die Stahlkonstruktionen allein betrachten, so standen sich vor 1939 65 % für Bearbeitung und Transport im Inland und 37 % für Materialbezug aus dem Ausland gegenüber. Berücksichtigt man ferner, daß der Wert des Stahlskelettes im städtischen Hochbau vor dem Krieg 7–10 % und heute rund 10–12 % der gesamten reinen Baukosten ausmacht, so fällt der Einwand, Stahlbau sei Auslandsprodukt, weg.

Der Importanteil an den Kosten eines Stahlbauwerkes ist somit im allgemeinen gering. Da unser Land selbst sehr stark auf den Export angewiesen ist, darf der Umstand, daß Baustahl eingeführt werden muß, nicht als Nachteil bewertet werden.

Die Natur sowie die Wirtschaft stellen dem Stahlbau in der Schweiz in der Regel keine derart großen Aufgaben wie im Ausland. Unsere Ströme sind nicht so breit, daß sie nach Brücken größter Spannweite rufen würden, und die Bodenpreise in den Städten sind noch nicht derart hoch, daß zwangsläufig Gebäude sehr großer Höhe gebaut werden müßten. Trotzdem besitzt der Stahlbau auch bei uns eine beachtlich hohe technische und volkswirtschaftliche Bedeutung, denn viele Bauaufgaben der Vergangenheit wie der Zukunft waren und sind mit andern Baustoffen nicht gleichwertig lösbar.

#### Benützte Literatur

Hans Straub Die Geschichte der Bauingenieurkunst.  
V.S.B. 40 Jahre Verband Schweizerischer Brückenbau- und Stahlhochbau-Unternehmungen. / La construction métallique en Suisse / Stahlbau-Berichte, insbesondere Jahrgang 1946/47 Nr. 1, 3, 4, 5 und 6, Jahrgang 1948/49 Nr. 1, 2, 4, 5, 7 und 21, Jahrgang 1950/51 Nr. 2, 3 und 7.

A. Hawrenek Der Stahlskelettbau.

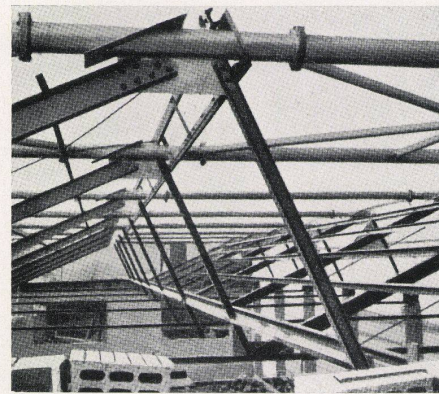
18  
Detail eines Rohranschlusses am Fachwerk / Détail de l'assemblage du treillis / Detail of a pipe joint in framework

19  
Fachwerkförmige Rohrkonstruktion / Construction en treillis tubulaire / Framework tubular construction

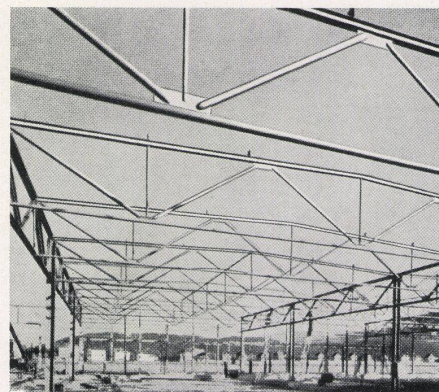
20  
Mast des Landessenders Sottens, erbaut 1948, Höhe 190 m, Rohrkonstruktion

Pylône de l'Emetteur National de Sottens, construit en 1948. Construction tubulaire, hauteur 190 m.

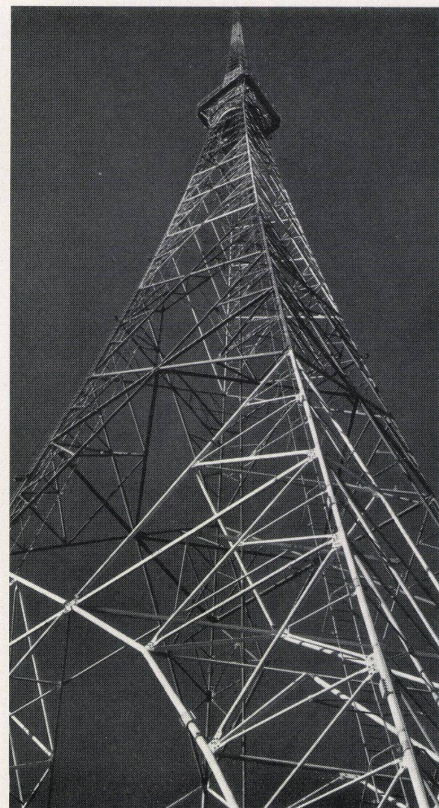
Mast of Sottens transmitting station, built 1948, 190 metres height. Tubular construction



18



19



20





## Wagenhalle der General-Motors Biel

Halle des voitures de la General-Motors, Bienne  
Carriage shop of General Motors, Bienne

Architekten: Gebr. Bernasconi, Biel

### Maße

Überbaute Fläche: 3286 m<sup>2</sup>

Umbauter Raum: 23 920 m<sup>3</sup>

### Konstruktion

Haupttragelemente: Fachwerkbinder geschweißt auf eingespannten Stützen. Größte Spannweite 37,0 m. Binderdistanz 16,0 m.

Pfetten: Geschweißte Fachwerkpfetten als Durchlaufträger.

Fassaden: Schlankes Stahlgerippe, der Tragkonstruktion vorgestellt.

### Gewichte

Totalgewicht: 112 t. Gewicht pro m<sup>2</sup>: 34,3 kg.

Gewicht pro m<sup>3</sup>: 4,7 kg.

### Wände

Zur Hauptsache Fensterfront, auf Stahlgerippe angeschlagen. Allfällige Wandausfachungen in Holz, außen mit Aluman-Wellblech verkleidet, innen mit Gipsdielen 3 cm abgedeckt. Brüstung in Beton.

### Montage

Mittels eines über 30 m hohen Derrick-Krans wurden die am Boden zusammengestellten Fachwerkbinder samt Stützen hochgehoben und versetzt. Für die Montage der Stahlkonstruktion wurden zirka 5 Wochen benötigt.

*Construction:* Ferme de treillis soudé sur appuis encastrés. Portée maximum 37,0 m. Travée 16,0 m.

*Façades:* Armature élancée en acier, en parement devant la construction portante.

*Montage:* Le treillis de ferme a été assemblé au sol, puis élevé et mis en place en même temps que les poteaux, au moyen d'un derrick haut de plus de 30 m.

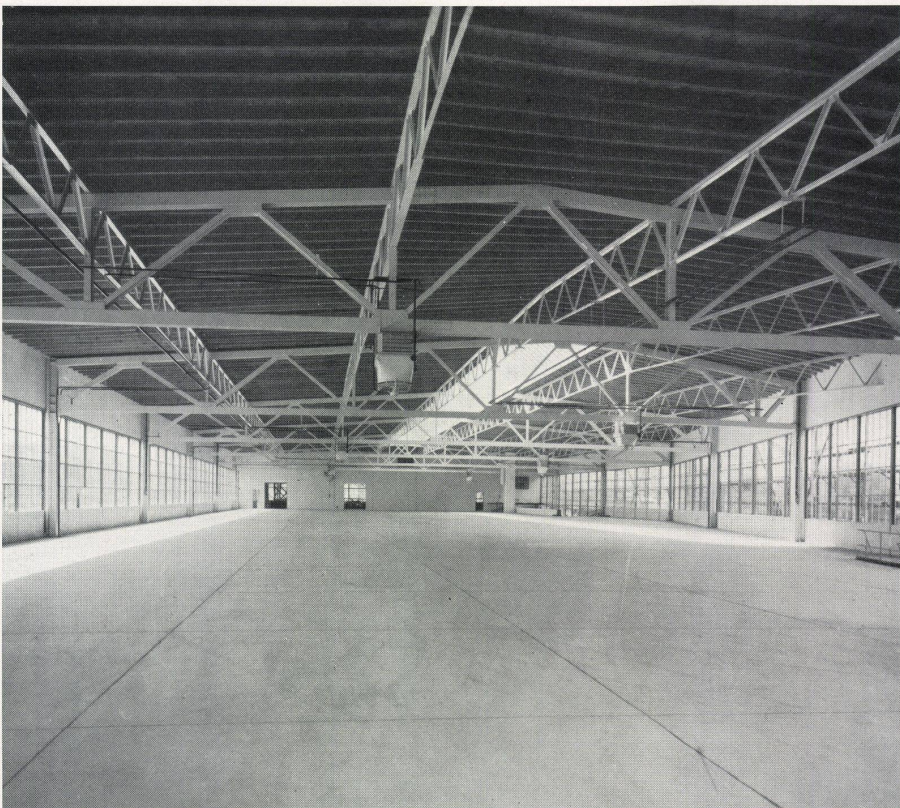
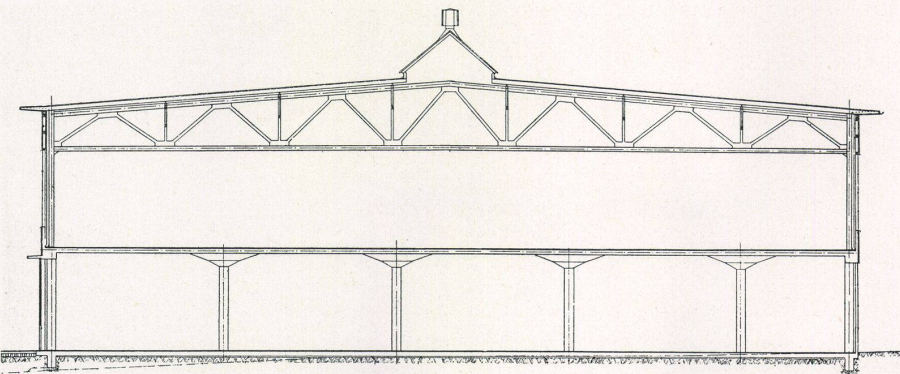
### Construction:

Principal supports: Framework beams, welded on fixed pillars. Largest span: 37,1 m. Distance between beams: 16,0 m.

Façades: Slender steel skeleton, in front of the supporting structure.

### Erection:

By means of a 30 m Derrick Crane the framework beams assembled on the ground were lifted together with the pillars and erected.



1  
Gesamtansicht / Vue générale / General view

2  
Schnitt / Coupe / Section

3  
Obergeschoß / Etage supérieure / Upper floor



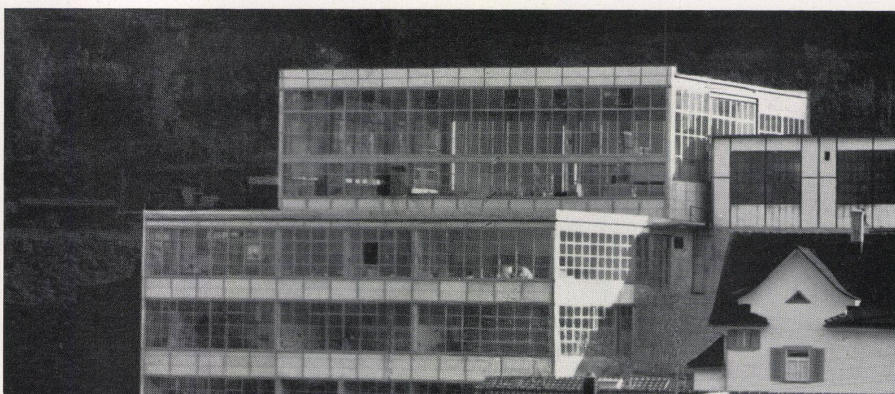
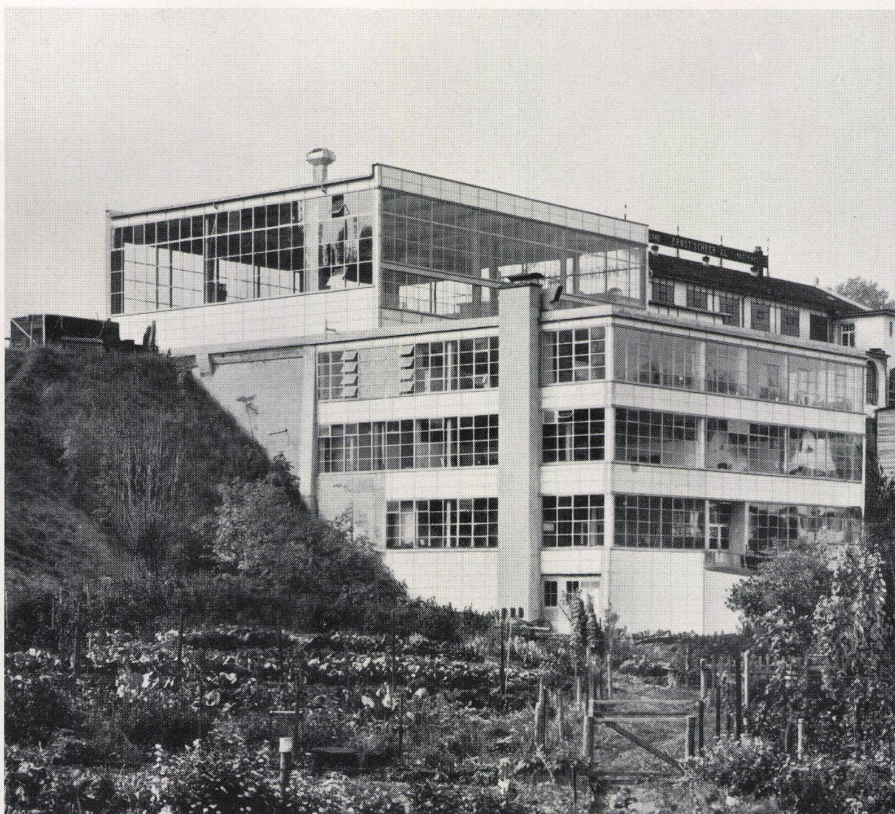
## Neubau einer Stahlbau- und Maschinenfabrik in der Ostschweiz

Nouveau bâtiment d'une fabrique de machines et d'éléments de construction en acier. Suisse orientale  
 New building for a steel construction and machine factory. Eastern Switzerland

Stahlskelettbau, welchen die Firma in ihrer Abteilung «Stahlbau» erstellte. Decken Eisenbeton in Verbundkonstruktion. Außenwände Durisolplattenverkleidung.  
 Ausführung des Baues nach Entwurf und statischer Berechnung des Ingenieurbüros der Firma.

Ossature d'acier préfabriquée dans les ateliers de la firme, département «Constructions en acier». Plafonds en béton armé, construction mixte. Parois extérieures revêtues de panneaux Durisol.

Steel skeleton structure manufactured by the firm in its steel construction department. Ferro-concrete ceilings, compound construction. Exterior walls covered with Durisol slabs.



## Neubau der Montagehalle einer Maschinenfabrik

Nouvelle halle de montage d'une fabrique de machines  
 New building of a machine factory

Projekt der Firma in Zusammenarbeit mit August Boyer, Architekt, Luzern

Die Montagehalle ist eine Stahlkonstruktion, bestehend aus eingespannten Rahmen mit vollwandigen Stützen und geschweißten Bindern. Der Stützenabstand beträgt 8 m. Die Beleuchtung erfolgt durch ein Oberlicht von 6 m Lichtweite. Die Südseite ist mit Thermolux-Glas, die Nordseite mit Drahtglas verglast. Das Dach besteht aus 10 cm starken armierten Durisol-Platten von 2 m Stützweite, darüber liegt ein 3-lagiges Kiesklebedach. Fassadenmauern aus Hunziker-Kalksandsteinen, gerippt, doppelnormal, Sichtmauerwerk, 1 cm zurückstehend gefügt.

Die Montagehalle wurde durch die Abteilung Stahlbau der Maschinenfabrik selbst erstellt.

### Farbgebung

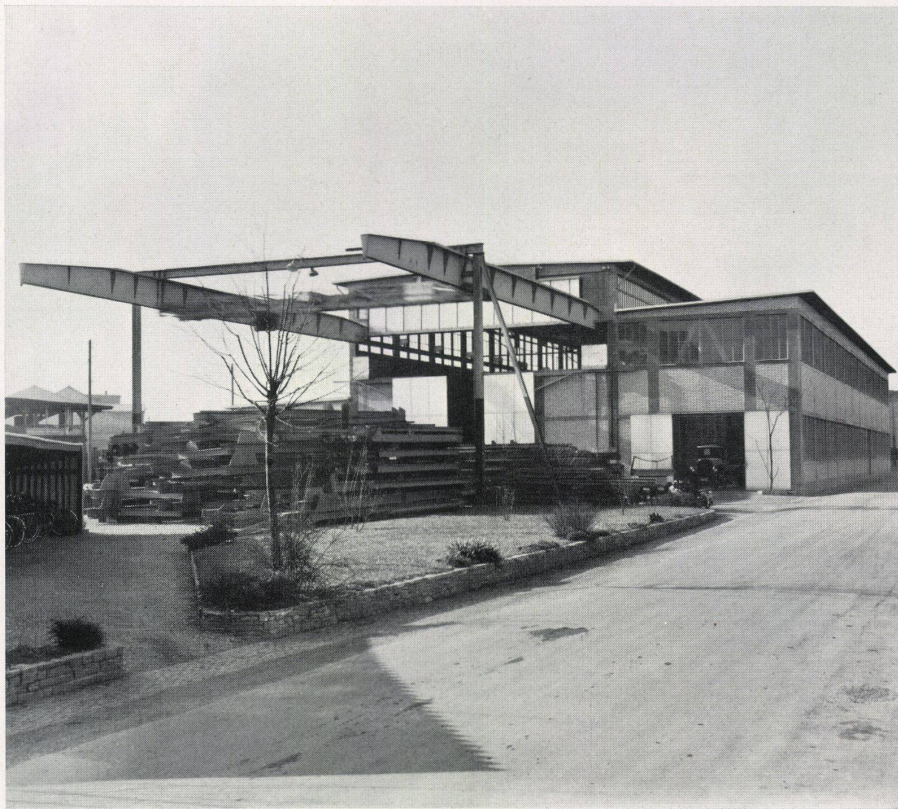
Sichtbare, tragende Stahlkonstruktionen: silbergrau, nichttragende Fensterrahmen: beige. Innen-Stahlkonstruktion: stahlblau.

La construction d'acier comprend une charpente encastree dont les appuis, espacés de 8 m, sont larges et pleins, avec une ferme de poutres soudées.

The erection shop is a steel construction consisting of fixed frames with full-walled pillars and welded beams. Distance between pillars 8 m.







## Montagehalle einer Eisenkonstruktionsunternehmung in der Nordwestschweiz

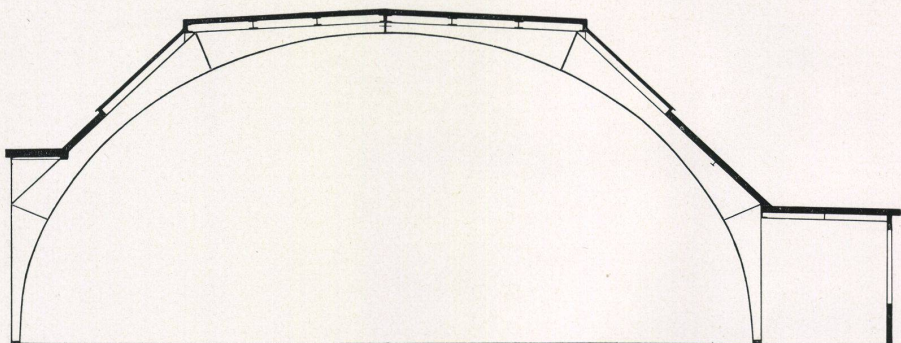
Halle de montage d'une usine d'éléments de construction en fer

Assembly shop of a steel construction works

Hauptschiff 14 m breit und 12 m hoch, Seitenschiff 9 m breit und 9 m hoch, Anbau für Magazin-, Wohlfahrts- und Büroräume. Totale Länge 140 m. Durchlaufende Kranbahn für mehrere 10-t-Krane. Durchlaufendes beidseitig angeschlossenes Normalspurgeleise.

Vaisseau principal 14 m de large et 12 m de haut, vaisseau latéral 9 m de large et 9 m de haut; annexe avec magasins, locaux pour le personnel et bureaux. Longueur totale 140 m. Pont roulant longitudinal pour plusieurs grues de 10 t. Voie normale traversant la halle dans sa longueur et reliée de part et d'autre au réseau.

Main wing 14 metres wide and 12 metres high, side wing 9 metres high and wide. Added structure for store-rooms, recreation and office rooms. Total length 140 metres. Full-length crane way for several ten-ton cranes. Full-length normal gauge rails connected at both ends.



## Auto-Einstellhalle des VOLG Winterthur

Halle de garage de la VOLG, Winterthur  
Car Port of VOLG, Winterthur

Architekten: Sträuli & Rüeeger, Winterthur

Halle von 19,50 m Breite und 56,00 m Länge, Scheitelhöhe 8,25 m. Die Vollwandbinder in geschweißter Konstruktion von 19,00 m Stützweite sind als Dreigelenkbogen ausgebildet. Binderabstand 6,60–7,30 m. Die kontinuierlichen Pfetten sind aus Walzträgern I und U NP ausgeführt. Dacheindeckung: Bimsbetonplatten und Kiesklebedach, im schrägen Teil Kupferblechabdeckung.

Die Mansardenoberlichter von 3,00 m Breite in kittloser Konstruktion ergeben eine gute Belichtung der Halle.

Totalgewicht der Stahlkonstruktion 50 t

Per m<sup>2</sup> Grundrißfläche 45 kg

Per m<sup>3</sup> umbauten Raumes 6 kg

Halle de 19,50 m de large et 56,0 m de long. Hauteur de faite 8,25 m. Les panneaux soudés de la ferme forment des arcs à trois articulations espacés de 6,60–7,30 m, et dont la travée est de 19,0 m.

Width 19,50 m and Length 56,00. Max. Height 8,25 m. The full-wall beams in welded construction of 19,00 m supported width are designed as three-joint arches. Distance between beams: 6,60–7,30 m.

Oben links / A gauche, en haut / Above at left  
Schnitt durch die Halle / Coupe de la halle / Section of hall



## Montagehalle einer Stahlbauunternehmung

Halle de montage d'une entreprise de constructions métalliques  
Assembly shop of a steel construction works

Halle und Anbau sind als reines Stahlskelett ausgebildet. Binder und Kranbahnstützen stehen auf Einzelfundamenten aus P. C. 200, Wandfundamente aus P. C. 150. Hallenboden: 15–20 cm Rollierung, 10 cm Beton P. C. 200 mit eingelegtem Stahldrahtnetz, 5 cm Überzug aus P. C. 400. Wände mit Kalksandsteinen ausgemauert und sichtbar verputzt, 12 cm stark, innen verputzt. Fenster und Tore in Eisen, einfach verglast. Binder und Pfetten aus Stahl, darüber Holzsparren 8 × 18 mit Haken befestigt. Holzschalung 27 mm mit Nut und Kamm. Darüber dreilagiges Kiesklebedach mit 3 % Gefälle. Kittloses Satteldachoberlicht mit Drahtglas verglast. Längs- und Querlüftung durch eingebaute Flügel.

Totalgewicht der Eisenkonstruktion pro Kubikmeter 9 kg.

Mit der Montage des Stahlskeletts wurde am 1. März begonnen, auf den 1. August konnte die Halle in Betrieb genommen werden.

Halle et annexe sont constituées, à proprement parler, par leur squelette d'acier.

Poids total de la construction métallique: 9 kg par m<sup>3</sup>.

Hall and penthouse are formed as a pure steel skeleton. Total weight of the metal construction: 9 kilos/cubic metre.



Ansicht von der Bahnseite / Vue prise du côté de la voie ferrée / View of railway front

Die Montagehalle im Bau / La halle de montage en cours de construction / Assembly shop under construction

## Montagehalle der Flugzeugwerke AG. Pilatus, Stans

Halle de montage de la Fabrique d'avions Pilatus S.A., Stans  
Assembly Shop of Pilatus Flugzeugwerke AG., Stans

Arch.: Lippert & von Waldkirch SIA, Zürich  
Ingenieur: E. Rathgeb SIA, Zürich

Die Montagehalle besteht aus einer Stahlkonstruktion, welche eine Fläche von 50 × 100 m überdeckt. Die Haupttragelemente sind genietete, zirka 3,50 m hohe Fachwerkbinder, Abstände 10 m. Lichte Höhe bis Binder U.K. 8,50 m.

Die Dachhaut, durch 10 m weit gespannte Eisenpfetten im Abstand von zirka 3,50 m auf die Binder abgestützt, besteht aus Durisol-Platten auf Holzsparren mit darüber liegendem dreilagigem Kiesklebedach. Zur Beförderung von Lasten dienen Laufkrane von zwei Tonnen Tragkraft. Die Kranbahnschienen sind an den Bindern aufgehängt.

Zur Belichtung dient ein allseitiges Fensterband. Der Verkehr aus der Halle erfolgt auf der Längsseite durch zwei Tore von je 8,50 × 30 m.

La halle est constituée par une charpente d'acier couvrant une surface de 50 × 100 m. Les éléments portants de ferme, en treillis riveté, ont une hauteur de 3 m 50 env. Hauteur de la halle jusqu'à la ferme: 8 m 50.

The shop is a steel structure covering an area of 50 × 100 metres. The principal supporting elements are riveted framework beams approx. 3,5 metres in height, at distances of 10 metres. Height to beams 8,5 metres.

