

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71 (1953)
Heft: 23: Stahlbau-Sonderheft

Artikel: Torsionssteife Hohlträger aus Stahl
Autor: Amstutz, Ernst
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60567>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 21.02.2026

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

Die sechs Wehröffnungen ($5 \times 31,50$ m und 1×45 m) des Kraftwerkes Donzère-Mondragon besitzen ebenfalls Sektor-Klappen-Schützen mit einer ursprünglichen Stauhöhe von 9,15 m, die im Jahre 1952 auf 9,45 m erhöht wurde (Bilder 4 und 5). Die Sektor-Klappen-Schütze für die Schiffahrtsöffnung von 45 m lichter Weite ist die grösste solche Schütze, die bis jetzt ausgeführt wurde. Der Druck auf dem Drehpunkt beträgt auf jeder Seite 1090 t. Das Gesamtgewicht der Schütze beläuft sich auf rd. 460 t. Die Lagerdrücke werden durch Stahlgusskastenträger aufgenommen, welche in den Pfeilern einbetoniert sind.

Torsionssteife Hohlträger aus Stahl

Von Oberingenieur ERNST AMSTUTZ, Wartmann & Cie. AG., Zweigbüro Zürich

DK 624.014.2.074

Es ist seit langem bekannt, dass Träger mit geschlossenem Hohlquerschnitt eine aussergewöhnlich grosse Festigkeit und Steifigkeit gegen verwindende Beanspruchung aufweisen. Bisher wurden solche Hohlträger im Stahlbau in Einzelfällen angewandt, wo die Verhältnisse dazu zwangen, sonst aber haben die Konstrukteure sich eher gescheut, andere, bewährte Bauformen aufzugeben.

Die Entwicklung der Stahlbauweise in den letzten Jahrzehnten in praktischer und theoretischer Hinsicht begünstigt nun aber eine erweiterte Anwendung von Hohlquerschnitten. Einmal ermöglicht das elektrische Schweißverfahren auf wirtschaftliche Weise die Herstellung luftdicht und damit korrosionssicher abgeschlossener Hohlräume, und zum andern sind die theoretischen Grundlagen zur Erfassung der Kräfteverteilung und der Verformungen beliebiger Querschnittsformen geschaffen.

Wenn nun auch noch unsere Konstrukteure «torsionsbewusst» werden, wofür erfreuliche Anzeichen sprechen, so wird die Stahlbauweise in nächster Zeit eine weitere Entwicklungsstufe zu immer vollkommenen Tragwerken in qualitativer, wirtschaftlicher und ästhetischer Hinsicht erklimmen, denn es ist ja nicht damit getan, dass bei Tragwerken bisheriger Konzeption die Torsionssteifigkeit in der statischen Untersuchung «auch noch berücksichtigt» wird. Vielmehr wird die konsequente Ausschöpfung der theoretischen Erkenntnisse auch in diesem Fall zu neuen Bauformen führen. Nachdem die Stahlbauweise vom Stabwerk als Realisation der linearen Abstraktion zur zweidimensionalen Vollwandbauweise fortschritt, ist die Richtung der Weiterentwicklung zur körperhaften dreidimensionalen Gestaltung gewiesen. Diese neuen Bauformen werden sich damit mehr und mehr den Formen der organischen Natur angleichen, die, wie

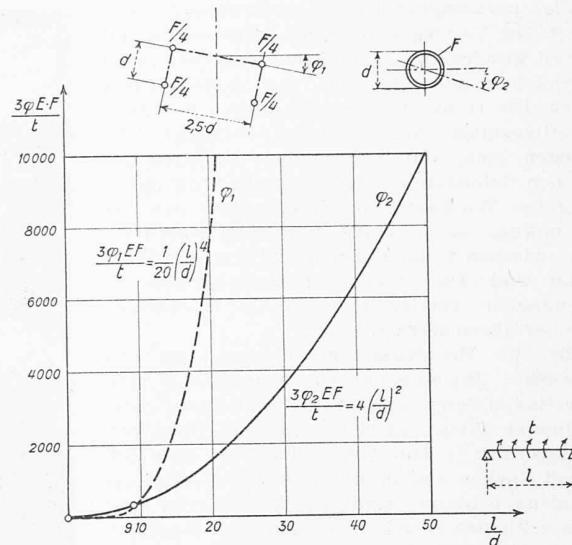


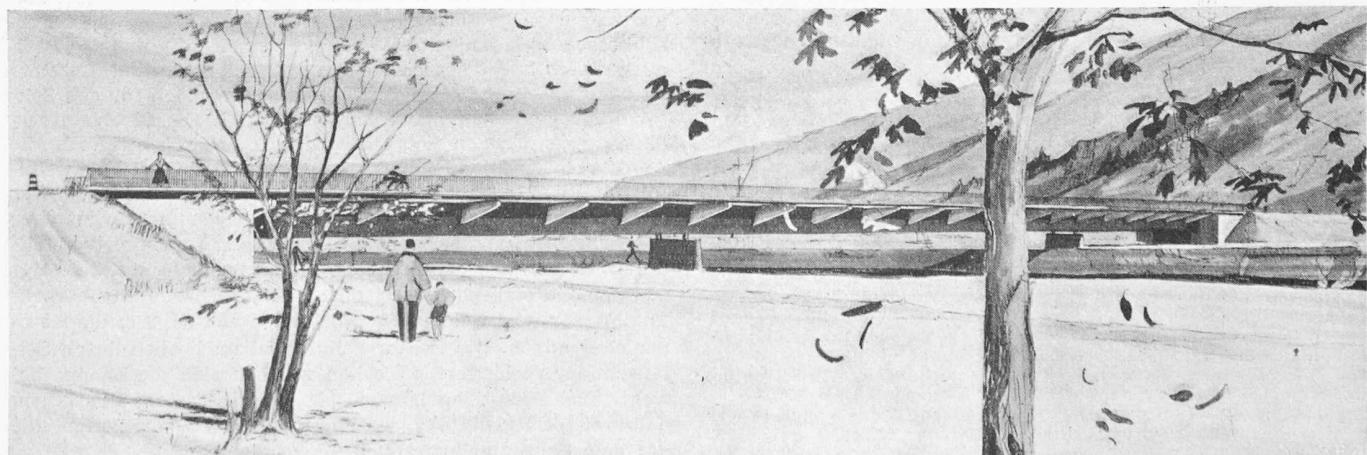
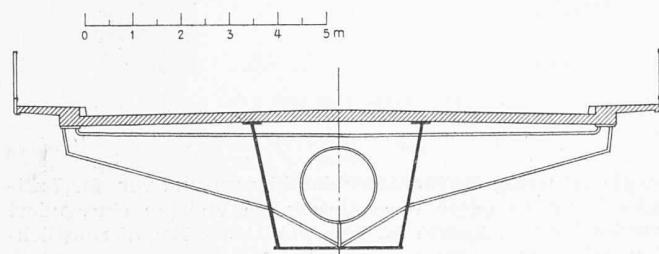
Bild 1. Die ausgezogene Linie dieses Diagrammes stellt den Verdrehwinkel eines Rohres infolge eines konstant verteilt angreifenden Torsionsmomentes t dar, die gestrichelte Linie denjenigen eines offenen Tragwerkes aus vier Fachwerkscheiben, wobei die Breite gleich dem 2,5fachen und die Höhe gleich dem einfachen Rohrdurchmesser angenommen und die Summe der Gurtquerschnitte gleich dem Rohrwandquerschnitt ist. Für grössere Spannweiten als der 9fache Rohrdurchmesser wird das Rohr mit rascher Progression steifer als das offene Tragwerk.

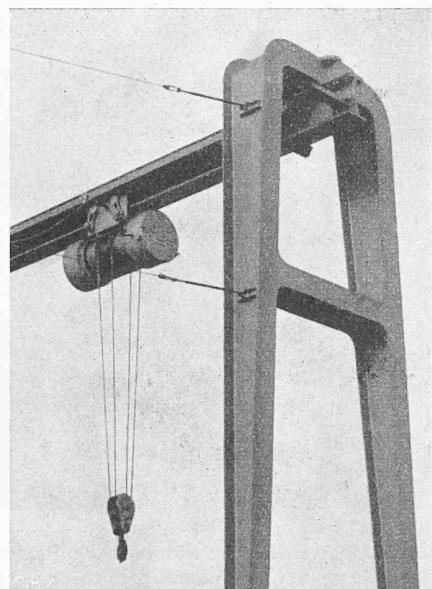
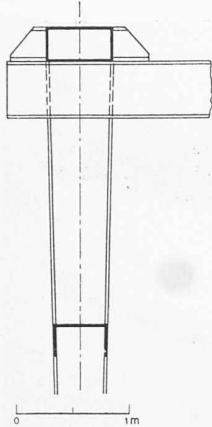
wir immer wieder feststellen, unsere technische Fortentwicklung bereits vorweggenommen hat.

Die Theorie der Torsion von Balken mit geschlossenen Hohlquerschnitten erweist, dass der Hauptwiderstand gegen Verdrehen von Schubspannungen herrührt, die den Hohlräum umfliessen [1]. Wohl treten im allgemeinen ausser diesem Schubfluss auch noch zusätzliche Schub- und Längsspannungen auf, die aber — ähnlich wie die Biegespannungen in steif angeschlossenen Fachwerkstäben — den Charakter von Nebenspannungen tragen und daher in den meisten Fällen ausser acht gelassen werden können. Bei ausgesprochen dynamisch beanspruchten Bauwerken ist allerdings die Anwendung einer verfeinerten Theorie angezeigt [2].

Mit genügend grossem Hohlräum-Querschnitt können sehr bedeutende Torsionsmomente übertragen werden, be-

Bilder 2 und 3. Dieses Projekt einer Strassenbrücke weist nur einen einzigen Hauptträger unter der Mitte der Fahrbahn auf. Zusammen mit der Betonfahrbahnplatte bildet er einen trapezförmigen Kasten, der befähigt ist, die Torsionsmomente aus einseitiger Belastung aufzunehmen. Die konsolartigen Querträger geben dem Brückenbild einen lebhaften Rhythmus. — Die Kosten des Oberbaus allein sind 7 % und die Kosten des ganzen Brücke 5 % kleiner als bei der günstigsten der untersuchten konventionellen Lösungen mit mehreren Hauptträgern.



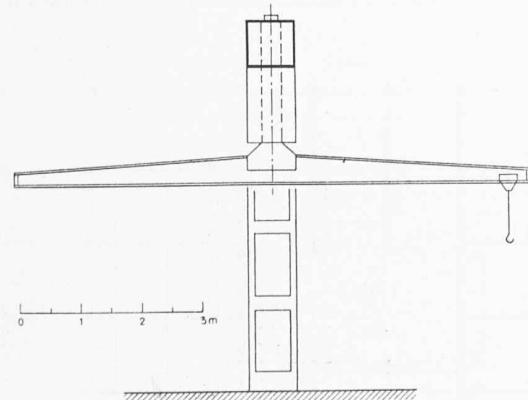


Bilder 4 und 5. Bei diesem Bockkran [6] mussten die Ständer portalartig ausgebildet werden, um ein Durchfahren der Laufkatze zu ermöglichen. Gleichzeitig sollten aber auch Ständer und Laufkatzträger einen möglichst steifen Rahmen bilden, um die Horizontalkräfte ableiten zu können. Das Eckmoment wird in dieser Ausführung durch den torsionssteifen, kastenförmigen oberen Riegel der Ständer aus der Ebene des Laufkatzträgers in die Ständerebene übertragen. Diese Ausbildung hat sich im Betrieb als sehr steif erwiesen. Mit der sonst räumlich-fachwerkartigen Ausbildung der Ständer wäre die Anzahl der Tragelemente viel grösser geworden.

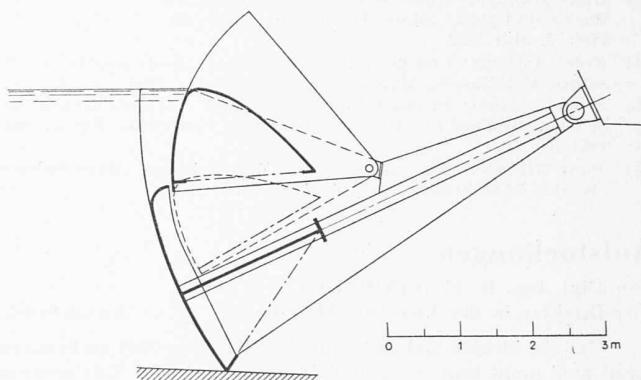
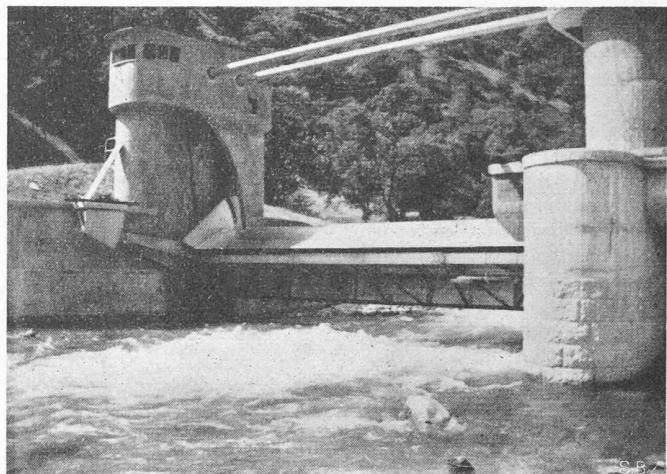
Bilder 6 und 7 (rechts). Bei dieser Doppelsegmentschütze ist das obere Segment hinter das untere versenkbar, womit Laufrollen im Oberwasser vermieden werden. Das Haupttragwerk des unteren Segmentes musste in der untersten Partie zusammengedrängt werden, was mit Rücksicht auf die erforderliche Steifigkeit nur mit einem geschlossenen Querschnitt möglich war. — Der Querschnitt wurde

sonders erstaunlich ist aber die Kleinheit der Verformungen aus Torsionsbeanspruchung. Die grosse Torsionssteifigkeit wirkt sich besonders bei schlanken Hohlstäben aus, denn bei gleichförmig verteilt angreifendem Torsionsmoment wächst die Verdrehung mit dem Quadrat der Spannweite, während sie bei einem auf Biegung wirkenden Trägerpaar viel progressiver, nämlich mit der vierten Potenz der Spannweite wächst, wofür Bild 1 ein anschauliches Beispiel gibt.

Die in den Abbildungen angeführten Beispiele aus eigener praktischer Tätigkeit illustrieren einige Möglichkeiten der Anwendung von Hohl-Querschnitten, wobei die Bauwerke nicht nach ihrer grössenmässigen Bedeutung ausgewählt wurden.



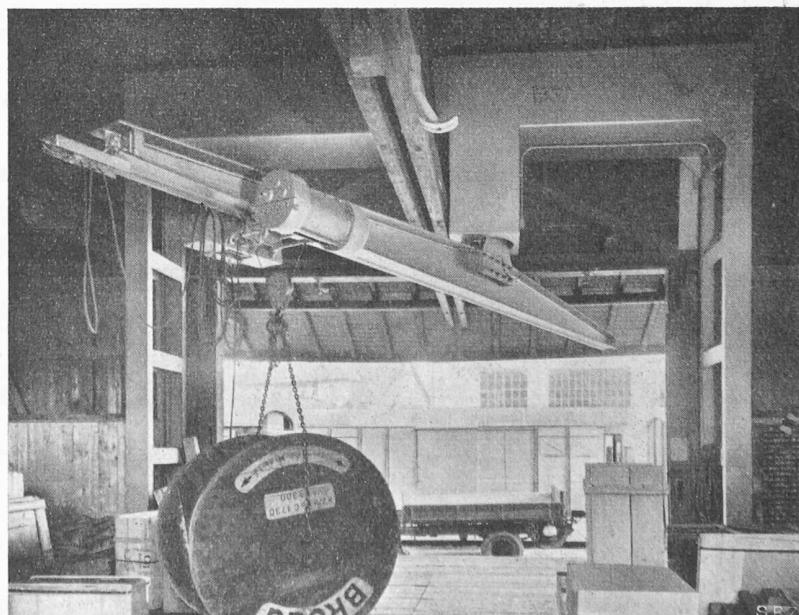
Bilder 8 und 9. Der Laufkatzträger dieses Bahnkrans ist um eine vertikale Achse schwenkbar im kastenförmigen Jochriegel eingehängt. Die zulässige Durchbiegung am Ende des Laufkatzträgers wurde auf 10 mm beschränkt. Bei den beschränkten Platzverhältnissen konnte diese Forderung mit offenem Tragwerk üblicher Querschnittsabmessungen nicht befriedigt werden, während dies mit dem kastenförmigen Querschnitt keine Schwierigkeiten bot.



hier dreieckförmig gewählt, wobei die Stauwand die eine Seite, der in der Wirkungslinie des Wassers angeordnete Vollwandträger die zweite und der in der Zeichnung strichpunktiierte, nur wenig belastete Fachwerkverband die dritte Seite bildet.

den, sondern nur nach dem Grad, mit dem sie typische Vorteile torsionssteifer Gestaltung zeigen.

Der Hohlträger ist nicht nur dann gerechtfertigt, wenn aussergewöhnliche Anforderungen an die Torsionssteifigkeit gestellt werden (Bilder 8 und 9), sondern auch, wenn wenig Platz für das Tragwerk vorhanden ist (Bilder 6 und 7). Infolge seiner räumlichen Eigensteifigkeit ermöglicht er ferner in vielen Fällen eine Verminderung der Zahl von Tragelementen (Bilder 4 und 5), weiter ergeben sich glatte, vor Korrosion leicht zu schützende Oberflächen (Bilder 10 und 11) und vielfach können auch Material- und Kostenersparnisse erzielt werden (Bilder 2 und 3).



Bilder 10 und 11. Der Hauptträger dieser Rollschütze ist als Kastenträger ausgebildet und zur Erhöhung des Eigengewichtes ausbetoniert. Beachtenswert sind die glatten, überall zur Rostschutzbehandlung leicht zugänglichen Flächen.

Die vereinfachten, körperhaft konzipierten Bauformen kommen nicht zuletzt einer dem Auge wohltuenden Klarheit und Schönheit der Erscheinungsform zugute. Durch Anwendung von gerundeten Bauformen, die sich allein schon aus statischen Gründen aufdrängen, wird es hierbei der Stahlbau vermeiden, äußerlich zu einer Kopie der Eisenbeton-Bauweise zu werden [3], [4], [5].

Literaturverzeichnis

- [1] *Ed. Amstutz*: Flugtechnische Beispiele für den Leichtbau. «Schweiz. Bauzeitung», Bd. 121, Nr 2, 9. Januar 1943.

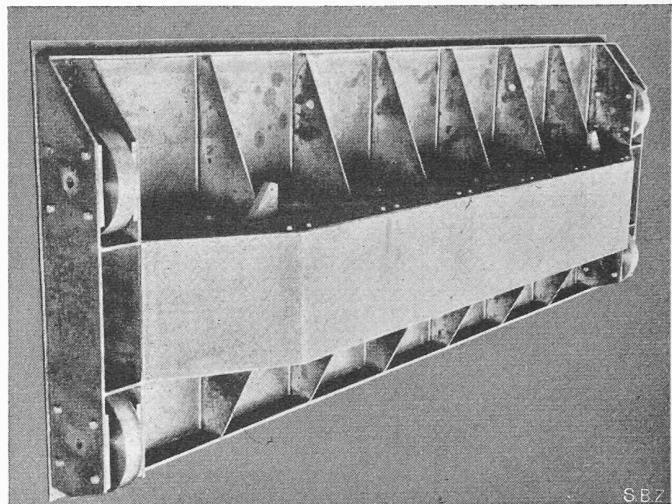
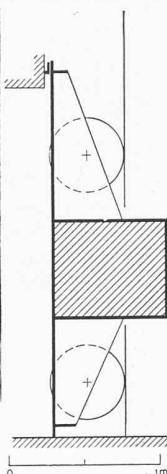
[2] *F. Stüssi*: Schubmittelpunkt und Torsion, «Abhandlungen der IVBH», 12. Bd., 1952.

[3] *Hans Hilfiker*: Ueber Funktion und Form des Bahnsteigdaches. «Das Werk», 39. Jahrgang, Heft 7, Juli 1952.

[4] *Ernst Amstutz*: Une nouvelle conception de ponts soudés, «L'Os-tature Métallique», 17me année, N° 2, février 1952.

[5] *Ernst Amstutz*: Projektierung einer neuen Teufelsbrücke in der Schöllenenenschlucht, Diskussionsbeitrag, «Schweiz. Bauzeitung» 1953, Nr. 18.

[6] *Hans Hilfiker*: Ein neuer Kran der Schweiz. Bundebahnen, «Werk», 38. Jahrgang, Heft 4, April 1951.



SBZ

eines oder mehrerer Stockwerke. Schwierigkeiten in der Beschaffung von Bauland, betriebliche Umstellungen, die Unmöglichkeit, bestehende Lokale zu räumen oder deren Betrieb zu unterbrechen oder überhaupt irgendwie zu stören, führen zu einer solchen Lösung. Zunächst wird durch sorgfältige Prüfung der vorhandenen oder durch neue statische Berechnungen festgestellt, ob bei der Ausführung des bestehenden Baues schon an eine zukünftige Erhöhung gedacht wurde, ob weitere Aufbauten die vorhandenen Beanspruchungen nicht über das Zulässige hinaus erhöhen, ob durch Anbringen von örtlichen Verstärkungen eine Aufstockung ermöglicht wird oder eine Verwendung des alten Gebäudes als Basis ausgeschlossen ist. In diesem Falle werden neuhinzukommende Lasten durch neue Stützen ausserhalb des Baues oder durch diesen hindurch auf neue Fundamente gestellt.

Wenn ein Gebäude seinerzeit für einen bestimmten Zweck und die damit zusammenhängenden Nutzlasten bemessen wurde, kommen vielfach besondere Zufälle oder Massnahmen der Ermöglichung einer Aufstockung zu Hilfe. Oft sind die Stützen, Tragmauern und Fundamente des bestehenden Baues nicht bis zur zulässigen Grenze ausgenützt, da heute ja höhere Beanspruchungen zugelassen werden als früher, und auch mit den Bodenpressungen darf füglich höher gegangen werden, weil die Setzungen weitgehend zur Ruhe gekommen sind. Oft entfällt auch ein verhältnismässig schweres Dach oder die im alten Gebäude vorgeschriebenen Nutzlasten dürfen im neuen verkleinert werden. So kommt man vielleicht ohne Verstärkungen aus. Selbstverständlich müssen die Gewichte der Aufbauten möglichst niedrig gewählt werden; dabei hilft die Stahlskelettbauweise mit gleichzeitiger Verwendung von leichten Fertigbauteilen wie Ziegelschrott-, Leichtbeton- oder Tonhoudis, Stegdielen und fertigen Wandelementen¹⁾. Diese

1) Vgl. die Konstruktionsblättersammlung des Verbandes Schweizerischer Brückenbau- und Stahlhochbauunternehmungen, besprochen in SBZ 1950, S. 371.

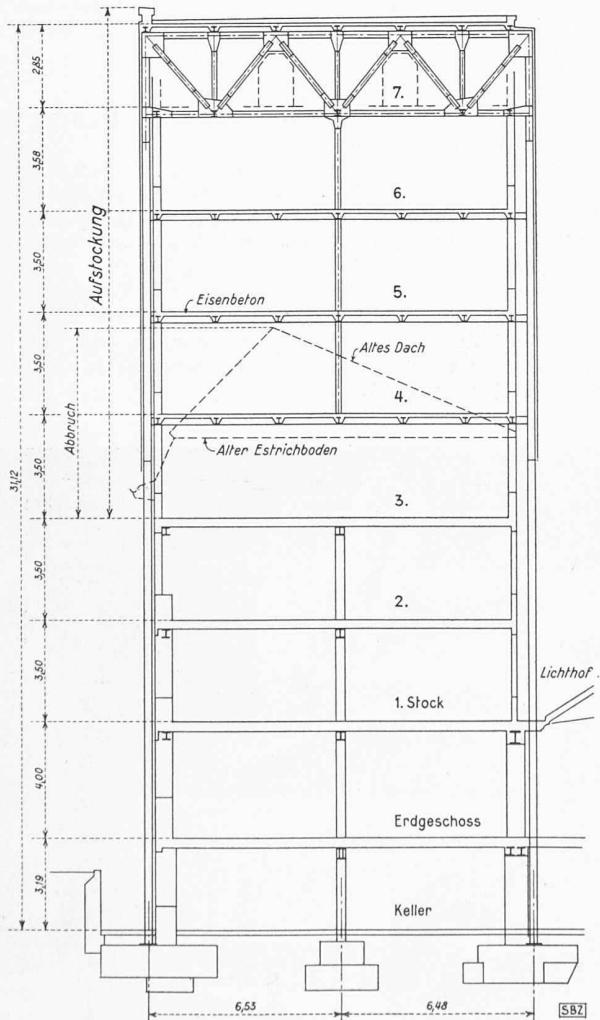


Bild 1. Schnitt 1:250

Bureaugebäude der CIBA AG. in Basel

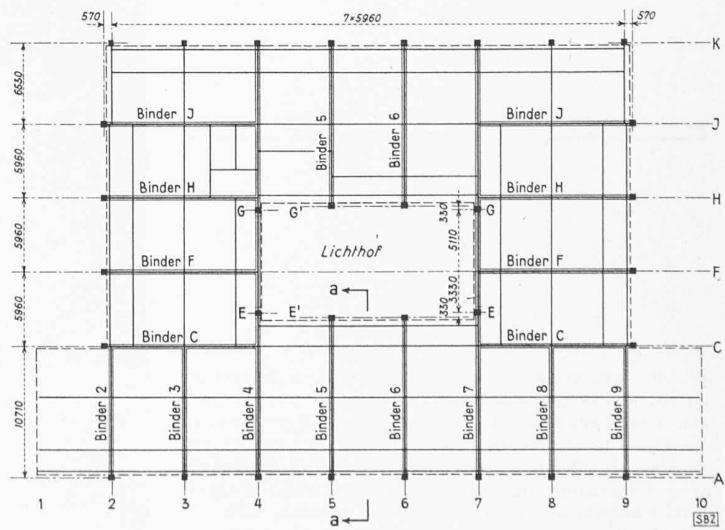


Bild 2. Grundriss 1 : 600