

Das Konstruktionssystem für die Neubauten der ETH Lausanne

Autor(en): **Matter, Frédéric / Marmier, Jean-Pierre / Baumann, Anton**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 48: **ASIC-Ausgabe**

PDF erstellt am: **18.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73205>

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.

– Verwendung von wetterfesten Stählen (wobei dem Schutz vor Streusalzeinflüssen besondere Beachtung geschenkt werden muss).

Zur Illustration der oben angeführten grundsätzlichen Bemerkungen mögen folgende vom Verfasser ausgeführten Beispiele dienen:

Fussgängerüberführung über die Bodensee–Toggenburgbahn bei Herisau (Bild 1). Das vor der Elektrifizierung gebaute Bogentragwerk aus Natursteinen zwang zu einer tief liegenden Führung des Fahrdrabes, das zu einem starken Verschleiss an den Stromabnehmern führte. Neben der Tieferlegung des Geleises bot sich die billigere Lösung eines Neubaus der Überführung mit einer geringeren Bauhöhe an. Bei Spannweiten von $11 + 13$ m liegt der Hauptträger unter der Gehbahn, die aus einer Betonplatte auf Verbundblechen besteht. Die Fundamente des alten Bauwerks konnten wieder benützt werden. Wegen des starken Längsgefälles wurde die Verschleisschicht durch einen Asphaltbetonbelag gebildet. Als Rostschutz fand die Feuerverzinkung Verwendung. Der Montagestoss wurde als HV-Kopfplattenstoss ausgeführt. Die Montage erfolgte während der Nachtbetriebspause mit dem bahneigenen Schienenkran.

Fussgängerüberführung im Bild (St. Gallen) (Bilder 2 und 3). Im Zuge des Nationalstrassenbaus musste die Zürcherstrasse bei Winkeln auf vier Spuren verbreitert werden. Die freie Durchfahrtshöhe von 4,5 m sollte bei einer möglichst geringen Bauhöhe eingehalten werden, damit die seitlichen Stützmauern und Treppenzuführungen entsprechend niedrig ausgeführt werden konnten.

Der Längsträger wirkt zusammen mit dem kräftigen Geländer als Vierendeelträger. Die Gehbahn besteht aus einer Leichtbetonplatte aus Leca hade auf Verbundblechen, die auf Querträgern aufliegen. Die Spannweite beträgt 20 m, die Gehbahnbreite 4 m. Die gesamte Stahlkonstruktion wurde im Werk vollständig zusammengeschweisst, sandgestrahlt und mit den Grund- und Deckanstrichen versehen auf die Baustelle gebracht. Der Verkehr musste für nur 15 Minuten unterbrochen werden, um das Tragwerk mit einem Autokran auf die vorbereiteten Lager zu setzen. Anschliessend wurde die Leichtbetonplatte gegossen.

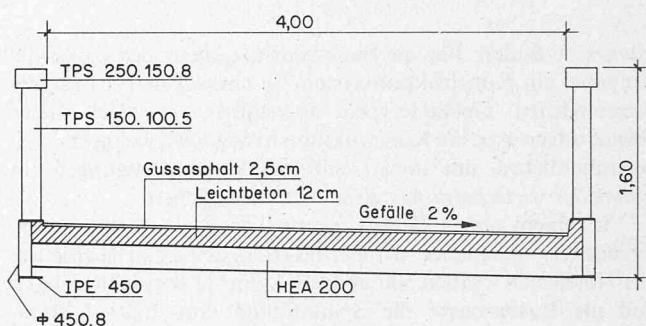
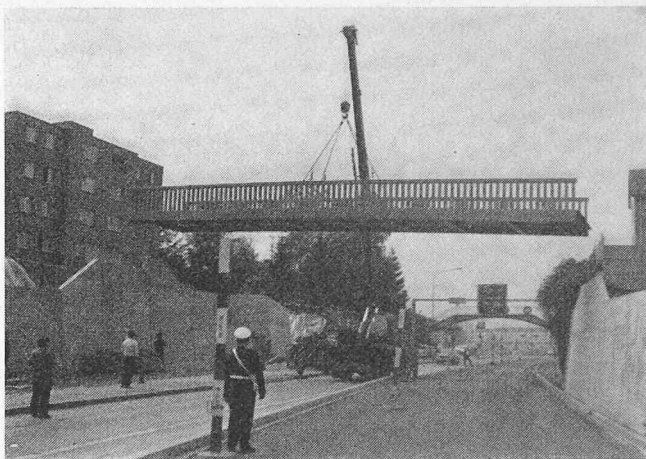


Bild 2. Fussgängerüberführung im Bild (St. Gallen)

Bild 3 (unten). Querschnitt zu Bild 2

Der sinnvolle Einsatz des Baustoffs Stahl für Fussgängerüberführungen ergibt dank vielfältiger Konstruktionsmöglichkeiten zweckmässige, ästhetisch ansprechende und auch wirtschaftlich günstige Lösungen.

Adresse des Verfassers: Hansruedi Signer, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, Schneebergstrasse 53, 9000 St. Gallen.

Das Konstruktionssystem für die Neubauten der ETH Lausanne

Mitglieder des EPFL-Pool d'Ingénieurs

DK 624.014.2

In Ecublens in der Nähe von Lausanne sind die Arbeiten an den Neubauten der ETH Lausanne in vollem Gange. In einer ersten Etappe entstehen Instituts- und Laborbauten für Chemie, Physik, Mechanik, Mathematik, Bau- und Kultur-Ingenieurwesen sowie Hörsäle, Bibliothek und weitere allgemeine Räumlichkeiten. Bis 1981 sollen mit einem Kostenaufwand von rd. 500 Mio. Fr. in den Neubauten in Ecublens, die im Modell in Bild 1 dargestellt sind, rund 2000 Studenten Platz finden. Die langfristige Planung sieht vor, die Anlagen bis zu einem Platzangebot für 6000 bis 8000 Studenten auszubauen.

Zweifel, Strickler und Partner zeichnen als Architekten für Planung, Projektierung und Ausführung verantwortlich. Mit der Gesamtplanung aller Ingenieurarbeiten wurde von der Direktion der Eidgenössischen Bauten ein Pool von insgesamt neun Ingenieurfirmen beauftragt. Diese Gruppe von Ingenieuren, die nach aussen durch einen Projektleiter vertreten wird, regelt die interne Arbeitsaufteilung und die Koordination der Arbeiten selber.

Variantenuntersuchungen

Bei der Planung eines Bauvorhabens im Umfang und mit der Komplexität einer technischen Hochschule kann auf folgende, grundsätzlich verschiedene Arten vorgegangen werden:

- Aufteilung der Gesamtanlage entsprechend den funktionellen Gegebenheiten in einzelne Departemente, wobei das architektonische und technische Konzept je nach den spezifischen Erfordernissen variiert.
- Einheitliche Behandlung der Gesamtanlage, was eine konzeptionelle Koordination aller konstruktiven Elemente bedingt.

Das zweite Vorgehen, das sich in den letzten beiden Jahrzehnten bei der Planung von Hochschulbauten immer mehr durchgesetzt hat, wurde auch bei der Planung der Neubauten für die ETH Lausanne vorgezogen. Die ersten Arbeiten der Architekten waren deshalb unter anderem darauf ausgerichtet, ein Konzept von typisierten Gebäuden mit polyvalenten Standard-

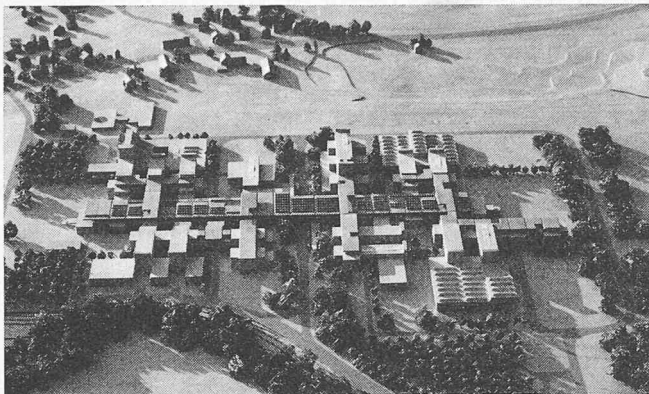


Bild 1. Modellphoto der ersten Etappe der Neubauten für die ETH Lausanne in Ecublens

räumen zu finden. Für die Bauingenieure ergab sich damit die Aufgabe, ein Konstruktionssystem zu entwickeln, das für die verschiedenen Gebäudetypen anwendbar ist. Ziel dieser Bemühungen war, die Konstruktionen möglichst weitgehend zu vereinheitlichen, um anstatt einzelner Massanfertigungen ein *rationelles wirtschaftliches Bauen* zu ermöglichen.

In einem ersten Schritt wurden dazu ein Katalog verschiedener, möglicher Konstruktionssysteme ausgearbeitet. Als Nutzlasten wurden 500 und 750 kg/m² in Betracht gezogen und als Rastermasse die Spannweiten von 7,20 × 7,20 m, 9,60 × 9,60 m und 7,20 × 9,60 m untersucht. Aus der Vielzahl denkbarer Konstruktionen wurden *sieben typische Lösungen* ausgewählt und eingehend geprüft. Dabei handelte es sich um

- zwei Stahlbaukonstruktionen mit Hauptträgern in den Rasterachsen, Sekundärträgern und Trapezblechen im Verbund mit Überbeton;
- vier Lösungen in Ortsbeton, nämlich Flachdecken, Flachdecken mit Verstärkungen des Stützenbereiches und Decken mit gerichteten und kreuzweisen Unterzügen;
- eine Variante mit vorfabrizierten Betonelementen, aufgebaut aus Unterzügen in der einen und Rippenplatten in der anderen Richtung gespannt.

Bei allen Varianten wurde davon ausgegangen, dass die *horizontale Stabilisierung* durch *massive Kerne* (Treppenhäuser, Liftschächte oder vertikale Leitungskanäle) oder durch *Windverbände* sichergestellt ist. Gegenüber steifen Rahmenkonstruktionen ist es damit selbst bei Bauten mit wenigen Stockwerken möglich, wesentliche Einsparungen (rd. 18%) zu erzielen.

Da die *Fundationsverhältnisse* auf dem ganzen Areal *äusserst ungünstig* sind und die Fundationskosten einen erheblichen Anteil an den Rohbaukosten ausmachen, war es erforderlich, bereits in dieser Phase des Variantenstudiums die Pfählungskosten mit zu berücksichtigen.

Im *relativen Kostenvergleich* zwischen den untersuchten Varianten erwiesen sich die *Stahlkonstruktionen als günstigste Lösungen*, das vorfabrizierte Konstruktionssystem aus Betonelementen war 7% teurer, währenddem die Ortsbetonkonstruktionen zwischen 11% und 20% höhere Kosten ergaben. Auf gleicher Preisbasis berechnet, zeigte sich, dass die Erhöhung der Nutzlast von 500 auf 750 kg/m² zu Mehrkosten von durchschnittlich 17% führten. Der Unterschied der Kosten verschiedener Spannweiten lag bei der Gegenüberstellung der Raster von 7,20 × 7,20 m und 7,20 × 9,60 m bei 10%, 20% Kostenunterschied ergab sich zwischen den Rastern von 7,20 × 7,20 m und 9,60 × 9,60 m.

Solche *Kostenvergleiche* müssen jedoch *mit Vorsicht* diskutiert werden. Sie sind allzustark von der jeweiligen Marktsituation und vom Stand der technischen Entwicklung ab-

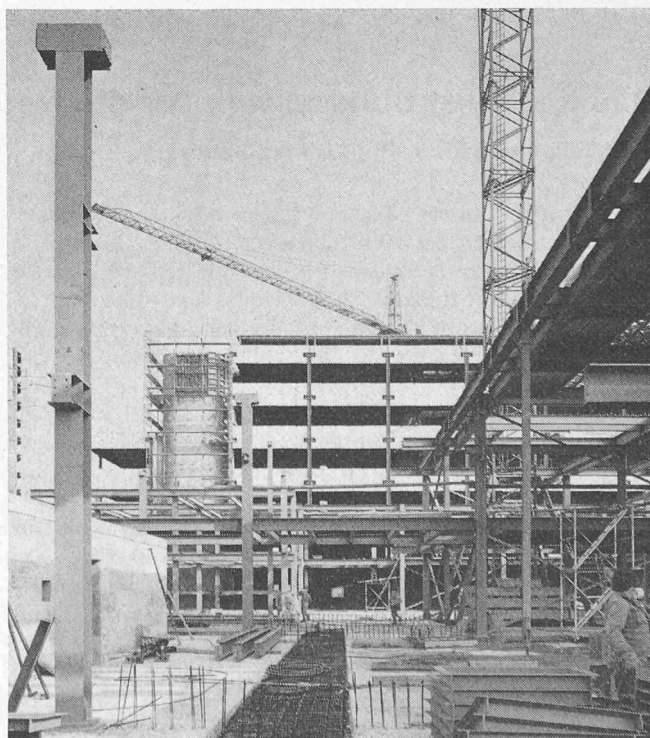
hängig, um allgemeine und längerfristige Gültigkeit zu haben. Zwei Jahre nach diesen Variantenuntersuchungen, die 1972 durchgeführt wurden, zeigte sich z.B., dass die Flachdecken aus Ort beton sich preislich mit den Stahlkonstruktionen vergleichen liessen.

So wichtig diese Kostenvergleiche sind, so reichen sie doch bei weitem nicht aus, um die bestgeeignete Tragkonstruktion zu wählen, die nicht nur heutigen Bedürfnissen, sondern auch zukünftigen Anforderungen genügen soll. Bei den Konstruktionsentscheiden sind eine ganze Reihe von Kriterien mit zu berücksichtigen, die sich nicht ohne weiteres kostenmässig erfassen lassen. So wird bei einem gedrückten Bauprogramm, wie dies für die Neubauten der ETH Lausanne ursprünglich vorgesehen war, die Bauzeit der Konstruktion zu einem wesentlichen Faktor, der zu Gunsten von Stahlbaukonstruktionen spricht.

Aber auch die Eignung der Konstruktion hinsichtlich der *Leitungsführung* für die Ver- und Entsorgung der Gebäude ist ein massgebendes Beurteilungskriterium. Nur im Team aller beteiligten Ingenieure kann der Raum, der für Tragkonstruktion und Leitungsführung zur Verfügung steht, untersucht und eine geeignete Lösung gefunden werden. Dabei muss insbesondere auch der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Installationen von Hochschulbauten sich im Laufe der Zeit stark ändern können und die Tragkonstruktion deshalb so flexibel sein muss, dass solche Änderungen möglich sind.

Ein weiteres wichtiges Beurteilungskriterium zur Wahl der Tragkonstruktion ist ihre *Anpassungsfähigkeit an Spezialfälle*. Es lässt sich nicht vermeiden und zeigt sich auch bei der laufenden Projektierung der Neubauten der ETH Lausanne ganz eindrücklich, dass trotz dem Streben nach Standardisierung Spezialfälle, Anpassen an besondere Gegebenheiten, nicht zu umgehen sind. Gerade in diesem Punkt erwiesen sich Varianten aus vorfabrizierten Betonelementen als zu starr und unflexibel. Eine ähnliche Flexibilität der Konstruktion ist auch für die Etappierung des ganzen Bauvorhabens, für Erweiterungen sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung, zu

Bild 2. Bauten für die Chemie. Die Stützen sind die einzigen Konstruktionsteile, die einen grösseren Herstellungsaufwand erfordern. Alle Elemente können halbautomatisch hergestellt werden



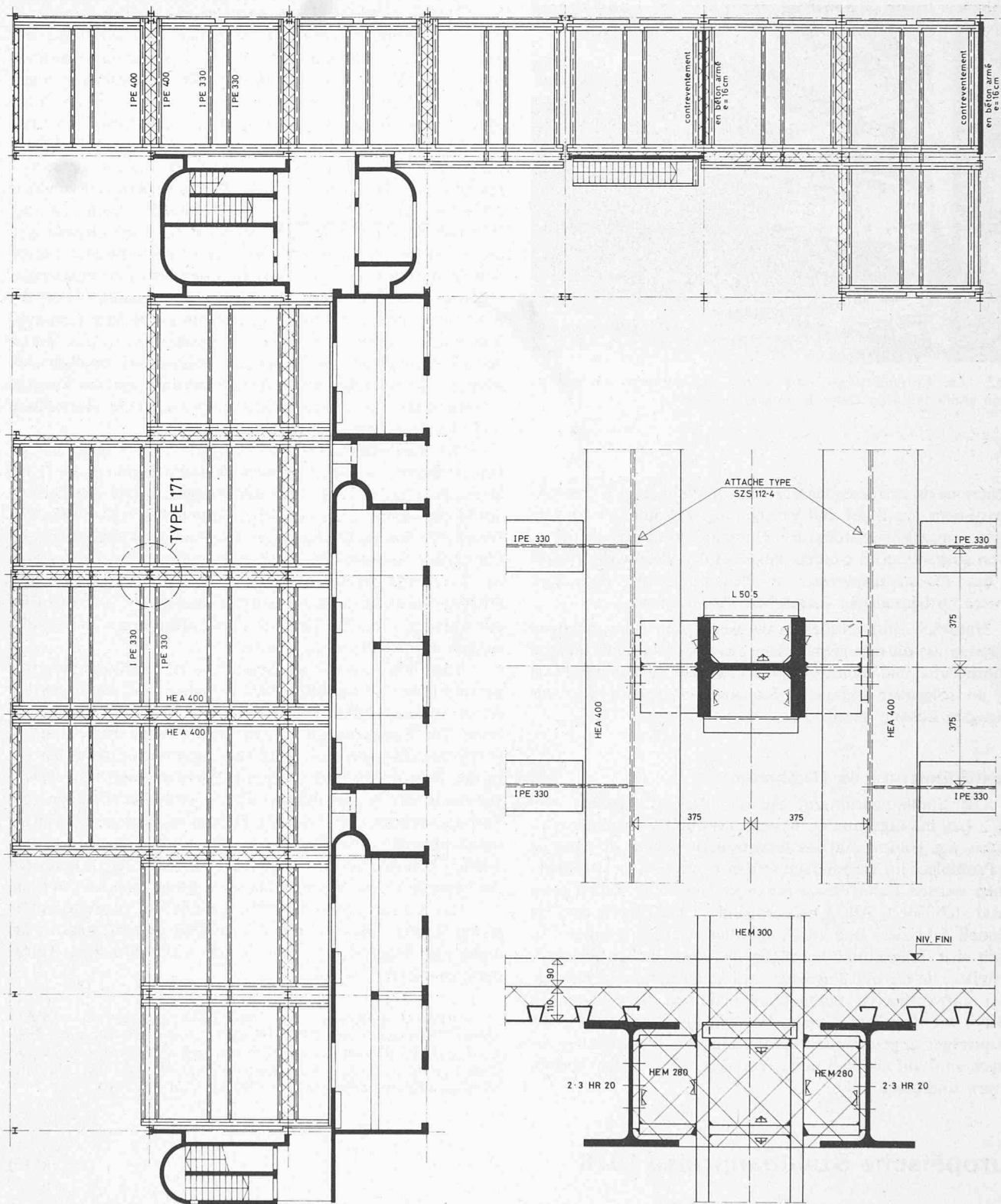


Bild 3 (links). Grundriss der Stahlkonstruktion mit massivem Treppenhaus und Liftkernen sowie einigen massiven Spezialräumen. Rastermass 7,20 x 7,20 m

Bild 4 (rechts). Anschluss der Zwillingsträger an die Stützen im Grundriss und Schnitt

verlangen. Es erwies sich, dass Stahlkonstruktionen in dieser Hinsicht sehr gut geeignet sind.

Auch die enge Zusammenarbeit der Ingenieure mit den Architekten ist bei der Wahl der Tragkonstruktionen natürlich ausserordentlich wichtig. Fassaden, Zwischenwände, untergehängte Decken usw. sind mit der Konstruktion so eng verknüpft, dass keines dieser Teilsysteme unabhängig von allen

anderen untersucht werden kann. Nicht zu vergessen bleiben Aspekte der Feuersicherheit, bauphysikalische Eignung, Unterhaltskosten usw.

Alle diese Überlegungen mindern die Bedeutung des reinen Kostenvergleiches verschiedener Konstruktionsvarianten, zeigen aber die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit aller Fachleute. Im vorliegenden Falle führten die

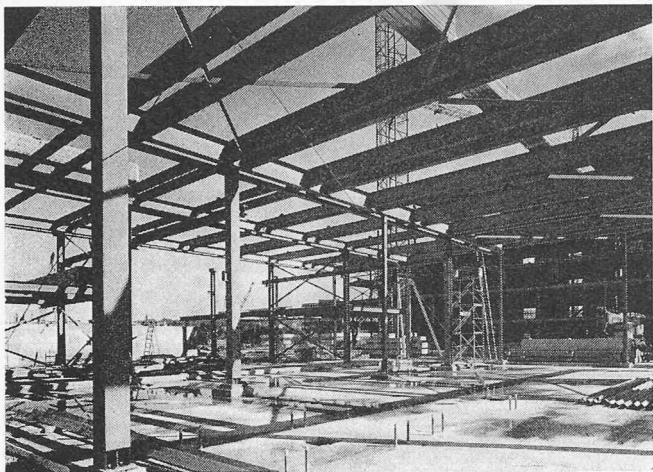


Bild 5. Die Sekundärträger sind in den Hauptträgern eingesattelt. Damit ergibt sich eine kleine Konstruktionshöhe

solchermassen umfassenden Studien zur Wahl eines Konstruktionssystems aus Stahl, mit welchem die Hochbauten ab OK Terrain ausgeführt werden. Ein Gebäudetrakt muss allerdings davon ausgenommen werden, denn bei den *Bauten der Physik* ist die *Vibrationssicherheit* so bedeutungsvoll, dass eine schwere Ortbetondecke vorgesehen werden muss.

Natürlich sind gerade bei der heute sehr schwankenden Preissituation die getroffenen Konstruktionsentscheide laufend zu überprüfen und allenfalls zu modifizieren. Bis anhin hat sich das im folgenden skizzierte Konstruktionssystem aber als günstigste Lösung bewährt.

Konstruktionssystem der Hochbauten

Die Stahlkonstruktion, die auf dem Rastermass von $7,20 \times 7,20$ m aufgebaut ist, besteht aus durchlaufenden Stahlstützen, aus Haupt- und Sekundärträgern, welche die Decken aus Profilblech im Verbund mit Ortbeton tragen. Die Konstruktionen werden durch Windverbände oder steife Kerne horizontal stabilisiert. Alle Elemente sind so konzipiert, dass sie rationell fabriziert und rasch montiert werden können. So lassen sich Träger und Verbände im Werk halbautomatisch herstellen, da sie nur abgelängt und gebohrt werden müssen. Einer aufwendigeren Bearbeitung bedürfen die Stützen, an welche, wie dies Bild 2 zeigt, konsolartige Auflager für die Hauptträger angeschweisst werden müssen. Montageschweißungen sind auf ein Minimum reduziert, alle übrigen Verbindungen sind geschraubt.

Europäische Stahlbaupreise 1976

Die *Europäische Konvention für Stahlbau*, deren Mitglieder die nationalen Stahlbauorganisationen sind (für die Schweiz: Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau, Zürich), verleiht jährlich die europäischen Stahlbaupreise für hervorragende Stahlbauten, die sich vor allem durch ihre Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Ästhetik auszeichnen.

Die Schweiz hat sich 1976 erstmals um diesen Preis beworben. Am 7. Oktober 1976 wurde die «Jumbo-Jet-Halle der Swissair in Kloten» an der jährlichen Plenarversammlung der Europäischen Konvention für Stahlbau in *Gleneagles* (Schottland) mit dem europäischen Stahlbaupreis ausgezeichnet (Bild 1). Architekten: *Casetti und Rohrer*, Zürich; Ingenieure: *Huber, Winiger, Kränzlin*, Zürich.

Die Entwicklung des Konstruktionssystems erfolgte in enger Koordination mit den Systemen der Typologie der Räume und ihrer Einrichtungen, der Fassaden und Innenwände sowie der Ver- und Entsorgung. Diese Untersuchungen zeigten, dass im Hinblick auf die Optimalisierung des gesamten Systems die *Rasterachsen* mit keinen Elementen der Konstruktion belegt werden dürfen. Alle Träger werden deshalb, wie dies in Bild 3 im Grundriss, in Bild 4 am Auflagerdetail der Hauptträger dargestellt ist, als *Zwillingsträger* ausgebildet. Zwischen ihnen bleibt ausreichend Zwischenraum, um die Innenwände, die auf den Rasterachsen stehen, anzuordnen und die vertikale Erschliessung der Labortische durchzuführen. Alle Randträger sind nur einfach ausgebildet und exzentrisch angeordnet. Dies ermöglicht, auch die Fassaden auf die Rasterachsen zu stellen und trotzdem die ganze Tragkonstruktion damit zu umschliessen. Da die verkleideten Stützen immer den gleichen Raum im Rasterkreuz einnehmen, ergeben sich wenige, sehr einfache Details der Innenwände und der Fassade – Voraussetzung rationeller und wirtschaftlicher Herstellung und Montage dieser Teilsysteme.

Die *Sekundärträger* sind, wie dies Bild 5 zeigt, in den Hauptträgern eingesattelt; zudem sind alle Profile in der Höhe gedrückt. Dies reduziert die Konstruktionshöhe der Decken auf 51 cm, womit im vorgesehenen Raume von 1,20 m zwischen Oberkante fertiger Decke und untergehängter Decke genügend Platz bleibt, um mit den horizontalen Installationen unterhalb der Tragkonstruktion zu fahren. Dadurch wird die Leitungsführung natürlich ausserordentlich vereinfacht, und es bleibt ein Maximum an Freiheit für alle Anpassungen und Änderungen des Installationssystems.

Natürlich wird mit all diesen Massnahmen, die zwar zur gesamthaften Wirtschaftlichkeit beitragen, die Konstruktion selber verteuert. Der Stahlbedarf von 96 kg/m^2 ist deshalb hoch. Die Einsparungen an den Innenwänden und Fassaden, in den Installationen usw. sind aber wesentlich grösser, als der in der Konstruktion resultierende Mehraufwand. Die *Feuersicherheit* der Konstruktion wird durch Feuermelder und Sprinkleranlagen gewährleistet. Da zudem ausreichend Fluchtmöglichkeiten vorhanden sind und Massnahmen getroffen werden können, um den Brandherd zu lokalisieren, kann auf die Feuerverkleidung der Stahlkonstruktion verzichtet werden.

Das Konstruktionssystem hat sich bei der Ausführung der ersten Bauten bewährt. Es wird laufend geprüft, dass es bei ändernder Marktsituation auch den wirtschaftlichen Anforderungen gerecht bleibt.

Verfasser: Mitglieder des EPFL-Pools d'Ingénieurs: *Frédéric Matter*, Ingénieur-conseil EPF/SIA/ASIC; *Jean-Pierre Marmier*, Ingénieur civil EPF/SIA, in Büro A. Hunziker und J.P. Marmier, Ingénieurs civils EPF/EPUL/SIA; *Anton Baumann*, dipl. Bauing. ETH, in Büro Minikus, Witta und Partner, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC.

DK 06.068

Das Projekt für dieses imposante Bauwerk ging aus einem Submissionswettbewerb hervor, bei dem die folgenden wichtigsten Bedingungen erfüllt werden mussten:

- Freie Spannweite zwischen den Stützen: 124 m
- Abstand zwischen Toren und Rückwand des Hangars: 124 m
- Freie Höhe unter den Kranbahnen und Torträgern: 26 m
- Maximale Höhe des Bauwerks: 40 m

Die erfolgreiche Lösung der Aufgabe war ein auf vier Stützen aufgelagertes Raumfachwerk. Diese 8,70 m hohe Dachkonstruktion von 5400 t wurde am Boden vollständig montiert und mittels eines spektakulären Montageverfahrens auf die vier Stützen gesetzt.