

Statische und konstruktive Probleme der Hochhäuser: Hochhäuser aus Beton

Autor(en): **Steinmann, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **92 (1974)**

Heft 2: **Hochhäuser**

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72219>

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.

Hochhäuser in Stahl

Referent: **Jean Roret**, Directeur (Compagnie Française d'Entreprises Métalliques), Paris

Der Referent bezeichnete sich als «stark engagiert im Kampf Stahl gegen Beton», und mit Humor unterhielt er die Versammlung über die Entwicklung und die Erfahrungen mit Hochhäusern in Frankreich. Die Hochhäuser – in Frankreich I.G.H. (Immeubles de Grande Hauteur) – sind umstrittene Bauten, und trotzdem besteht eine starke Nachfrage für die obersten Geschosse. Zu den Hochhäusern gehören nach französischer Gesetzgebung die über 50 m hohen Wohnhäuser sowie die Büro- und Geschäftshäuser, deren Höhe 28 m übersteigt.

Die Beweggründe, die «hoch» zu bauen nötigen, sind für alle Länder ähnlich: hohe Bodenpreise, Freihaltezonen, Massentransportmittel. Auch die mit dem Hochhausbau verbundenen Probleme sind dieselben (Menschenkonzentration, Ver- und Entsorgung, Heizung, Belüftung usw.).

Bei den Hochhäusern sind vertikale und horizontale Lasten aufzunehmen. Die vertikalen Lasten lassen sich durch einfache Tragsysteme übertragen. Die Tragsysteme für die Aufnahme der horizontalen Lasten können in drei «Generationen» betrachtet werden:

Die Hochhäuser der *ersten* Generation charakterisieren sich durch eine homogene Konstruktion mit scheiben- oder kreuzförmigen Windverbänden. Daraus entstehen Einspannungen in einer oder zwei Richtungen, womit die Systemstabilität gewährleistet wird. Beispiel: La Maison de la Radio in Paris.

Die *zweite* Generation umfasst die Hochhäuser mit Zentralkernen, die praktisch alle horizontalen Lasten aufnehmen und die Gesamtstabilität sicherstellen. Die äussere Tragstruktur nimmt nur vertikale Lasten auf, während die horizontalen Kräfte durch die Decken an den Kern übertragen werden. Häufig steht die Stahlstruktur direkt auf den Fundamenten. Aus den erwähnten Beispielen: die «Tour de Nobel», die «Faculté des Sciences», die 58stöckige «Tour Montparnasse» mit einem Gesamtgewicht der Tragkonstruktion von 7000 t, die «Tour CB 21» mit einem kreuzförmigen Kern und Grundriss, die «Tour Antares» mit der Besonderheit von zwei mit einem gemeinsamen Zentralkern verbundenen Türmen.

Der Schritt zur *dritten* Generation besteht darin, dass die Stabilität nicht nur durch den Kern allein gewährleistet ist, sondern auch durch die äussere, öfters auch in Beton erstellte Tragstruktur. Als Beispiel dazu kann u. a. das wegen seiner Form «Tour des Poissons» genannte Hochhaus erwähnt werden. Die Tendenz, die Stabilität an die Peripherie zu bringen, führt zu den Hochhäusern ohne Zentralkern, deren Strukturen sich wie Rohre, Zylinder oder Prismen verhalten. Die äussere Tragstruktur besteht aus Windverbänden beim Stahlbau, aus starren Scheiben beim Betonbau. Bei den «Superhochhäusern» werden die statischen Probleme wichtiger, und die Tragstruktur wird eher zum Gestaltungselement.

Diese Einteilung zeigt klar und logisch die Fortschritte in der Planung und im Bau von Hochhäusern, auch wenn sich einige Flachhaus-Tragsysteme nicht in diese Generationenfolge einordnen lassen.

Der Stahlbau bietet einige Vorteile wie Gewinn an Montagezeit, Gewicht, Fläche (bis 5%), Anzahl Stockwerke usw. Durch die Lösung technischer Details, wie z. B. rascher Anschluss der Stahlstruktur an den Betonkern, wird die Arbeit in der Höhe erleichtert und auf ein Minimum reduziert; demzufolge ergibt sich eine grössere Montagesicherheit.

Obwohl die Tragstruktur im allgemeinen nicht versagt, werden vorsorglich die Materialeigenschaften geprüft, die für die Brandsicherheit massgebend sind. Auch beim Beton muss

der Nachweis der Brandsicherheit erbracht werden, weil die Tendenz besteht, die Betonüberdeckung zu reduzieren (Einsparungen am Gewicht).

Als Blick in die Zukunft: Neue Tragstrukturen werden untersucht und neue Begriffe der Hochhäuser entwickelt. Mit Optimismus schloss der Vortragende aus seiner Sicht: «Infolge Verteuerung der Bauarbeitskosten arbeitet die Zeit zu Gunsten des Stahlbaues.» Fe.

Hochhäuser aus Beton

Referent: Prof. **G. Steinmann**, Genf

Mit Finesse und Geschick zeigte der Referent die Vorteile des Betons und seine hohe Anpassungsfähigkeit an praktisch alle Strukturen: linear, eben, flächenförmig usw. Die Geschichte beweist, dass vor dem Stahlbau die Bauten aus Stein hergestellt wurden. Der Beton mag kein «echtes» Baumaterial sein, ist jedoch nichts anderes als «umgearbeiteter Stein».

Der Sicherheitsfaktor S entsteht aus einem Lastfaktor S_1 und einem Materialfaktor S_2 ($S = S_1 S_2$). Die Hochhäuser sollen nicht nur durch gesetzliche Kriterien wie Höhe, Anzahl Geschosse usw. definiert sein; der Vortragende schlägt eine Definition nach der Bedeutung der horizontalen Lasten Wind und Erdbeben vor.

Durch Modellversuche im Windkanal (z. B. für das Gebäude des B.I.T. in Genf) wurde für die Windwirkung ihre Abhängigkeit vom Angriffswinkel und von der Form und Grösse der Fassaden untersucht. Örtliche Unterdrücke wurden bis 2,5 mal grössere gemessen, als in der Norm SIA 160 angegeben sind, doch stimmte die resultierende gesamte Windkraft gut überein.

Auch die Untersuchung der Erdbebenwirkung erfolgte durch Modellversuche. Die Verformungen stimmten für die erste Stosswelle mit der Theorie ziemlich gut überein. Die Wirkungen der Erdbebenkräfte sind mit den üblichen statischen Methoden schwer zu erfassen: Bei den Modellversuchen für das B.I.T.-Gebäude z. B. verlief die Kräfteverteilung in den Aussen- und Innenquerscheiben auf der Höhe des ersten Geschosses ganz anders als erwartet; sie stimmte jedoch für das oberste Geschoss besser mit der Berechnung überein.

Zur Aufnahme der horizontalen Lasten eignen sich verschiedene Tragsysteme:

- mehrstöckige vielfache Rahmensysteme (lineare Struktur)
- Scheiben- evtl. Dreieckssysteme (ebene Struktur)
- Systeme mit Kernen («gefaltete» Struktur).

Diese Systeme werden oft in Kombination verwendet. Viele Bauten aus dem Altertum schliessen sich an das erste System an. Die Kathedralen aus dem Mittelalter weisen eine elegante Lösung der Stabilitätsprobleme durch eine Kombination von Dreieckssystemen – die Bogenpfeiler – und von aussteifenden Türmen auf. Merkwürdig ist die Form der «gebündelten» Säulen: die Materialverteilung am Rand erzeugt eine grössere Trägheit, woraus eine höhere Steifigkeit resultiert. Die Kathedrale von Chartres ist ein ausgezeichnetes Beispiel, während die Kathedrale von Beauvais wegen ungenügender Aussteifungen mehrmals einstürzte.

Als Beispiel heutiger Zeit wurden erwähnt: das Hochhaus «Pirelli» in Mailand mit zentralen Scheiben als Aussteifungen, die kreuzförmigen, teilweise mit den Randstützen verbundenen Scheiben der «Tour de la Place Victoria» in Montreal, das B.I.T.-Gebäude, das wegen seiner Raumeinteilung besondere Windverbände aufweist (es ist auf einem 10 m hohen Säulengang abgestützt). Bei der «Tour du Lignon» – einem Wohnhochhaus in Genf – dienen die Tragwände auch als Aussteifungen; sie sind direkt auf Pfähle abgestellt.

Als *Quintessenz*: Bauen setzt sich aus Kunst, Wissen und Technik zusammen. Darum erfordert der Hochhausbau die Zusammenarbeit aller Fachleute. Die Materialien sind früh genug zu bestimmen, die Kräftwirkungen und die Sicherheiten frühzeitig festzulegen. Schon vom ersten Entwurf an muss die Ausführung miteinanderbezogen werden. Fe.

Hochhäuser aus Mauerwerk

Referent: E. Reinle, dipl. Ing. SIA (Zürcher Ziegeleien), Zürich

Bauen in Mauerwerk ist – im Gegensatz zu den babylonischen Träumen – den menschlichen Massen angepasst; es eignet sich vor allem für Wohnbauten von 10 bis 20 Geschossen. In seinem Beitrag für die Grundlagen von Backsteinmauerwerk der Norm SIA 113, Mauerwerke, unterscheidet Prof. Paul Haller (Zürich):

- Einsteinmauerwerk
- Verbandmauerwerk als mehrschichtige Konstruktion
- Zweischalenmauerwerk mit Innen- oder Aussenisolation (Tonplatten) und Verputz.

In statischer Hinsicht sind verschiedene Qualitäten erhältlich: normale Backsteine BN, hochwertige Backsteine BH und die Sonderqualität BS.

Was die Statik betrifft, hat sich die Berechnung und Bemessung nach Norm SIA 113 bewährt. Wegen zulässiger Druck- und Knickspannungen oder zulässiger Exzentrizität müssen manchmal die Wandstärken in den unteren Geschossen grösser sein als in den oberen. Die schweizerische Backsteinindustrie beauftragte seinerzeit die EMPA (Prof. P. Haller), die Grundlagen der Schubmessung infolge Wind- und Erdbebenlasten nach Norm SIA 160 festzustellen. In der Norm SIA 113 ergab sich eine praktisch anwendbare Formel für die zulässigen Spannungen.

Sehr gute bauphysikalische Eigenschaften zeichnen die Backsteine aus. Neben ihrer hohen Tragfähigkeit tragen die

Wärme- und Schallisolation, die Diffusions- oder «Atmungs»-Fähigkeit zu einem gesunden Wohnklima bei.

Ein weiterer Vorteil der Backsteine ist die leichte Verarbeitung. Witterungssichere Backsteinwände können vorgefertigt werden.

Aufgrund erweiterter Kenntnisse sind neuere Konstruktionsprinzipien entwickelt worden. So sind alle Wände tragend auszubilden und wenn möglich nach Modulzellen anzuordnen. Diese Zellenbauweise ist der Raumeinteilung angepasst. Gleitlager für die Aussenwände sind allenfalls vorzusehen; die Dehnungsfugen müssen gut überlegt sein; Sichtmauerwerke sind sorgfältig zu planen. Hinterlüftete Aussenwände können eine ausgezeichnete Konstruktion ergeben. Der Dachvorsprung ist als Schutz gegen die Witterung zu empfehlen und kann sich auch ästhetisch gut auswirken. Wichtig ist, die Details sorgfältig auszuführen, z. B. die Ecken, die Anschlüsse der Decken an die Aussenwände sowie die Verankerung der Wände mittels Bügeln in die Decken.

Interessante Beispiele findet man vor allem in den Regionen Basel und Zürich. In Basel: Erstes Hochhaus aus Verbandmauerwerk. Der Verputz wurde erst einmal nachgestrichen. 1963 ein 19stöckiges Wohnhaus aus Zweischalenmauerwerk, Aussenwände aus Sichtbacksteinen. In Zürich: ab 1958 viele Wohnhäuser, Alters- und Krankenhäuser, Überbauungen (Zentrum Regensdorf) aus Einstein-, Verband- oder Zweischalenmauerwerk; Aussenwände aus Sichtbackstein, mit Verputz oder mit besonderer Verkleidung (Prelamplatten).

Schliesslich sind noch die grossformatigen Modulbacksteine vorzustellen. Sie sollen die Normalbacksteine ablösen. Daraus wurden schon 9stöckige Häuser gebaut. Weitere Versuche (EMPA und Sursee) sollten die Grundlagen zur Revision der Norm SIA 113 abgeben. In der Höhe entsprechen 3 Modulbacksteine etwa 4 Normalbacksteinen, ihre Länge ist um 1/5 grösser. Mörtel ist nur über der Stossnute nötig. Die Wärmeisolation kann durch Versetzen der Isoliersteine verbessert werden. Die Modulbacksteine ermöglichen modular zu bauen; die lichte rohe Bauhöhe ist normiert. Modulbacksteine erlauben das Bauen zu rationalisieren. Fe.

Architektonische und betriebliche Probleme der Hochhäuser

Sitzungsleiter: Hans Bremi, dipl. Arch., Winterthur

Die Referate zu diesem Thema hatte die Fachgruppe für Architektur vorbereitend betreut. Zugleich als Präsident der FGA dankte Sitzungsleiter Hans Bremi offiziell dafür, dass sich die Fachgruppe der SIA-Architekten diesmal an der traditionellen Herbsttagung der Bauingenieure beteiligen konnte. Zum andern aber – so der Berichtstatter – darf aus dem Erfolg eben dieser gemeinsamen Tagung geschlossen werden, dass auch die Ingenieure des Brücken- und Hochbaues an einer stets enger werdenden Schulterfühlung mit den Architektenkollegen das Ihre zu gewinnen vermögen und dies im Sinne jener Gegenseitigkeit, wie sie einstmals bestanden hat. Hierzu Architekt Bremi:

Die Wünschbarkeit eines engen Zusammenspiels innerhalb der technischen Wissensgebiete ist dem SIA schon seit seiner Gründung vor rund hundert Jahren bewusst gewesen. Allein mit der zunehmenden Verbreiterung und gleichzeitigen Spezialisierung technischen Forschens, Erkennens und Wissens entfremdeten sich die baulichen Fachrichtungen ungewollt. Seit nicht allzulanger Zeit folgt nun dieser Entfremdung eine Phase der Re-Integration. Sie hängt zusammen mit einer höheren Wertung organisatorischer Belange, mit der Erkenntnis auch, dass es dem Spezialisten nur im Blickfeld und im Verständnis des Ganzen gegeben ist, seine Grenzen zu ziehen und Probleme im eigenen Zuständigkeitsbereich opti-

mal zu lösen. Das Thema «Hochhäuser» lässt deutlich erkennen – so Architekt Bremi – dass schon im frühesten Projektstadium ein *Zusammenwirken* der Bauingenieure, Architekten und Haustechniker heute unumgänglich ist, mehr noch: sogar den Entscheid «Hochhaus ja oder nein» massgeblich beeinflussen kann. Was aber für ein spezialisiertes Bauwerk als *Conditio sine qua non* zu gelten hat, müsste nun auch dazu führen – so ist zu hoffen – dass das frühzeitige Zusammenwirken der baubeteiligten Fachleute sich *im gesamten Bauwesen* einspielen wird.

Gewiss ergibt sich in der Praxis bei mancher Aufgabe nicht erst seit heute eine vorbildliche Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur. Dennoch will (und muss) sich die Fachgruppe für Architektur für diese überaus wichtige Koordinationsaufgabe einsetzen. «Die Pflege der Beziehungen zu verwandten Institutionen» – einer ihrer Gründungszwecke – deutet dieses Bestreben der FGA bereits an. Im vorstehenden Zusammenhang verstanden, dürften sich daraus konzisere Weiterungen ergeben. An dieser Stelle sei die Empfehlung ihres Präsidenten H. Bremi angelegentlich wiederholt, die Tätigkeit der Fachgruppe für Architektur durch den Beitritt und die kollegiale Mitarbeit (auch von Ingenieuren als «zugewandten Orten») kollegial zu unterstützen.

G. R.