Himmelhoch konstruieren : die Entwicklung der Bautechnik für Wolkenkratzer

Autor(en): **Grube, Oswald W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Werk, Bauen + Wohnen**

Band (Jahr): **74 (1987)**

Heft 9: **Chicago**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-56252

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Oswald W. Grube

Himmelhoch konstruieren

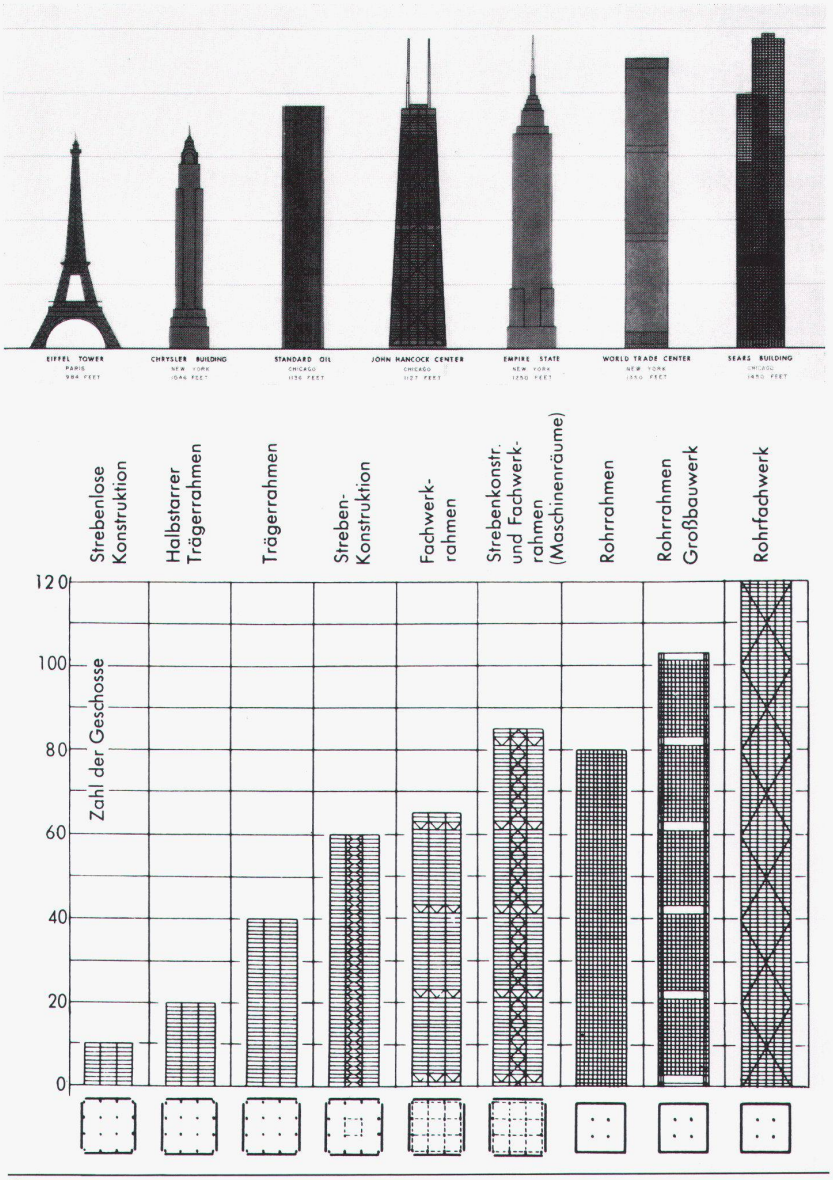
Die Entwicklung der Bautechnik für Wolkenkratzer
Wirtschaftlich sind sie nicht: Schon ab dem 10. Geschoss werden konventionelle Konstruktionen zu teuer, beanspruchen viel Raum, so dass das Verhältnis der Nutzfläche zu den Baukosten – je höher man baut – immer ungünstiger wird. Dennoch lassen sich seit rund hundert Jahren kapitalkräftige Bauherren dazu verführen, sich mit solch unübersehbaren Wahrzeichen in der Stadt zu verewigen. Den Ingenieuren und Architekten stellt sich bis heute das Problem, die Unwirtschaftlichkeit dieses Bautyps mit der List der Technik in Grenzen zu halten. Ein Thema, das in Chicago Architekturgeschichte geschrieben hat.

Le développement de la technique de construction pour gratte-ciel
Ils ne sont pas économiques: dès le 10ème étage, les constructions deviennent trop coûteuses, occupent beaucoup d'espace, de sorte que le rapport surface utile/coût de construction devient toujours plus défavorable avec la hauteur. Pourtant, depuis environ une centaine d'annés, des promoteurs nantis cèdent toujours à la tentation de peupler la ville de tels symboles voyants. Jusqu'à maintenant, les ingénieurs et les architectes sont confrontés au problème qui consiste à limiter le coût de ce type de construction grâce aux artifices techniques. Un thème qui appartient à l'histoire de l'architecture à Chicago.

The Development of the Skyscraper-Building Technique
They are far from economical: above the 10th floor the construction of a skyscraper becomes uneconomical, the relationship between utility space and building costs is becoming more unfavourable the higher you build. In spite of this, wealthy building contractors are seduced into making themselves known by such eminently visible monuments. Engineers and architects are therefore facing the as yet unsolvable problem of keeping the unproductiveness of this specific type of building within bounds through technical means. A topic that has greatly influenced the Chicago history of architecture.

Die *Wirtschaftlichkeit konstruktiver Systeme* hängt von den bekannten Faktoren – Verhältnis Höhe zu Breite und Windkräften – bei Hochhäusern mit Leichtfassaden wesentlich von der horizontalen Verformung des ganzen Gebäudes ab. Dieser Faktor ist sowohl wegen der möglichen Schäden an Ausbauelementen als auch wegen psychologischer Rücksichten bei der Bemessung ausschlaggebend. Man führte den Begriff des «sway-factor» ein, der als das Verhältnis der maximalen Horizontalverformung an der Spitze eines Gebäudes zu seiner Gesamthöhe definiert wurde und nach heutigem Erfahrungsstand ca. 1:600 betragen kann. Skelettbauten ohne besondere Windverbände sind allein nach diesem Gesichtspunkt nur bis zu ca. zehn Stockwerken wirtschaftlich sinnvoll. Eine Analyse der Horizontalkräfte, die die Verformung herbeiführen, ergibt, dass ca. 90% durch die «Verschiebung des Rahmens» («wracking») hervorgerufen sind; ein Effekt, der in den USA als «shear sway» bezeichnet wird. Die restlichen 10% entfallen auf die Neigung zum Umkippen des ganzen Gebäudes. Bei konventioneller Bauweise muss der «shear sway» durch eine entsprechende Verstärkung der Querschnitte von Stützen und Trägern aufgenommen werden; die Bemessung auf Eigen- und Nutzlast – also lediglich Vertikallast – gibt die untere Grenze der Proportionierung an. Ausschlaggebend sind somit die Horizontalkräfte, und hier setzen auch die Versuche an, zu wirtschaftlichen Lösungen für grosse Bauhöhen zu gelangen. Wirtschaftlichkeitsberechnungen bei Stahlbauten ergaben, dass auch hier das traditionelle Rahmensystem ab ca. 20 Geschossen Höhe zu unwirtschaftlichen Dimensionierungen führt.

Bei üblichen Bausystemen nehmen ab etwa dem 10. Geschoss die zusätzlichen Kosten für die grössere Höhe aufgrund der Windlasten gegenüber einem hypothetischen «Idealbau» unter einer Glaskuppel rapide zu. Solange nur die Skelettbauweise zur Verfügung stand, wurden daher Bauhöhen von ca. 30 Geschossen in Chicago relativ selten überschritten und man trachtete grosse Bautiefen zu erhalten. Auf diesem Bestreben beruhten die grossen Baublocks und engen Schluchten der amerikanischen Städte – erst in den 50er Jahren begannen höhere Bauten mit freien Plätzen das Stadtbild aufzulockern. Ausserdem besteht zunehmend der Wunsch, die nur 12stündige Belebung der Geschäftsviertel und die immer grösseren Pendlerdistanzen durch Verdichtungen mit Wohnnutzungen abzubauen; damit entsteht der Zwang zu noch intensiverer Ausnutzung des kostbaren Baugrundes und zu hohen Bauwerken mit Mischnutzungen wie dem Hancock Center. Dr. Khan versucht sogar Bauwerke mit noch grösserer Höhe wirtschaftlich zu konstruieren. Einen Weg dahin stellt die Anknüpfung an Ideen dar, die Myron Goldsmith in seiner Abschlussarbeit am IIT schon 1948 entwickelt hatte. Er schlug für ein *86geschossiges Hochhaus* eine Stahlbeton-Primärstruktur, ein «Haupttragwerk» aus 8 Stützen und 6 Trägern mit Deckenplatten im Abstand von 15 Geschosshöhen, vor, das zuerst errichtet werden sollte. In die entstandenen Zwischenräume können anschliessend Sekundärstrukturen verschiedener Art eingefügt werden. Die Stärke der Aussteifungsträger ist im oberen Bereich des Gebäudes geringer, an den Verbindungen mit den Stützen werden grosse Vouten notwendig. Goldsmith schlug bei diesem Bau vor, 7 Zwischenstockwerke auf der darunterliegenden Fläche des Haupttragwerkes aufzusetzen und weitere 7 von der darüberliegenden Fläche abzuhängen; zwischen den aufgesetzten und den abgehängten Geschossen hätte sich eine stützenfreie Ebene ergeben. Vorteile dieses Bausystems liegen in den geringen Dimensionen der Sekundärstrukturen, die denen konventioneller siebengeschossiger Bauten entsprechen, und den stützenfreien Zwischenebenen. Ausserdem verringert sich die Zahl der Fundamente, und die Gleichartigkeit der Sekundärstrukturen



❶

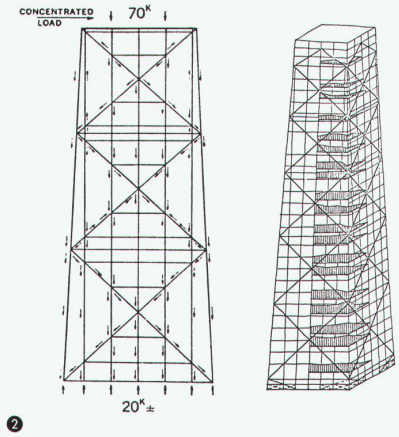
lässt die Anwendung vorgefertigter Bauelemente zu. Die Fläche für Vertikalverkehrselemente nimmt von ca. 48% der Gesamtfläche im unteren Bereich auf 18% in den Obergeschossen ab.

Goldsmith wies damals darauf hin, dass durch die steigende Zahl von Aufzügen die Höhe eines derartigen Bauwerkes wegen der schliesslich vollständigen Ausfüllung der unteren Geschosse mit Vertikalelementen begrenzt sei. Inzwischen hat die Einführung von Aufzugsanlagen mit «Sky Lobbies» – durchgehenden Expressaufzügen und Umsteigegeschossen als Verteilerebenen zu «Local-Aufzügen», die in bestimmten Höhenbereichen in jedem Geschoss halten – neue Möglichkeiten geschaffen.

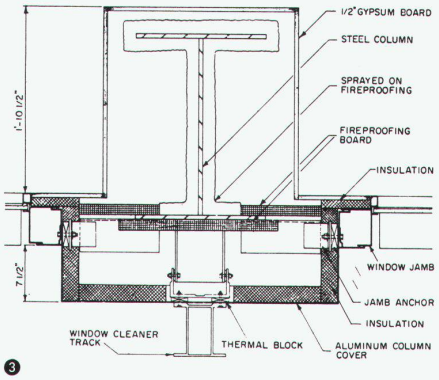
Bereits in dieser frühen Arbeit erwähnte Goldsmith als Ausblick die Möglichkeit, einen Hochbau dieser Dimensionen in Stahlbauweise mit tragenden Aussenwänden mit Diagonalen und ohne Innenstützen zu konstruieren, eine geniale Vorwegnahme der beim John Hancock Building schliesslich erstmals ausgeführten Lösung.

1963 griff das Büro Pace Ass. die Idee Goldsmiths bei einem über 50geschossigen *Projekt für einen runden Apartmentturm* am Wolf Point gegenüber dem Merchandise Mart an der Verzweigung des Chicago River auf. 1300 Apartments sollten in einem Stahlzylinder von ca. 235 m Höhe untergebracht werden, dessen unverkleidetes Skelett – in Brükkenbauweise hergestellt – aus zwei Kränzen von je 7 Stützen und 5 Trägerringen gebildet werden sollte. Der Aussendurchmesser sollte ca. 80 m, der Innendurchmesser ca. 38 m betragen. Zwischen die Träger sollte die Sekundärstruktur mit je 16 Geschossen zurückgesetzt eingefügt werden. Im Innern des Zylinders sollte ein Lichthof liegen, von dem aus die Apartments über verglaste Galerien – in der Art von Laubengängen – erschlossen werden sollten. Es ist sehr zu bedauern, dass dieser bemerkenswerte Vorschlag, der 1963 bis zur Ausführungsreife projektiert worden war, nicht zur Ausführung kam – hier hätte die Grundidee der etwas späteren Marina City Towers in wesentlich sinnvollerer und konsequenterer Form verwirklicht werden können.

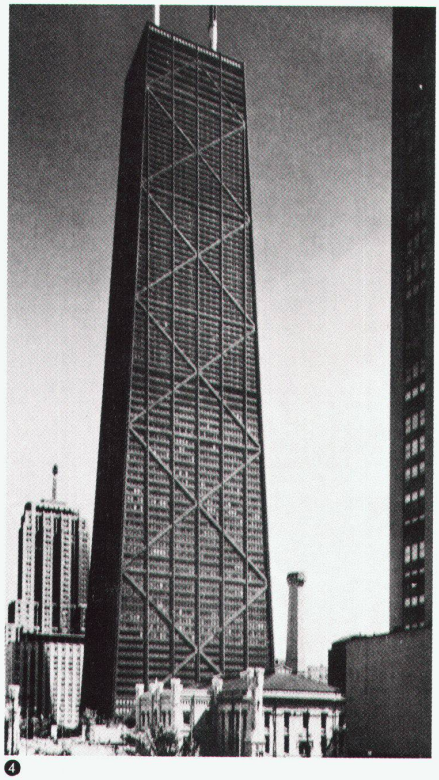
❶ Übersicht typischer Konstruktionssysteme / Vue d'ensemble sur les systèmes de construction typiques / Survey of typical building systems



2



3

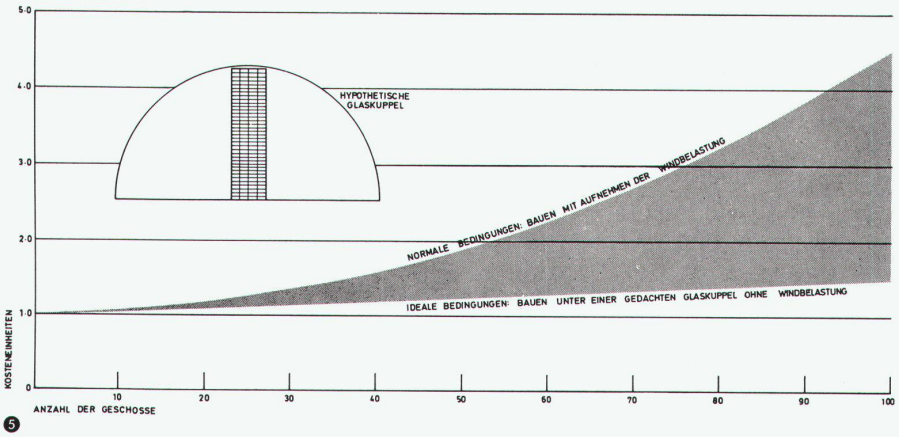


4

Beim John Hancock Building wurde die tragende Aussenwand durch Innenstützen zur Aufnahme von Vertikallasten ergänzt. *Dr. Khan* schlägt heute *Strukturen* vor, bei denen diese Stützen durch Gitterträger, die die Rohrhaut zusätzlich verbinden und aussteifen, von der Höhe mehrerer Geschosse in Abständen von ca. 20 Geschossen ersetzt werden. Auf diese könnten Geschossgruppen abgestützt oder auch von diesen abgehängt werden. Bei Nutzungswechsel passen sich die Stützenabstände jeweils den optimalen Ansprüchen an: z.B. 6 m bei Apartments, 12 m bei Büros und Läden, 18 m in den Parkebenen oder ganz stützenfreie Zwischengeschosse. Auch die Geschosshöhen und die Fassadenausbildung könnten sich im Rahmen der von den Primärstrukturen gesetzten Grenzen anpassen. Bei Bauwerken dieser Art mit 120 bis 130 Geschossen würde sich durch die hohen Vertikallasten, die alle in die tragende Aussenhaut eingeführt würden, ein günstiges Aussteifungspotential ergeben. Wenn die Gitterträger, in deren Bereich ja eine Reihe von Sondernutzungen möglich sind, über mehrere Geschosse reichen, ergeben sich durch das günstige Verhältnis von Höhe zu Spannweiten hier auch keine unwirtschaftlichen konstruktiven Aufwendungen.

Unter der Anleitung von Alfred T. Swenson, der bei der Public Buildings Commission in Chicago die Bauforschungsabteilung leitet, entstand 1972 am IIT ein *Projekt für einen 150 Geschosse hohen Turm in Stahlkonstruktion.* Swenson schlug vor, 50 dieser Türme im Abstand von ca. 7 km an Schnellstrassen und Schnellbahnkorridoren – wie sie der Comprehensive Plan of Chicago 1967 vorschlug – anzuordnen. Jeder dieser ca. 500 m hohen Bauten würde in 80 Geschossen ca. 288000 m² Bürofläche, je Geschoss ca. 3700 m² Fläche, enthalten und würde den darin Beschäftigten in 47 weiteren Geschossen ausserdem Wohnungen bieten. Daneben wurden 18 Geschosse mit technischen Anlagen und 5 Geschosse für Restaurants, Läden etc. vorgesehen. Ein gigantisches Stahlraumfachwerk ersetzt hier die Rahmenkonstruktion der Arbeit von Goldsmith und nimmt sämtliche Vertikallasten und 65% aller konstruktiven Bauelemente auf, um die Aussteifungsfunktion wirtschaftlich optimal zu erfüllen. Die Stahlrohre schwanken zwischen Durchmessern von ca. 2,10 m mit Wandstärken von 10 cm in den unteren und Durchmessern von ca. 1,20 m mit Wandstärken von 3 cm in den oberen Geschossen; der Stahlverbrauch ist, im Vergleich zu bisherigen Konstruktionen, ausserordentlich wirtschaftlich.

In den 8 von doppelgeschosshohen Gitterträgern als Aussteifungselementen gebildeten Geschossgruppen können je 16 Bürogeschosse oder je 20 Wohngeschosse untergebracht worden. Im Bereich der doppelgeschossigen Gitterträger liegen die technischen Anlagen; die Zwischenbereiche sind in der Art des Projekts von Goldsmith – jedoch mit einem leichteren Stahlskelettsystem – konstruiert. In mittlerer Höhe ergibt sich wieder ein stützenfreies Geschoss für Sondernutzungen.



5

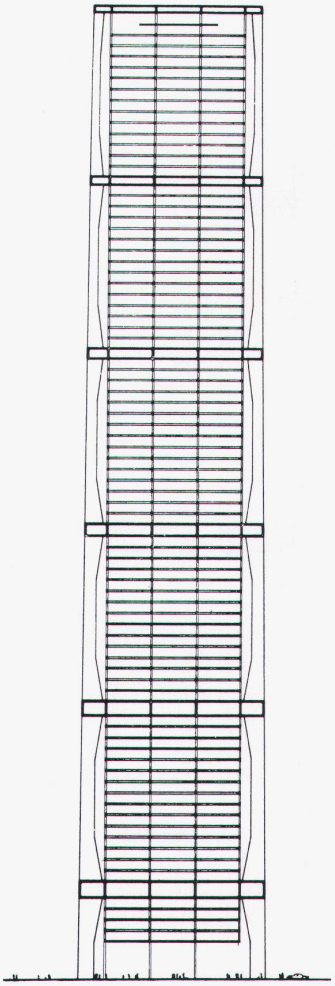
Die Rohre des Raumfachwerks der Primärstruktur sind unverkleidet und von Kühlwasser durchflossen, das den Feuerschutz durch Zirkulation im Brandfall herstellt. Die stützenfreien Zwischengeschosse nehmen die Dehnungen zwischen der gedämmten Sekundärstruktur und der aussenliegenden Primärstruktur auf; das Aufzugssystem folgt dem Sky-Lobby-Prinzip. Für dieses Projekt wurde eine glatte Aussenhaut als Curtain Wall aus Sonnenschutzglas vorgesehen, in der sich das davorliegende Stahlskelett spiegeln soll, um so die Ablesbarkeit der Struktur zu steigern.

Als Ausdruck einer räumlichen Stahlfachwerkstruktur – bei der die Tragstruktur bewusst den Massstab setzt, hinter dem die Ausfachung nahezu verschwindet – ist dieser Vorschlag in seiner Konsequenz von zukunftweisender Bedeutung und stellt eine sehr durchdachte Weiterentwicklung der Ideen Myron Goldsmiths dar. In der Diaphanie der Aussenhaut ist ausserdem eine wesentlich klarere Aussage gelungen als etwa beim John Hancock Center.

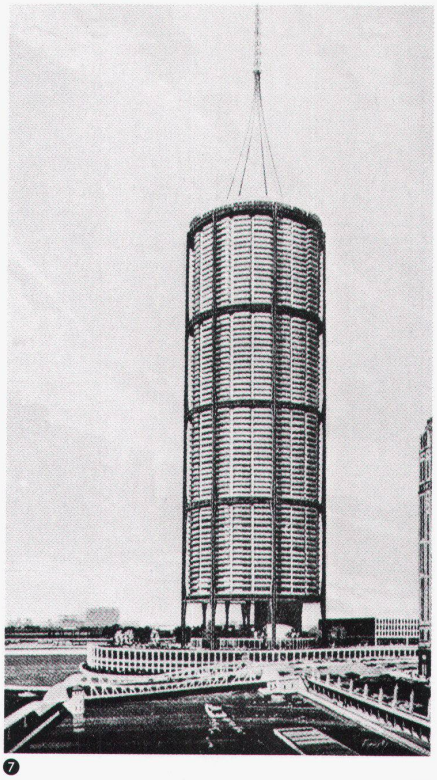
Khan sieht im Stahlbau das Potential, schliesslich einen quadratischen Turm zu konstruieren, bei dem sämtliche Vertikallasten von vier Eckstützen grosser Dimension – den Gebäudekernen – aufgenommen werden und der durch ein mehrgeschossiges Fachwerknetz in Höhenabständen von 20 Stockwerken ausgesteift wird. Verschiedenen Nutzungsarten entsprechend könnte auch hier das Stützraster in den jeweiligen Höhenabschnitten unterschiedlich sein.

Derartige Lösungen sind der hohen Belastbarkeit des Materials Stahl angepasst. Bei den Stahlbetonbauten, die in Rohrbauweise ausgeführt wurden, traten in den Stützen zunehmend hohe Biegekräfte auf, die der Höhenentwicklung Grenzen setzten. Dieses Problem könnte entsprechend dem John Hancock Center durch Diagonalen gelöst werden, und ein Vorschlag dieser Art wurde erstmals 1970 am IIT von dem australischen Architekten R. C. Hodgkison unter der Leitung Myron Goldsmiths und Dr. Khans sehr genau durchkonstruiert.

Um die unzumutbare Verdichtung auf Fussgängerniveau in den amerikanischen Geschäftszentren zu vermeiden und die Gebäudeaussenseiten für die Belichtung freizuhalten, wurde die Gruppierung einiger sehr hoher Bauwerke um Plätze vorgeschlagen, die unmittelbar von U-Bahnen angefahren werden. Hodgkison untersuchte die üblichen Konstruktionssysteme im Hinblick auf die «Prämie für die Höhe». Er ermittelte für jedes System die maximale Höhe, ab der ein unwirtschaftlicher Zuschlag für jedes zusätzliche Geschoss in die Konstruktion eingebracht werden muss, und wies die Richtigkeit von Goldsmiths Annahme nach, dass jedem System eine optimale Dimension innewohnt, ausserhalb deren es nicht ohne sinnlosen Aufwand verändert werden kann. Stahlbeton-Rahmenkonstruktionen sind demnach bis zu 10 Geschossen ohne Aussteifungswände, bis zu 20–30 Geschossen je nach Geschosshöhe mit Aussteifungswänden sinnvoll. Darüber liegen Betonrohrkonstruktionen oder Doppelrohrkonstruktionen, mit denen aber bei dem 52geschossigen Bürohaus One Shell Plaza in Houston (Texas) auch die maximale Höhenentwicklung erreicht wurde. Die Arbeit von K. Menon mit 92 Apartmentgeschossen hält Hodgkison wegen der massiven Querwände bei Bürobauten nicht für anwendbar. Während im Stahlbau das John Hancock Building durch die Einführung von Diagonalen den spezifischen Stahlverbrauch für ein 35geschossiges Gebäude auf einen 100geschossigen Turm übertrug und sehr hohe Stahlkonstruktionen mit dem minimalen Verhältnis von 8:1 von Höhe zur geringsten Sei-



6



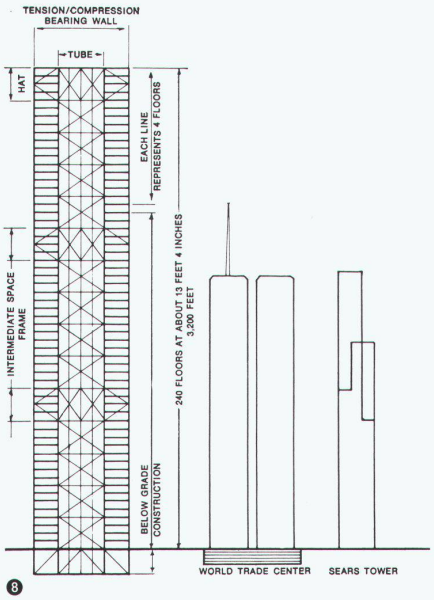
7

2–4
Kraftfluss in der Rohrhülle des John-Hancock-Centers, Detailplan / Ecoulement des forces dans l'enveloppe tubulaire du John Hancock Center, plan de détail / Power flux within the tube jointing sleeve of the Hancock Center, detail plan

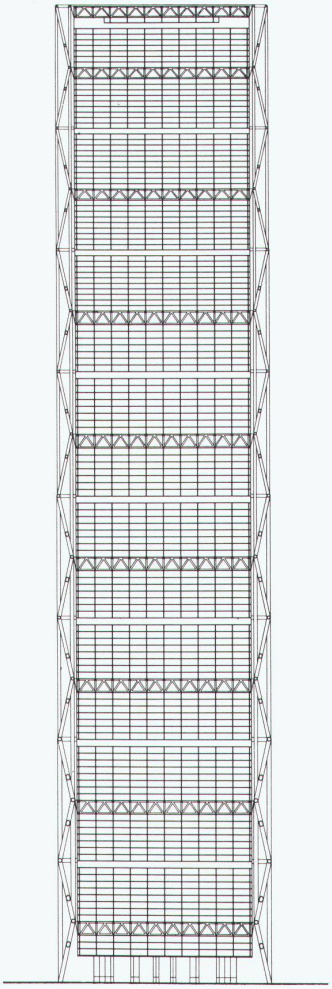
5
Mehrkosten für grosse Höhen bei konventionellen Bausystemen / Plus-value pour grandes hauteurs en systèmes de construction traditionnels / Overruns for greater heights using conventional building systems

6 7
Varianten für einen 50geschossigen Wohnturm, Goldsmith, 1963 / Projet de tour d'habitat de 50 étages / Project of a 50 stories high residential tower

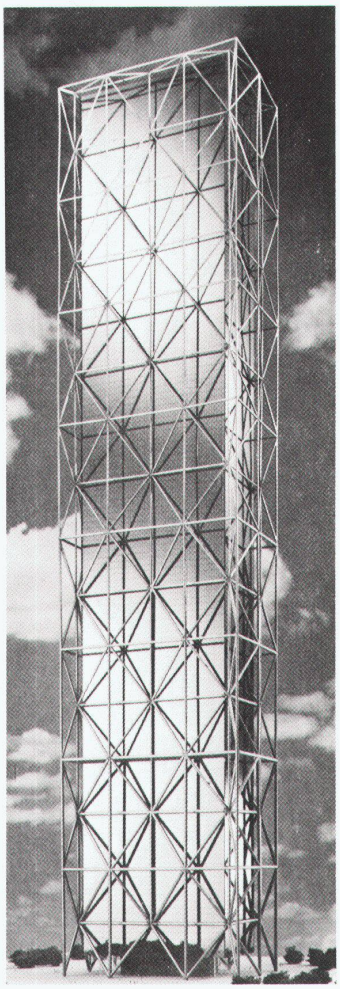
Abbildungen aus: 100 Jahre Architektur Chicago, Ausstellungskatalog, 1973 / Illustrations tirées de: 100 ans d'architecture à Chicago, catalogue d'exposition, 1973 / Pictures in: 100 Years of Chicago Architecture, exhibition catalogue, 1973



8



9



10

tenlänge technisch möglich sind, liegt nun die Aufgabe in der Entwicklung vergleichbar wirtschaftlicher Stahlbetonkonstruktionen. Nach einer Reihe von Vorstudien entwickelte Hodgkison einen *116geschossigen, 435 m hohen quadratischen Turm* mit 66 m Seitenlänge als stehenden Kragarm, bei dem sich ein Verhältnis von 6,5 von Höhe zu Bautiefe ergibt; dies entspricht dem auch in New York beim World Trade Center bei 405 m Höhe und 63 m Bautiefe in Stahlbauweise erreichten Verhältnis.

Neben dem Eingangsgeschoss wurden von Hodgkison 108 Bürogeschosse, 6 Technikgeschosse im Bereich der horizontalen Zugstreben und ein Restaurant im obersten Geschoss vorgesehen. Der ideale Winkel für die Diagonalverstrebung der Rohraussenhaut ist 45%, und die Diagonale sollte durch den Schnittpunkt von Stütze und Brüstungsträger verlaufen. Andererseits musste als übliches Masssystem in amerikanischen Bürobauten ein Grundmodul von 1,40 m bzw. 2,80 m als Achse der Aussenwand bei einer Geschosshöhe von 3,60 m und einer Raumlichte von 2,70 m zugrunde gelegt werden, so dass sich daraus ein etwas steilerer Winkel ergab. 5 Höhenabschnitte von je 23 Geschossen werden von diesen Diagonalen gebildet und dadurch geschosshohe Zugstreben abgegrenzt. Das schwierigste Problem war die Integration der Diagonalen in das Modulsystem der Rohrhaut; hier fand Hodgkison schliesslich die logische, dem Material angemessene und wirtschaftliche Lösung, die von der Diagonale durchstossenen Modulfelder jeweils ganz zu schliessen. Die Dimensionen der Stützen und Diagonalen nehmen, dem Höhenabschnitt folgend, nach oben zu erheblich ab, so dass der Kraftfluss in der Struktur auch bei diesem Bau mit punktierter Rohrhülle klar ablesbar ist; durch den Wechsel in grossen Abschnitten von 23 Geschossen wird eine wirtschaftliche Fertigung der Stützenformen und Fenster in grossen Stückzahlen trotzdem möglich. Die Stützenbewehrung ist auch innerhalb der Geschossgruppen in gleichbleibenden Schalformen der nach oben abnehmenden Belastung entsprechend variiert.

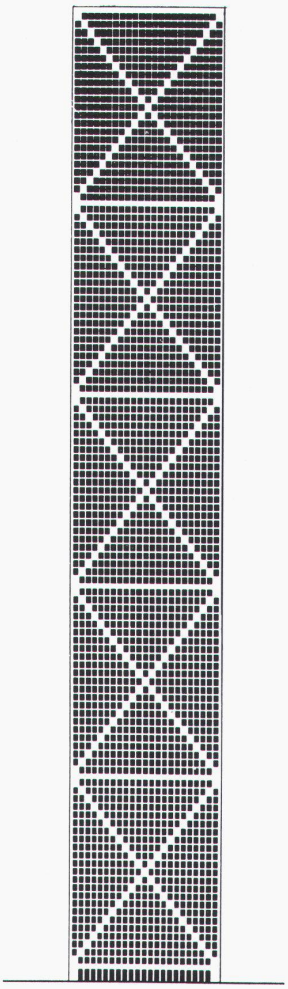
Hinter den horizontalen Zugstreben entstehen höhere Geschosse, die für die technischen Einrichtungen notwendig sind, aber ebenfalls für die Sky Lobbies, die «Umsteighallen» des Fahrstuhlsystems, genutzt werden; auch im obersten Geschoss kann im Restaurant-Bereich eine Zwischendecke fortfallen. Um die toten Lasten soweit als möglich zu reduzieren, wurde Leichtbeton für die Deckenplatten und Rippen vorgesehen; für die Rohrhaut und Rohrkonstruktion des Kernes soll Beton üblicher Tragfähigkeit zur Anwendung kommen. Die Gebäudehöhe erfordert 119 Aufzüge, davon 22 Expressaufzüge, 97 örtliche Aufzüge und 6 Lastenaufzüge. In jeder Höhenzone laufen 17–18 Lokalaufzüge mit einem Fassungsvermögen von 22 Personen. Es soll möglich sein, in weniger als 2 Minuten jedes beliebige Geschoss von der Eingangshalle aus zu erreichen.

Die Horizontalkanäle der Klimaanlage werden durch standardisierte Öffnungen in allen Deckenrippen, die eine Spannweite von 14 m haben, geführt. Insgesamt ergibt sich bei diesem Bau eine erstaunliche Wirtschaftlichkeit: bei einer Geschossfläche von ca. 521 000 m² ergab

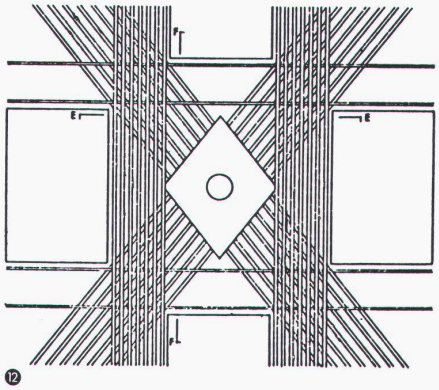
8–10
Projekt für einen 150geschossigen Turm aus Stahl, Alfred T. Swenson / Tour de 150 étages en acier, projet d'Alfred T. Swenson / A 150 stories high tower of steel; project by Alfred T. Swenson

11–13
Projekt für einen 116geschossigen Turm aus Stahl, Hodgkison / Projet de tour de 116 étages en acier de Hodgkison / A 116 stories high tower of steel; project by Hodgkison

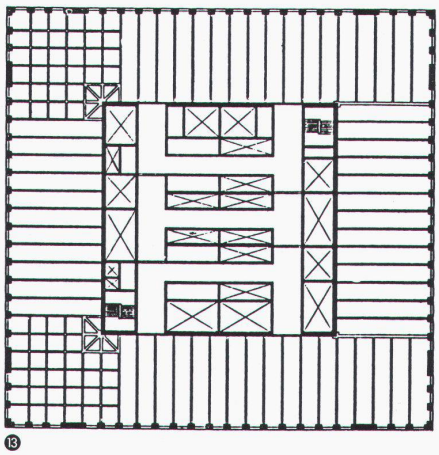
14
Verbesserungsvorschlag von F. Kahn: Hohlzylinder aus Stahl / Proposition d'amélioration de F. Kahn: cylindres creux en acier / Proposed improvements by F. Kahn: hollow steel cylinder



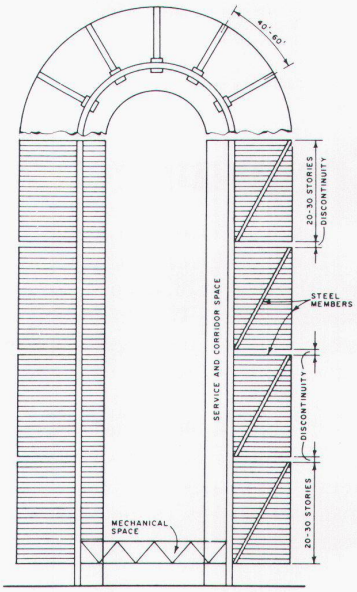
11



12



13



14

sich nach dem US-Kostenindex von 1968 ein Preis von ca. $ 6.00 per sq.ft. gegenüber $ 7.00 beim John Hancock Building und $ 14.00 beim World Trade Center – ein Beweis, dass auch eine Stahlbetonkonstruktion bei der Wahl eines der Höhe entsprechenden Systems keine Zusatzkosten für die grosse Höhe erfordert und ein hervorragender struktureller Ausdruck erreicht werden kann. Ein Grund für die Wirtschaftlichkeit ist darin zu suchen, dass sich bei Stahlbetonkonstruktionen im Gegensatz zu Stahlkonstruktionen nicht das Problem des Feuerschutzes stellt.

Die Diagonalen haben natürlich den Verlust von je zwei Fenstern an den Gebäudelängsseiten zur Folge – andererseits würde eine Doppelrohrkonstruktion ohne Diagonalen zum Ausschwingen von mehr als 1,20 m oder mehr als ein Dreihundertstel der Höhe führen. Zudem werden durch die Diagonalen die Dimensionen der Vertikalstützen reduziert, die nicht mehr auf Biegung beansprucht werden. Die Kernelemente können nach oben zu schrittweise reduziert werden, wodurch sich stützenfreie Zonen von 14 bis 18 m Tiefe und eine sehr grosse Flexibilität ergeben, ausserdem wird ein grosser Teil der Vertikalkräfte auf die Aussenwände konzentriert, um die Stabilität der Rohrhaut zu stärken.

In dem vorgeschlagenen Hochhaus können ca. 25000 Bürokräfte tätig sein; die Folgen dieser Konzentration auf den Massenverkehr, das Parken etc. müssen sorgfältig untersucht werden. Hodgkison wählte als möglichen Standort der Studie das Illinois-Central-Gelände, für das jetzt eine sehr dichte Anordnung von Bauten wesentlich geringerer Höhe vorgesehen ist. Er schlug dort neben 3 Bürobauten 4 Y-förmige 100geschossige Apartmenttürme von ca. 265 m Höhe für insgesamt nochmals ca. 25000 Personen sowie eine Reihe von öffentlichen Einrichtungen in sehr lockerer, durchsonnter Bebauung vor.

Eine Schwierigkeit ergibt sich bei sehr hohen Bauwerken aufgrund des Wunsches nach natürlicher Belichtung grosser Aussenzonen, der besonders bei Apartmentbauten zwingend zur Einhaltung gewisser Gebäudetiefen führt; damit besteht aber wegen des minimal erforderlichen Verhältnisses von Höhe zu geringster Seitenlänge eine Höhenlimitierung. Gerade bei Wohnbauten darf nämlich der «sway-factor» ein gewisses Mass nicht überschreiten. Dr. Khan schlägt vor, diese Begrenzung in der Höhe durch eine geeignete Strukturierung der Grundrissformen zu überwinden und die Aussenwände insgesamt als paralleles Faltwerk auszubilden.

Vor einem *Hohlzylinder aus Stahlbeton* mit ca. 60 m Durchmesser liegt ein Ring von ca. 15 m tiefen Büro- oder Apartmentflächen, der auf radialen Kragwänden, die über 20 Geschosse durchlaufen können, aufliegt. Die auskragende Sekundärstruktur – auch im Innern des Rohres ist sie möglich – könnte auch aus einer Stahlkonstruktion oder Fertigteilen aus Stahlbeton bestehen, die nachträglich mit dem in Gleitschalung hergestellten Stahlbetonrohr biegesteif verbunden werden müssten. Es wird faszinierend sein, zu beobachten, wie sich derartige Überlegungen in den von Wirtschaftlichkeit und städtebaulichen Gegebenheiten gesetzten Grenzen realisieren lassen und zu einer Veränderung der Stadtstruktur führen können. *O. W. G.*

Der Beitrag ist eine redigierte Fassung einer umfassenderen Studie zur «Entwicklung neuer Baustrukturen für sehr hohe Bauwerke», die in vollem Umfang im Ausstellungskatalog «100 Jahre Chicago» (Mitherausgeber: O.W. Grube) publiziert wurde.