

# Hochhäuser ohne Innenstützen mit und ohne Kern

Autor(en): **Khan, Fuzlur R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **8 (1968)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-8709>

## **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.

## **IIIb**

### **Hochhäuser ohne Innenstützen mit und ohne Kern**

FAZLUR R. KHAN

Dr., Associate Partner, Skidmore, Owings & Merrill, Chicago, Illinois

#### **Einleitung**

Die Errichtung vielgeschossiger Bauten unter Verzicht auf die bis dahin üblichen tragenden Wände aus Mauerwerk wurde erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts, nach Versuchen mit Gußeisen, durch die Einführung von Stahl ermöglicht. In den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts erhielt der Stahlbau weiteren Auftrieb durch die von der Chicago School vervollkommnete Rahmenbauweise, die seitdem bei nahezu sämtlichen Hochhäusern anzutreffen war. In den letzten 50 Jahren wurden zwar Anschlüsse und Abmessungen des biegesteifen Rahmens wesentlich vervollkommenet, doch hielt man die Rahmenbauweise als solche offenbar für den im Hochhausbau einzig gangbaren Weg. Das höchste Bauwerk dieser Art ist das Empire State Building mit 102 Geschossen; die größte Spannweite weist mit  $87' = 26,5$  m das Chicago Civic Centre auf.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war die Aufnahme der Last aus Wind bei der Auslegung und Berechnung eines Rahmens ausschlaggebend. Die Seitensteifigkeit wurde allerdings sowohl durch die herkömmlichen, massiven Zwischenwände wie auch durch Außenwände in Mauerwerk oder Naturstein beträchtlich erhöht. So konnte die Mehrzahl derartiger Bauten unter Vernachlässigung von Seitenausschlägen lediglich nach Festigkeitsgesichtspunkten berechnet werden. Nach dem Zweiten Weltkrieg brachten neue Baustoffe einen grundsätzlichen Wandel mit sich, der dem Architekten neue Wege für die Ausbildung nichttragender Bauteile, wie Außen- und Zwischenwände, eröffnete. An die Stelle massiver Zwischenwände traten leicht versetzbare Unterteilungen aus Metall und Glas, während die Außenmauern bei Stahlbauten durch Leicht-

metallverkleidungen ersetzt wurden und bei Betonbauten ganz fortfielen, so daß sich freiliegende Bauteile ergaben. Die effektive Steifigkeit des Gesamtbauwerks unterscheidet sich mithin kaum mehr von der rechnerischen Steifigkeit des Rahmens selbst. Dadurch erhielt die Seitensteifigkeit bei der Auslegung von Mehrgeschoßrahmen ausschlaggebende Bedeutung.

In statischer Hinsicht unterscheiden sich Mehrgeschoßrahmen von ein- oder zweistöckigen Rahmen dadurch, daß die Horizontalkräfte für die Bemessung der Hauptglieder eines Mehrgeschoßrahmens von erheblichem Einfluß sind, während dies bei Ein- oder Zweigeschoßrahmen nur selten der Fall ist. Den Idealfall bildet daher ein statisches System, bei dem für sämtliche Bauglieder lediglich Vertikalkräfte, nicht aber Horizontalkräfte maßgeblich sind. Wird beispielsweise für einen mehrgeschossigen Dreifeldrahmen durchschnittlicher Spannweite lediglich mit Vertikallasten gerechnet, also mit Last aus Eigengewicht plus Verkehrslast, so läßt sich der Stahlverbrauch je Quadratmeter Nutzfläche in Abhängigkeit von der Bauhöhe beziehungsweise der Geschoßzahl in Form einer Kurve darstellen. Wird für denselben Rahmen zusätzlich die Last aus Wind einbezogen, so ergibt sich eine neue Kurve. Trägt man beide Kurven im gleichen Maßstab auf, siehe Abb. 1, so zeigt sich sofort mit aller Deutlichkeit, daß bei jedem Bauwerk der mit Vergrößerung der Bauhöhe auftretende Mehraufwand an Materialkosten sehr stark durchschlägt und unter Umständen die Ausführbarkeit überhaupt in Frage stellen kann.

Es kann daher nicht überraschen, daß in jüngster Zeit völlig neue statische Systeme für Hochhäuser entwickelt wurden, und zwar mit dem alleinigen Ziel einer Umgehung des mit zunehmender Bauhöhe wachsenden Kostenanstiegs. Anhand einfacher theoretischer Überlegungen läßt sich folgender Nachweis führen: Die beste Werkstoffausnutzung für eine gegebene Stützenszahl, und zwar sowohl hinsichtlich der normalen wie der Gestaltfestigkeit, ergibt sich, wenn die Außenstützen in geeigneter Weise so zusammengefaßt werden, daß sie als biegesteifer, am Fuß eingespannter Kastenträger wirken. Sämtliche in letzter Zeit bekanntgewordenen neuen Systeme erzielen nun tatsächlich eine derartige Wirkungsweise vollkommen oder doch zum Teil.

Grundsätzlich sind derartige Kasten- oder Hohlkörpersysteme dadurch gekennzeichnet, daß die Außenstützen einen Hohlkörper bilden, in dessen Innerem sich ein Kern befindet, der seinerseits aus Stützen mit biegesteif oder einfach angeschlossenen Riegeln besteht. Die Deckenträger laufen von der Außenwandung bis zum Kern. Letzterer enthält Hilfs- und Nebeneinrichtungen, wie Aufzüge, Treppen und anderes mehr. Abb. 2 zeigt eine typische Grundrißaufteilung. Die Deckenträger nehmen bei derartiger Anordnung keine Horizontalkräfte auf und können daher in allen Geschossen verhältnismäßig niedrig gehalten werden. Aus demselben Grunde ist auch eine Vergrößerung der Spannweite zwischen Außenwandung und Kern möglich.

Im elastischen Verhalten von Beton- und Stahlbauten treten zwar grundsätzliche Unterschiede nicht auf, solange beide nach demselben statischen

System ausgelegt sind. Der vorliegende Bericht beschränkt sich jedoch ausschließlich auf Stahlbauten und geht auf Betonbauten nur insoweit ein, als dies an einigen Stellen notwendig oder zweckdienlich erscheint.

### Hohlkörperrahmen

Die Wirkungsweise des biegesteifen Kastens oder Hohlkörpers ist bei nicht abgetreppten Gebäuden sehr einfach zu erreichen; man braucht lediglich die Außenstützen sehr eng zu stellen und auf jedem Geschoß hochstegige Deckenrandträger einzuziehen. Die üblicherweise rechteckigen Fensteröffnungen können zwanglos beibehalten werden; die Fenster selbst sind häufig unmittelbar zwischen den eng gestellten Stützen angebracht. Die Erstaufführung dieses Grundgedankens bildeten die DeWitt-Hochhäuser in Chicago, die 1961 von Skidmore, Owings & Merrill mit einer Bauhöhe von 43 Geschossen errichtet wurden. Der Stützenabstand beträgt einheitlich  $5' 6'' = 1676 \text{ mm}$ . Die gesamte Last aus Wind wird ausschließlich von den Außenstützen aufgenommen. Es handelt sich allerdings in diesem Falle um einen Betonbau. Inzwischen hat dasselbe Unternehmen ein weiteres Gebäude, ebenfalls in Beton, entworfen (500 North Michigan, Chicago). In der Planung befindet sich eine ganze Reihe von Hochhäusern, die sämtlich diesem Grundgedanken entsprechen, darunter als bedeutendstes Bauwerk der 110geschossige Doppelturm für das World Trade Centre in New York.

Als Bezeichnung könnte man für die erläuterte Bauweise mit enggestellten Stützen und biegesteifen Deckenrandträgern den Ausdruck «Hohlkörperrahmen» vorschlagen. Das besondere Kennzeichen dieser Bauweise besteht zwar in der kasten- oder hüllenförmigen Anordnung der Stützen, doch zeigt sich bei näherer Untersuchung, daß ein solches System in seiner Gesamtwirkung größere Ähnlichkeit mit dem biegesteifen Rahmen besitzt als mit dem echten Kragträger. Unter dem Angriff von Horizontalkräften ergeben sich zwei klar zu unterscheidende Wirkungsweisen: Das Bauwerk als Ganzes wirkt zunächst als Hohlkörper, wobei in sämtlichen Außenstützen lediglich Druck- und Zugspannungen sowie Durchbiegungen wie bei einem echten Kragträger auftreten. Sodann aber wirken die beiden parallel zur Windrichtung liegenden Flächen als biegesteife Einzelrahmen, bei denen unter der Gesamlast aus Wind auf jedem Geschoß Auslenkungen wie bei jedem anderen Rahmen auftreten.

Auch die Hohlkörperwirkung mit reinen Zug/Druckspannungen in den Stützen kommt nicht voll zum Tragen. Wegen der Biegsamkeit der Deckenrandträger treten unumgänglich zusätzliche Schubverformungen auf. Dadurch werden die effektiven Spannungen in den Eckstützen vergrößert, in den übrigen Stützen verringert (siehe Abb. 4). Es zeigt sich somit, daß die Vorteile dieser Bauweise nur mit außerordentlichen steifen Deckenrandträgern zu verwirklichen sind (zur Herabsetzung der Schubverformungen). Ferner sollten die

Stützen in den senkrechten Ebenen der Außenflächen angeordnet werden (zur Verringerung der Auslenkung). Tatsächlich ergeben sich beim Hohlkörperrahmen beträchtlich größere Lotabweichungen als bei einem vergleichbaren vollwandigen Rohr. Darüber hinaus können bei größerer Bauhöhe die Biegespannungen der in den zur Windrichtung parallelen Flächen liegenden Stützen für die Bemessung entscheidend werden.

Der «Hohlkörperrahmen» bietet dem Architekten als wesentlichsten Vorteil die Möglichkeit, die Fenster in herkömmlicher Weise anzuordnen. Die Anzahl der Geschosse erfährt aus wirtschaftlichen oder ästhetischen Rücksichten kaum eine Beschränkung. Grenzen für ein wirtschaftliches Bauen lassen sich allenfalls mit nachstehenden Überlegungen abstecken.

1. Mit der Anzahl der Außenstützen wächst unweigerlich auch die Zahl der Anschlüsse. Wenn von den Gesamtkosten ein wesentlicher Anteil auf Löhne entfällt, so ist wirtschaftliches Bauen nur bei weitgehender Vorfertigung möglich.

2. Vermehrung der Außenstützen ist im Stahlbau gleichbedeutend mit höheren Kosten für Verkleidungen und Feuerschutz. Die sonstigen Vorteile dieser Bauweise werden dadurch unter Umständen aufgehoben. Eine Verminderung dieser Kosten setzt genormte Abmessungen für vorgefertigte, mehrfeldige Verkleidungen voraus.

3. Der Deckenverzug unter Schub (Abb. 4) kann zu Schwierigkeiten bei Zwischenwänden und Fenstern führen.

4. Der Biegeausschlag der Stützen (Rahmenwirkung) kann Werte annehmen, die bis zu 200% über denen echter Kragträger liegen. Das erfordert wegen des Arbeitens der Zwischenwände besondere Maßnahmen, die sich in entsprechenden Kostensteigerungen niederschlagen.

### **Fachwerkhohlkörper**

Die Hohlkörperwirkung läßt sich auch in anderer Form erreichen, nämlich durch Verzicht auf Vertikalstützen überhaupt und deren Ersatz durch Diagonalstäbe (Abb. 5). Bei stetiger Auslegung, also ohne Absätze, stellt der «Fachwerkhohlkörper» eine für die Ausnutzung der Hohlkörperwirkung sehr geeignete Bauweise dar. Der Einfluß der Schubspannungen und des Deckenverzuges ist gleich Null, oder doch völlig unbedeutend; das Kippmoment aus Wind wird von sämtlichen Bauteilen aufgenommen. Für den Architekten ergeben sich allerdings einige Schwierigkeiten. Daß diese Bauweise dennoch gute Zukunftsaussichten besitzt, beweist das 13geschossige IBM-Gebäude in Pittsburgh.

Den großen theoretischen Vorteilen stehen für Entwurf und Ausführung drei nicht unwesentliche Nachteile gegenüber:

1. Bei kleinen Feldweiten ergeben sich für die Diagonalstäbe nur kleine Querschnitte. Damit wird die Werkstoffausnutzung geringer.

2. Die Außenwandungen erfordern wesentlich mehr Anschlüsse als bei der

üblichen Bauweise. Dadurch werden Fertigung und Montage unter Umständen teurer.

3. Wegen der unvermeidbaren Maßabweichungen können beim Bau außerordentlich hohe Nebenspannungen auftreten, die ein Nacharbeiten auf der Baustelle erforderlich machen. Auch größere Temperaturschwankungen können beim Bau beträchtliche örtliche Spannungen hervorrufen.

### Fachwerkhohlkörper mit Stützen

Einige Nachteile des «Hohlkörperrahmens» und des «Fachwerkhohlkörpers» lassen sich dadurch beseitigen, daß Stützen, Deckenrandträger und Diagonalstäbe in der für die Hohlkörperwirkung bestgeeigneten Form aufeinander abgestimmt werden. Bei Außenstützen mit normaler Teilung von etwa 6–18 m ist ein Zusammenwirken als Hohlkörper sehr einfach durch großfeldige Diagonalverbände unter etwa  $45^\circ$  herbeizuführen. Die für normale Deckenlasten ausgelegten Randträger sind dabei auch für die Kraftverteilung zwischen Stützen und Diagonalstäben ausreichend, mit Ausnahme solcher Felder, in denen die Diagonalen aus zwei Vertikalebene in Eckknoten einlaufen. In den durch vier derartige Eckknoten festgelegten waagrechten Ebenen müssen die Deckenrandträger als starke Zugbänder ausgebildet werden, einmal zur Aufnahme der in solchen Ebenen wirkenden Horizontalkräfte, dann aber auch, um die Diagonalstäbe in ihrer Wirkung sowohl als Schrägstützen wie als Hauptlastverteilungsstäbe zu verstärken. Als vorzügliches Beispiel der im Vorstehenden erläuternden Bauweise kann das John Hancock Centre mit 100 Geschossen gelten (Abb. 6).

Einer der Hauptvorteile dieser Bauweise ist darin zu sehen, daß die Diagonalstäbe eine gleichmäßige Verteilung der Vertikallasten auf die Stützen bewirken. Infolgedessen können sämtliche Stützen auf gleicher Kote dieselben Abmessungen erhalten, trotz unterschiedlicher Größe der wirksamen Deckenlast. Für die Fertigung bedeutet das eine Normung der Stützen und ihrer Einzelteile. Weiterhin werden die Diagonalstäbe als Schrägstützen nur in seltenen Fällen auf Zug beansprucht, selbst bei sehr großer Last aus Wind. Infolgedessen besteht hinsichtlich der Stoßausbildung kaum ein Unterschied zwischen Stützen und Diagonalstäben; dadurch ergibt sich eine weitere Verbilligung.

In Abb. 7 sind die Ergebnisse der statischen Berechnung für das John Hancock Centre graphisch dargestellt. Daraus ist der außerordentlich geringe Einfluß der Schubspannungen beim Fachwerkhohlkörper mit Stützen zu ersehen. Der Aufwand für Diagonalstäbe, Deckenrandträger und Hauptzugbänder mit ihren verhältnismäßig großen Abmessungen bildet allerdings einen hohen Anteil der Gesamtkosten. Bei näherer Untersuchung zeigt sich, daß eine Verstärkung der Diagonalen oder der Zugbänder über ein bestimmtes Maß hinaus keine weiteren wirtschaftlichen Vorteile mit sich bringt. In die Ansätze zur

Ermittlung optimaler Verhältnisse für diese Bauteile geht eine Vielzahl von Veränderlichen ein. Aus diesem Grunde dürften für die zukünftige Gestaltung ähnlicher Bauten noch Forschungen in erheblichem Umfang unumgänglich sein.

### Stöße und Anschlüsse

Im Stahlbau, insbesondere bei Hochhäusern, spielt die Ausbildung der Anschlüsse und Knotenpunkte bei der Ermittlung der Gesamtkosten eine wesentliche Rolle. Die Ausführungsform hat zwar bei der statischen Berechnung nur geringen Einfluß, um so größer ist dieser jedoch bei den Fertigungs- und Montagekosten. Deshalb ist für biegesteife Hohlkörper, bei denen sämtliche Horizontalkräfte von Außenstützen, Deckenrandträgern und Diagonalen aufgenommen werden, das Hauptaugenmerk auf gute, leicht montierbare Anschlüsse zu richten.

Baustellenschweißnähte verteuern in Ländern wie den USA die Montage wegen der längeren Bauzeit; sie sollten daher auf das unumgängliche Ausmaß beschränkt werden. Hohlkörperrahmen, deren Wirkungsweise nur bei biegesteifen Anschlüssen voll zum Tragen kommt, lassen sich kaum ohne geschweißte Anschlüsse herstellen, doch können deren Kosten beträchtlich gesenkt werden durch eine Ausbildung, bei der die Schweißarbeiten nahezu völlig in der Werkstatt ausführbar sind, während für die Baustelle im wesentlichen nur Schraubverbindungen übrig bleiben. Die Konstruktion sollte die Vorfertigung und den Vorzusammenbau ganzer Wandabschnitte ermöglichen, die auf der Baustelle lediglich mit HV-Schrauben untereinander verbunden werden (siehe schematische Darstellung Abb. 8).

Bei Fachwerkhohlkörpern mit Stützen und Diagonalen, wie im John Hancock Centre, spielen biegesteife Anschlüsse der Hauptstäbe untereinander keine maßgebliche Rolle. Gegenüber dem Hohlkörperrahmen ist außerdem die Anzahl der Hauptknoten verhältnismäßig gering. Knoten mit großen Abmessungen treten zum Beispiel im John Hancock Centre nur nach etwa je 20 Geschossen auf.

Umgelegt auf die Gesamtnutzfläche ist daher der Kostenanteil auch komplizierter Knotenpunkte in diesem Fall verhältnismäßig gering. Dennoch sollten Schweißarbeiten, soweit irgend zugänglich, auf die Werkstattfertigung beschränkt und der Baustelle nur Schraubverbindungen vorbehalten bleiben. Beim John Hancock Centre ließ sich dies an sämtlichen wesentlichen Stellen durchführen. Die vorgefertigten Teile wurden in der Werkstatt mit voll durchgeschweißten Nähten zusammengeschweißt, die Nähte selbst mit Ultraschallgerät 100% geprüft. Danach wurde der komplette Knoten spannungsfreigelegt. Die einlaufenden Diagonalen wurden auf der Baustelle verschraubt (siehe schematische Darstellung Abb. 9).

Bei Anschlüssen mit Knotenblechen, wie in Abb. 9, erfordert die Bemessung

der Stützen, Diagonalen und Zugbänder große Sorgfalt, weil sich sonst an den Schnittpunkten Schwierigkeiten ergeben. Sind Stützen, Diagonalen und Zugbänder als Kastenträger ausgelegt, so nehmen die Anschlüsse unter Umständen sehr viel Raum in Anspruch; das führt zu einer beträchtlichen Steigerung der Gesamtkosten. Deshalb erhielten sämtliche Außenstützen, Diagonalen und Zugbänder beim John Hancock Centre H-förmige (Breitflansch-)Querschnitte derart, daß die Gurte sämtlicher Hauptstäbe in derselben Ebene liegen (siehe Abb. 10).

### **Einfluß der Temperaturschwankungen**

Bei allen Bauten mit Innenkern ist bei Ausbildung der Fensterwände und Stützenverkleidungen die Temperaturdifferenz zwischen Außenstützen und Innenkern in Rechnung zu setzen. Zwar brauchen nicht sämtliche Außenflächen der Stützen usw. verkleidet zu werden, doch ist dafür Sorge zu tragen, daß der Unterschied in den Wärmedehnungen von Außenwand und Kern einen zulässigen Größtwert nicht überschreitet. Dieser Größtwert liegt nach den Erfahrungen des Verfassers für die architektonische Ausbildung von Zwischenwänden, Türen usw. bei etwa 18–20 mm. Die Einhaltung dieser Grenze erfordert unter Umständen eine Isolierung der Außenwand. Die nichtverkleidete Oberfläche kann zwar bei beheizten Außenstützen wesentlich größer bleiben, doch läuft nach Ansicht des Verfassers eine künstliche Beheizung der Außenstützen auf eine für Betriebsstörungen recht anfällige technische Spielerei hinaus. Man sollte daher für die Einhaltung bestimmter Temperaturen auf besondere Kühl- und Heizanlagen nach Möglichkeit verzichten.

### **Berechnen? — Begreifen!**

Durch den Einsatz von Elektronenrechnern wurden der Bautechnik in jüngster Zeit nahezu unbegrenzte Möglichkeiten für die Durchrechnung auch äußerst komplizierter statischer Systeme eröffnet. Durch vielseitig verwendbare Rechenprogramme, bekannt unter Bezeichnungen wie «Stress» und «Fran», wurden statische Berechnungen bereits zur reinen Routinearbeit. Für die endgültige Auslegung eines Bauwerks werden daher vereinfachte Ansätze und Rechenverfahren nicht mehr als ausreichend angesehen. Während in der Vergangenheit der Ingenieur seinen Stolz auf die Durchrechnung komplizierter statischer Systeme setzte, fällt ihm jetzt als wesentliche Aufgabe zu, aus einem tieferen Verständnis der Zusammenhänge völlig neue Systeme herzuleiten; deren Durchrechnung ist dann eine Sache der Elektronik. Forschungsarbeiten sollten daher nicht die rechnerische Erfassung derartiger Systeme zum Gegenstand haben, als vielmehr die Aufdeckung von Kenngrößen für ein tiefergehendes Verständnis. Ausgewogene Urteile über neu vorgeschlagene Systeme für Bauten jeder



Art sind nur dann möglich, wenn der Einfluß einer Vielzahl von Veränderlichen klar verstanden wird.

Für die drei weiter oben erläuterten Bauweisen des biegesteifen Hohlkörpers sind noch jeweils die nachstehenden, ganz speziellen Aufgaben vordringlich zu lösen:

### **Arbeiten über Hohlkörperrahmen**

1. Aufstellen von Beziehungen über die Wechselwirkung zwischen Stütze und Deckenrandträger zwecks rascher Gewinnung von Vorentwürfen.
2. Erarbeiten dimensionsloser Kenngrößen für die unter Last auftretenden Schubspannungen.
3. Erarbeiten dimensionsloser Kenngrößen für die vertikale Lastverteilung auf sämtliche Stützen jeder Außenfront.
4. Entwicklung unterschiedlicher Fertigungs- und Montageverfahren und Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Fertigungs- und Montagekosten. Von besonderem Interesse wäre ein Vergleich der Fertigungskosten in verschiedenen Ländern.

### **Arbeiten über Fachwerkhohlkörper**

1. Bei Fachwerkhohlkörpern ergeben sich unumgänglich Unstetigkeiten in der Auflagerung (am Fuß). Vordringlich wären daher Arbeiten zur Gewinnung einfacher Kenngrößen über die Einleitung der Lasten aus Eigengewicht und aus Wind in die Auflager.
2. Kostenvergleich verschiedener Knoten- und Anschlußformen sowie von Deckenbauweisen.
3. Einfluß von Temperaturschwankungen und montagebedingten Maßabweichungen der Außenwand auf die Spannungen in den Diagonalstäben.

### **Arbeiten über Fachwerkhohlkörper mit Stützen und Diagonalen**

1. Erarbeiten dimensionsloser Kenngrößen für die Wechselwirkung von Stützen, Diagonalstäben, Deckenrandträgern und Hauptzugbändern zur Festlegung von Schemen für die Lastverteilung.
2. Erarbeiten dimensionsloser Kenngrößen für die Beziehung zwischen Einzelstäben und der effektiven Hohlkörperwirkung des Gesamtsystems.
3. Aufstellen einfacher Kurven zur Bestimmung der durch Fundamentsetzungen auftretenden neuen Stützenlasten.

### **Berichte über Bauvorhaben**

Wegen der verstärkten Bautätigkeit dürfte die Erwartung nicht fehlgehen, daß eine ganze Reihe von Gebäuden, die nach einem der obigen Systeme ausgelegt sind, zurzeit im Bau befindlich oder bereits fertiggestellt ist. Die Vorlage von Berichten über nähere Einzelheiten der Fertigung und Montage, die zum Gelingen des jeweiligen Bauvorhabens beigesteuert haben, wäre sehr zu wünschen. Vorgelegt werden sollten insbesondere Kurzberichte über Entwurf und Berechnung sämtlicher derartiger Bauvorhaben.

### **Wechselwirkung zwischen Kern und Hohlkörper**

Biegesteife Hohlkörper bedürfen zwar im allgemeinen keiner zusätzlichen Versteifung durch den Innenkern. Manche Fälle erfordern jedoch Biegesteifigkeit auch für den Innenkern, um den Deckenverzug unter horizontaler Last in zulässigen Grenzen zu halten. Eine Untersuchung derartiger Wechselwirkungen unter besonderer Berücksichtigung auch der Zwischenwände, dürfte für die Tagungsteilnehmer von Interesse sein.

### **Zusammenfassung**

Es wird anhand von Beispielen ein Überblick über den Stand der Technik für biegesteife Hohlkörper gegeben, wie sie in jüngster Zeit entwickelt wurden. Vor- und Nachteile der beschriebenen Bauweise werden erörtert.

Da für Elektronenrechner vielseitige Programme zur Verfügung stehen, wird darauf hingewiesen, daß der Erarbeitung von Rechenverfahren nicht mehr die frühere Bedeutung zukommt. Wichtig sind vor allem Arbeiten, die das Verständnis für die Gesamtwirkung der beschriebenen Bauweisen vertiefen und rasche Vorentwürfe gestatten.

Der Bericht enthält eine Liste von Forschungsaufgaben für biegesteife Hohlkörper. Es wird die Erwartung ausgesprochen, daß einschlägige Arbeiten zur Vorlage auf dem 8. Kongreß in New York eingereicht werden.