

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

**Band:** 6 (1960)

**Artikel:** Generalbericht

**Autor:** Winter, George

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-7040>

### **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:** 22.02.2026

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

## Generalbericht

Die Verschiedenheit der Beiträge zum Thema der Stahlskelettbauweise ist ein direkter Widerschein der Verschiedenheit der bautechnischen Bedürfnisse und Kenntnisse, die für ein befriedigendes Bauwerk dieses Typs kombiniert werden müssen. Bei dieser Vielfalt umfaßt der statische Entwurf nur einen beschränkten Bereich. Es ist nur natürlich, daß mindestens einige der anderen Bereiche in diese Diskussion eingreifen, wie z. B. die funktionellen und wirtschaftlichen (im Gegensatz zu den statischen) Aspekte von Wand-, Boden- und Dachkonstruktionen, die Auswirkung von Montagemethoden auf die Wirtschaftlichkeit des Bauwerkes, das Problem der Feuerverhütung und anderes mehr.

### I. Statischer Entwurf

Im Generalreferat des «Vorberichtes» wurde in einigen Punkten betont, daß das Problem der Rahmeninstabilität (seitliches Ausknicken) immer wichtiger wird. Dies ergibt sich aus zwei gleichzeitig auftretenden Tendenzen. Einerseits führt die Verminderung des Eigengewichts, die sich aus modernen Wand- und Bodenkonstruktionen ergibt, wie auch die verbesserten Verfahren in Entwurf, Berechnung und Konstruktion zu bedeutend leichteren Stahlskeletten, als solche, wie sie zum Beispiel in den dreißiger Jahren erstellt wurden. Dadurch, daß die Stützen so viel schlanker werden, spielen Knickerscheinungen eine immer entscheidendere Rolle. Es läßt sich voraussehen, daß diese Tendenz noch durch die Verwendung von Stählen höherer Festigkeit für normale Konstruktionen eine Beschleunigung erfahren wird. Diese Entwicklung hat jetzt eben in den USA begonnen mit der vor kurzem erfolgten Einführung von verschiedenen Baustählen mit einem beachtlichen Festigkeitsbereich. Andererseits tragen die heutigen leichten Vorhang- und Trennwände wenig oder gar nichts für die seitliche Stabilität eines Bauwerkes bei, im Gegensatz zu der viel höheren Steifigkeit der älteren, schwereren Wandtypen. Eindeutig ergibt sich aus dieser gleichzeitigen Entwicklung zu schlankeren Stützen und verminderter Wandversteifung ein starkes Hervortreten des Problems der seitlichen Steifigkeit.

Der Diskussionsbeitrag von Prof. GOLDBERG behandelt ebenso diesen Gegenstand, dessen Wichtigkeit veranschaulicht wird durch folgende Aussage in dieser Abhandlung: «Berechnungen für die seitliche Knickform an einigen vor kurzem entworfenen Gebäuderahmen zeigen, daß die Knicklänge bis zu drei Stockwerken hoch sein kann. Dies weicht weit ab von der 1-Stockwerk-Annahme, die bis anhin eine bequeme und scheinbar berechtigte Entwurfsgrundlage war.» Diese Angabe stimmt voll überein mit derjenigen von W. MERCHANT und A. H. SALEM im «Vorbericht», die auch im Generalreferat Ein-

gang gefunden hat. Es ist dies eine klare Warnung, daß die üblichen Methoden der Stützenberechnung, die die Möglichkeit einer seitlichen Bewegung vernachlässigten, durch verfeinerte und der Wirklichkeit besser angepaßte Berechnungsmethoden ersetzt werden müssen, wenn nicht eindeutig gefährliche Situationen entstehen sollen.

In seinem Beitrag behandelt Prof. GOLDBERG Tragsysteme, die gegen seitliches Ausknicken nicht durch die eigene Rahmensteifigkeit, sondern durch schubfeste Wände, Fachwerkverbände oder andere besondere senkrechte Verbände gesichert sind. Es werden einige Methoden erläutert zur Berechnung der minimalen Steifigkeit, damit ein solches Versteifungssystem das seitliche Ausknicken verhindert. Wenn die Gefahr der seitlichen Instabilität gebannt ist, bleibt nur diejenige Knickform, bei welcher die beiden Enden jeder Stütze sich nicht gegenseitig verschieben; diese Knickform ergibt aber viel höhere kritische Lasten als das seitliche Ausweichen.

Bei der Betrachtung der Bedeutung des Beitrags von J. E. GOLDBERG für die Entwurfspraxis sind noch zwei Bemerkungen anzubringen, die beide von einer kürzlich erschienenen Publikation des Verfassers über ähnliche Probleme der seitlichen Aussteifung ausgehen [1]<sup>1</sup>). In dieser Publikation wurde der Aussteifungstyp, der das seitliche Ausknicken verhindern soll und von GOLDBERG untersucht wurde, «volle Aussteifung» (full bracing) genannt. Die notwendige Steifigkeit für die volle Aussteifung eines Rahmens mit idealer Achsenzentrierung unter alleinigen Vertikallasten kann mit  $k_{id}$  bezeichnet werden. Dies ist der von GOLDBERG untersuchte Wert. Andererseits muß berücksichtigt werden, daß jedes wirkliche Tragglied und jeder reelle Rahmen mit unvermeidbaren Fehlern in Ausrichtung, Geradheit usw. behaftet ist und daß mit der weiteren Möglichkeit von Querbelastrungen aus Wind- und anderen Gründen zu rechnen ist. In der erwähnten Schrift [1] wird gezeigt, daß die effektiv notwendige Steifigkeit  $k_{req}$ , die zur Vermeidung von seitlichem Ausknicken bei Berücksichtigung dieser unvermeidbaren Faktoren erforderlich ist, größer ist als  $k_{id}$  und auch berechnet werden kann, wenn diese Einflüsse bekannt sind oder in vernünftigen Grenzen vorausgesetzt werden. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die von GOLDBERG aufgestellten Kriterien effektiv untere Grenzwerte für die Schubfestigkeit des Verbandes darstellen und daß für wirkliche Tragwerke höhere Steifigkeiten vorgesehen werden müssen.

Andererseits muß nicht vergessen werden, daß es die primäre Funktion dieser Verbände ist, bestimmte horizontale Lasten, hauptsächlich Windlasten, aufzunehmen und diese auch im wesentlichen für diese Kraftaufnahme entworfen werden. Für die meisten Gebäude mit einer bedeutenden Höhe ist es sehr wahrscheinlich, daß die Verbände, die für Wind- und andere Kräfte entworfen wurden, weitaus genügen, um ein seitliches Ausknicken zu verhindern, selbstverständlich unter der Voraussetzung, daß die einzelnen Rahmen mit

---

<sup>1</sup>) Literaturangaben s. S. 112.

den schubfesten Wänden durch die üblichen steifen Deckenscheiben verbunden sind. Immerhin, sollte ein Fall auftreten, wo die effektive Steifigkeit des Versteifungssystems nicht viel größer ist als der Wert  $k_{id}$  von GOLDBERG oder von ähnlichen Berechnungen, dann wird es notwendig, auf eine Untersuchung 2. Ordnung einzugehen zur Bestimmung der wirklichen Steifigkeit, die erforderlich ist, um das seitliche Ausweichen unter der Zusammenwirkung der Knicktendenz aus den vertikalen Lasten und der seitlichen Verschiebungen, die durch Wind und andere horizontale Lasten entstehen, zu verhindern. Der Wert  $k_{req}$ , den man unter diesen tatsächlichen Bedingungen bestimmt, wird  $k_{id}$  um ein beträchtliches übersteigen.

Herr BECK bearbeitet die Untersuchung von P. DUBAS über die Auswirkung der Axialverkürzung auf die Momente in Stockwerkrahmen. Er untersucht einen auskragenden Vierendeelrahmen als idealisierten Gebäuderahmen unter Windlast und zeigt, daß der Einfluß der axialen Formänderung größer wird mit steigendem Verhältnis von Riegelsteifigkeit zu Pfostensteifigkeit und mit der Stockwerkhöhe. Da der Einfluß besonders für schlanke Stützen bedeutend wird, wäre es interessant zu wissen, ob nicht ein anderer, im Entwurf meistens vernachlässigter Faktor nicht von gleicher, wenn nicht größerer Bedeutung wäre. Dies ist der effektive Steifigkeitsverlust in den Stützen auf Grund ihrer Axiallasten und die entsprechende Erhöhung der Windmomente und Durchbiegungen über die Werte, die man bei Vernachlässigung dieses Faktors errechnet.

J. F. BÖHMER behandelt ein Problem von bedeutendem praktischem Interesse, nämlich die Festigkeit einer Stütze, die mit Zusatzlamellen aus einem Stahl mit höherer Festigkeit als diejenige des Originalelements verstärkt wird. Tatsächlich ist dieses Problem nicht nur auf diesen Fall beschränkt. Mit der weiter oben erwähnten Verbreitung von Baustählen mit verschiedenen Festigkeiten können nun Bauten errichtet werden, wo verschiedene Stähle kombiniert Verwendung finden je nach der Funktion, die ein bestimmtes Tragglied oder Element erfüllen soll. Natürlich ist für ein Element, dessen primäres Erfordernis die Steifigkeit ist, wie zum Beispiel in sehr schlanken Stützen, ein billiger Stahl mit niedriger Festigkeit die wirtschaftlichste Lösung. Andererseits, wo die Streckgrenze die primäre Bedeutung einnimmt, sind Stähle höherer Festigkeit angebracht. In diesem Sinne wurden kürzlich weitgespannte Vollwandträger für Brücken gebaut, bei welchen, im gleichen Hauptträger, eine ganze Reihe Stähle Verwendung fanden, d. h. Stähle niedriger Festigkeit in den schwach beanspruchten Bereichen in der Nähe der Wendepunkte und hochwertigere Stähle, hauptsächlich für die Flanschen, in den Bereichen mit hohen Momentengrenzwerten. Aus Analogie ist es möglich, daß BÖHMERS Idee der Konstruktion einer Stütze mit höherer Tragfähigkeit durch Verstärkung eines Normal- oder Breitflanschprofils mit hochwertigen Stahllamellen sich als wirtschaftlich erweisen dürfte, nicht nur zur nachträglichen Verstärkung von vorhandenen Bauten, sondern auch im Entwurf von

neuen Konstruktionen, besonders wenn die Stützen auch Biegemomente aufnehmen müssen.

Der Beitrag von J. F. BÖHMER ist ein überzeugendes Beispiel für einen Fall, wo eine elastische Berechnung absolut in die Irre führen kann und wo eine vernünftige und realistische Untersuchung nur durch Berücksichtigung der plastischen Stahleigenschaften möglich ist. Der Verfasser möchte zur originellen Methode von BÖHMER nur noch folgende Bemerkungen hinzufügen. Die diesem Verfahren zu Grunde gelegte Kurve der Knickspannung  $\sigma_{kr}$  in Funktion von  $\lambda$  ergibt sich durch Annahme einer mutmaßlichen Anfangsausbiegung, wie z. B. DUTHEIL und andere vorgegangen sind. Daraus würde sich ergeben, daß die Verstärkung mit hochwertigeren Stählen nur die Ordinaten, aber nicht die Form der Kurven ändern würde. Es ergibt sich jedoch aus umfangreichen Versuchen der letzten Jahre [2], [3], [4], [5], [6], daß die Form der Knickkurven im Bereich von kleinen und mittleren Schlankheiten nicht von gedachten oder angenommenen Anfangsexzentrizitäten abhängt, sondern sich aus tatsächlichen und meßbaren Eigenspannungen ergibt. In Walzprofilen sind diese durch den Abkühlungsvorgang, in geschweißten Gliedern durch die bleibenden Temperaturspannungen und in kaltgeformten Elementen durch die lokalen Auswirkungen der Kaltverformung bedingt. Die Hauptauswirkung dieser Faktoren zeigt sich in der Veränderung der tatsächlichen Spannungsdehnungskurve des Werkstoffes im Tragelement, die den scharfen Fließübergang des geglühten Stahles (Fig. 1<sup>2</sup>), Kurve A) verliert und in eine gleichmäßige Fließkurve (Kurve B) übergeht. Die entsprechende Reduktion des vorhandenen Moduls liegt dem Abweichen der Knickkurve der Stütze von der elastischen Eulerkurve im Bereiche der kleinen und mittleren Schlankheiten zu Grunde. B. THÜRLIMANN [2] gibt aus Versuchen, die an der Lehigh University ausgeführt wurden, folgende Verhältnisse für  $\sigma_{kr}/\sigma_F$  für Stützen aus normalem Baustahl mit einem Schlankheitsgrad  $\lambda=90$  an: geglühte WF-Profile  $-0,9$ , genietete I-Profile  $-0,85$ , gewalzte WF-Profile ohne Behandlung  $-0,75$ , geschweißte I-Querschnitte  $-0,60$ . Dies ergibt ein dramatisches Bild des Einflusses der Größe der Eigenspannungen und kann sicher nicht durch irgendwelche Knicktheorie, basierend auf einer angenommenen Anfangskrümmung oder auf einer Exzentrizität, erklärt werden. Wenn nun die von Böhmer vorgesehene Verstärkung mittels Schweißung ausgeführt wird, kann als praktisch sicher angenommen werden, daß die daraus hervorgehenden Schrumpfspannungen die Spannungsdehnungsdiagramme beider Werkstoffe, des I-förmigen Kerns wie auch der verstärkenden Lamellen, analog den vorstehenden Figuren, beeinflussen werden. Diese Bemerkung soll auf keinen Fall die Grundidee der BÖHMERSchen Untersuchung abwerten, sondern nur einen weiteren Faktor betonen, der sicher wesentlich die tatsächliche Knickfestigkeit solcher Stützen mitbestimmen wird.

<sup>2</sup>) S. S. 206.



Zusätzlich zu den einfachen Anschlüssen, deren Biegewiderstand vernachlässigbar ist, und zu den absolut steifen Anschlüssen, die dort verwendet werden, wo volle elastische oder plastische Kontinuität erwünscht ist, wurden neuerdings halbsteife Verbindungen intensiv untersucht. Sie bringen nicht volle Kontinuität; ihr Biegewiderstand ist aber so groß, daß ihre Verwendung wirtschaftlich interessant werden kann. Diese Entwurfsmöglichkeit hat keine weite Verbreitung gefunden, hauptsächlich aus zwei Gründen: Einerseits hat jede Art und Größe einer solchen Verbindung ihre eigene Biegemoment-Drehwinkel-Beziehung, die bekannt sein muß, um im Entwurf berücksichtigt werden zu können; dies bedeutet, daß eine große Menge Versuchswerte zur Verfügung stehen muß. Andererseits ist die Komplikation, die in der Berechnung durch die teilweise vorhandene Kontinuität eintritt, ziemlich groß und zeitraubend. Prof. MAUGH schlägt eine einfache Versuchsmethode vor, um die Moment-Drehwinkel-Beziehung irgendeiner besonderen Verbindung für einen bestimmten Entwurf zu erhalten. Dann linearisiert er die stark von der Linearität abweichende Beziehung und führt sie in eine Abwandlung der Deformationsmethode ein. Es wäre wünschenswert, durch Versuche in wahrer Größe herauszufinden, ob die so geführte theoretische Untersuchung hinreichend realistische Ergebnisse zeitigt.

## II. Montage

A. SCHMID beschreibt die französische Entwicklung zu leichten, vorgefertigten Decken und Vorhangwänden hin, die denjenigen in den USA, wie sie im Generalreferat des «Vorberichtes» behandelt und im «Vorbericht» selber durch R. KRAPPENBAUER und H. J. STETINA im Detail beschrieben wurden, bis zu einem gewissen Grade ähnlich sind. SCHMIDS Verfahren, einen Stoß Betonplatten am Boden aufeinanderzubetonieren, um sie dann an ihren Bestimmungsort heraufzuziehen, ist dem "lift-slab"-Verfahren ähnlich, das seit langem und erfolgreich in den Vereinigten Staaten Verwendung findet. Jedoch bestehen einige Unterschiede. Im amerikanischen Verfahren werden Platten mit viel größeren Abmessungen, die oft die ganze Deckenfläche eines Gebäudes erfassen und durch eine beliebige Anzahl Stützen getragen werden, betoniert und dann in einem Stück heraufgezogen. Dies verlangt freistehende Stützen und eine sehr hohe Genauigkeit während des Aufzugvorganges, der durch die gleichzeitige Arbeit einer Reihe von Pressen, je eine auf jeder Stütze, bewerkstelligt wird. Diese Methode hat sich darum auch meistens nur für wenige Stockwerke hohe Gebäude als praktisch erwiesen. Im Gegensatz dazu sind die Plattenelemente in SCHMIDS Verfahren bedeutend kleiner und jede nur von 4 Stützen getragen, so daß die im genannten Beitrag beschriebene relativ einfache Aufzugs- und Montagemethode möglich wird und sich sogar Höhen bis zu 12 Stockwerken damit erreichen lassen. Man kann noch hinzu-

fügen, daß unter günstigen Umständen die amerikanische "lift-slab"-Methode für Großwohnbauten bis zu 12 und 14 Stockwerke eingesetzt wurde. Im letzten in dieser Art ausgeführten Gebäude in Ann Arbor (Michigan) überdeckte jede Betonplatte den ganzen Grundriß als monolithische,  $65,5 \times 21,0$  messende Einheit [7]. Der Aufzugmechanismus bestand aus 36 parallel arbeitenden Pressen mit elektronischer Steuerung.

Der Zusammenbau von mehrstöckigen Rahmen am Boden und deren definitive Montage durch Aufziehung in die Senkrechte, wie es SCHMID beschreibt, ist sicher außergewöhnlich und verlangt geschickte Montageverfahren wie auch sorgfältige Überprüfung der Montagespannungen. Im Gedränge der heutigen Stadtkerne kommt dieses Verfahren wegen der Raumnot sicher nicht in Frage; wo aber keine solche Einschränkung vorhanden ist, dürfte sich ein breites Anwendungsgebiet ergeben. Bei der Aufstellung der ersten Joche hat der alleinige Pylon, der abwechselnd als Ausleger und als Mast dient, verschiedene Züge gemeinsam mit dem springenden Trossenderrick (jumping guy derrick), den RAPP beschrieben und durch seine glänzenden Photographien illustriert hat. Der letztere ist wahrscheinlich einfacher und genauer zu handhaben, wie es auch angebracht ist, wenn die ganze Montage durch diesen Derrick ausgeführt wird. Hingegen für die Aufstellung der wenigen ersten Joche mag der einfachere, aber etwas unhandlichere alleinige Pylon von SCHMID sich als wirtschaftlich interessant erweisen.

Die Probleme und Verfahren der Windversteifung, die SCHMID beschreibt, sind denjenigen, die im «Vorbericht» behandelt wurden, ebenso analog. Eindeutig ergeben sich bei ähnlichen Bauten in allen Ländern ähnliche Probleme, die auch auf parallele Lösungswege führen.

### III. Feuerschutz

Konzeptionsmäßig ist das Problem des Feuerschutzes stark mit der Tragwerkssicherheit verwandt. Diese Ähnlichkeit tritt erst recht hervor, wenn man die Beiträge von C. F. KOLLBRUNNER und P. BOUÉ im «Vor- und Schlußbericht» betrachtet.

In beiden Gebieten, demjenigen der Tragwerkssicherheit wie in demjenigen des Feuerschutzes, existieren gewisse objektive Angaben mit grundlegendem Charakter. So ist es möglich, wenn ein Tragwerk genau nach den Entwurfsplänen und aus Werkstoffen mit genau bekannten Eigenschaften gebaut ist und auch genau von den in Rechnung geführten Lasten beansprucht wird, wenigstens in einfacheren Fällen mit großer Genauigkeit die effektive Tragfähigkeit der Konstruktion zu berechnen und den sogenannten, dem Entwurf innewohnenden Sicherheitsfaktor zu bestimmen. Analog kann man, ausgehend von einer Vielzahl von Brandversuchen und anderen Angaben, für ein Gebäude mit genau bekanntem Feuerwiderstand, mit genau bekannter Brennstoff-

menge und ebenso genau festgelegter Zeit-Temperaturkurve das Verhalten im Feuer sehr gut voraussagen und es läßt sich mit eindeutigen Angaben die Brandsicherheit ausdrücken.

Andererseits sind, was die Tragwerkssicherheit betrifft, eine große Anzahl von entscheidenden Faktoren von ungewisser und, im besten Fall, statistischer Natur. Die Werkstoffeigenschaften variieren über beträchtliche Bereiche, die tatsächlich auftretenden Lasten sind in Größe und sogar ihrer Art nach von den Entwurfsannahmen verschieden, menschlich bedingte unvermeidbare Unsorgfältigkeiten in der Konstruktion beeinflussen die inneren Spannungen, die Berechnungen sind nur Näherungen, da sie auf gewissen idealisierenden Grundlagen fußen, und die Folgen von Tragwerksversagen, ausgedrückt in Verlustzahlen an Leib und Gut, variieren über einen sehr breiten Bereich. Einige dieser Einflüsse können statistisch erfaßt werden und die Ergebnisse können in eine wahrscheinlichkeitstheoretische Konzeption der Tragwerkssicherheit eingebaut werden. Für andere muß das Urteilsvermögen des Ingenieurs einspringen, da entweder die erforderlichen Angaben für eine statistische Behandlung fehlen, oder die Faktoren selber keiner statistischen Erfassung zugänglich sind. In ähnlicher Weise, in bezug auf Feuersicherheit, existieren analoge Faktoren, die ebenso unsicher sind und im besten Fall statistischen Charakter haben. Wie KOLLBRUNNER feststellt, variiert bei tatsächlichen Bränden die Zeit-Temperaturkurve sehr stark und weicht von der in Brandversuchen aufgenommenen Standardkurve ab; die tatsächlichen Brennstoffmengen variieren ebenso und man kann, wenn überhaupt, nur statistische Angaben zusammenstellen; die tatsächliche Wirksamkeit von Feuerschutzmaßnahmen hängt von einer ganzen Anzahl von zufälligen Einflüssen ab, die in Brandversuchen gar nicht zur Geltung kommen; und über einen ebenso weiten Bereich wie beim Tragwerksversagen variieren hier die Folgen eines Brandes.

Mit diesen Überlegungen scheint es, daß ein probabilistisches Verfahren, mit dem Urteil des Ingenieurs für die statistisch nicht erfaßbaren Seiten des Problems ergänzt, ebenso angebracht ist im Gebiet des Feuerschutzes wie in demjenigen der Tragwerkssicherheit. Es ist kein Zufall, daß das Punktsystem zur Erfassung der Brandgefahr, wie es von BOUÉ und KOLLBRUNNER in ihren Beiträgen vorgeschlagen wird, gewissermaßen analog aussieht wie das Taxierungssystem für Tragwerkssicherheit, das von der Institution of Structural Engineers in London [8] aufgestellt wurde. Die Verminderung des subjektiven Einflusses und die Tendenz zu einer stärkeren Ausgeglichenheit ist der sichere Vorteil eines solchen Punkt- oder Taxierungssystems. Es ergibt eine klare numerische Charakterisierung des vorhandenen Falles. Immerhin darf nicht vergessen werden, daß solche Zahlen nicht den gleichen Wert haben wie objektiv meßbare Größen, wie z.B. Spannungen, Formänderungen usw. Auch haben sie nicht das gleiche wahrscheinlichkeitstheoretische Gewicht, wie es Größen mit bekannten statistischen Verteilungs-



gesetzt wie z. B. gewisse Werkstoffeigenschaften, Belastungsintensitäten usw. haben. Punkt- oder Taxierungssysteme basieren auf einer numerischen Kodifizierung der ingenieurmäßigen Einschätzung, die sich auf den sogenannten gesunden Menschenverstand stützen soll. Wenn man diese Einschränkung nicht vergißt und wenn diese Systeme nicht als objektive Tatsachen entgegengenommen werden, dann sind sie von eindeutigem Vorteil und stellen eine wertvolle Entwicklung zu realistischeren und einheitlicheren Verfahren dar.

#### IV. Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Die wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen, die zu hohen Stockwerkbauten führen, sind in allen Ländern gleich. Sie sind etwas früher in den USA entstanden, wo das hohe Gebäude mit 15 bis 40 und mehr Stockwerken seit Jahrzehnten die übliche großstädtische Bauform darstellte, aber fast überall kann man nun die gleiche Entwicklung beobachten. Gleichzeitig hat diese Bauform seit dem zweiten Weltkrieg eine Umwälzung in funktioneller und konstruktiver Hinsicht erfahren; wiederum zeigt sich mit verschiedener Geschwindigkeit ein ähnlicher Umwälzungsvorgang in verschiedenen Ländern.

In einer Hinsicht hat sich die funktionelle Natur dieser Bauten geändert und verändert sich immer noch. Während früher die primäre Funktion diejenige des Obdaches war und Form und Grundriß praktisch während der ganzen Lebensdauer des Gebäudes konstant blieben, werden diese Hochhäuser heute immer kompliziertere Maschinen, die zu einem sehr hohen Grade den individuellen Zwecken angepaßt sind, die aber gleichzeitig die maximale innere Flexibilität und Anpassung aufweisen.

Konstruktiv führte das Erfordernis von Wirtschaftlichkeit und rascher Montage zu einer überragenden Verwendung der Vorfabrikation, nicht nur für die Tragsystemelemente, sondern auch für Böden, Wände, Trennwände und andere Einheiten. Im Laufe dieser Entwicklung hat die Leichtbauweise die klassischen, schweren Einrichtungen verdrängt mit entsprechender Verkürzung der Arbeitszeiten und Einsparungen an Rahmen- und Fundationskosten. Neue Verbindungsmethoden, Schweißen und HV-Verschraubung, haben die Nietung fast vollständig verdrängt. Neue Wege in der Brandverhütung haben die Tendenz zur Gewichtseinsparung noch verstärkt. Die Forderung der neueren Flexibilität führt zu großen Stützenabständen und oft sogar zur vollständigen Elimination der inneren Stützen.

Die Verminderung des Eigengewichts, die leichteren Rahmen und die ungenügende Steifigkeit der flexiblen Vorhang- und Zwischenwände geben der Art, wie solche Gebäude zur Aufnahme von Windlasten, Erdbeben und anderes ausgerüstet werden, eine entscheidende Bedeutung. Was die Stabilität betrifft, wird das seitliche Ausknicken, das in der konventionellen Stützenentwurfspraxis vernachlässigt wurde, immer wichtiger. Neue Ansätze in Ent-

wurf und Berechnung betonen die effektive Festigkeit und das tatsächliche Verhalten des Tragwerkes unter der Last im Gegensatz zur formellen, rein elastischen Spannungsberechnung.

Der Weg für all diese Entwicklungen wurde durch umfassende und systematische Forschung auf breiter Basis geebnet. Dies betrifft das Verhalten von geschweißten und hochfest verschraubten Verbindungen, die Entwicklung von dünnwandigen, kaltgeformten Stahlelementen, die Forschung über Rahmenstabilität und Traglast von Stahlkonstruktionen (oft irrtümlicherweise «plastisches Bemessungsverfahren» genannt), die Verfahren und Wirkungen der Feuerverhütung usw. In diesem Zusammenhang kommen einem zwei Empfehlungen in den Sinn:

1. Mit der radikalen Verminderung der Eigengewichtslasten steigt die Bedeutung der Nutzlast, ob sie nun horizontal oder vertikal sei. Der Sicherheitsgrad eines Bauwerkes ist eng verbunden mit der Genauigkeit, mit welcher die Lasten bekannt sind. Es scheint, daß eine allgemeine Anstrengung gemacht werden sollte, um durch direkte Messung und statistische Auswertung die Größe und Verteilung von Nutzlasten inkl. Windlasten, die auf hohe vielstöckige Gebäude wirken, zu bestimmen. Die riesigen Bemühungen, die in der Erforschung von Spannung, Dehnung und Festigkeit verausgabt wurden, müssen, um ihre volle Wirkung zeitigen zu können, durch eine entsprechende Untersuchung der Belastungsbedingungen ergänzt werden.

2. Die direkten Auswirkungen der obgenannten großangelegten Forschungsprogramme sind allzu oft auf die ausführenden Länder beschränkt geblieben. Dies hat die Entwicklung gebremst und verschiedentlich zu Doppelspurigkeiten geführt. Es ist natürlich klar, daß die Tradition wie auch besondere Bedingungen oft die unveränderte Übertragung von technischen Entwicklungen von einem Land in das andere verunmöglichen. Immerhin wäre eine vertiefte Kenntnis solcher Entwicklungen für jedermann von Vorteil. So haben die USA, bevor sie sich selbst damit befaßten, weitgehenden Profit aus dem systematischen Studium der europäischen Entwicklung im Vorspann beton gezogen. Allzu oft fehlt aber eine solche gegenseitige Befruchtung total.

Dieses ist ein Gebiet, in welchem die IVBH einen noch größeren Dienst erweisen könnte. Sehr wertvoll wäre die regelmäßige Veröffentlichung von zusammenfassenden Artikeln, d. h. Schriften, die in systematischer Weise einen umfassenden Überblick über die neueren Entwicklungen in bestimmten Ländern und auf bestimmten Gebieten ermöglichen. Richtungsweisend sind z. B. die Beiträge von STETINA und RAPP, die auf besonderen Wunsch von Prof. Strüssi geschrieben wurden. Weitere solche Beispiele sind die Beiträge [2] und [5]. Auf diese Art könnten die Kongresse wie auch die jährlichen «Abhandlungen» eine größere Unterstützung demjenigen Leser bieten, der aufgeschlossenen und unvoreingenommen die neuen technischen Entwicklungen, ungeachtet aus welchem Herkunftsland, verwenden will.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide