

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 85 (1967)  
**Heft:** 40

**Artikel:** Industrialisiertes Bauen und der Bauingenieur  
**Autor:** Nussbaumer, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-69549>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

anno 1925 erschienen war, und der so beginnt: «Es gibt wahrscheinlich keine grössere Stadt in Europa, deren Behörden sich nicht des stetig wachsenden Verkehrs halber den Kopf zerbrechen.»

Und Arnold Stöckli hat in seinem Buch über die Stadt, das er im Frühjahr 1954 datierte, auf Seite 105 geschrieben: «Der Mangel der Finanzierungsmittel ist heute zu einem noch schlimmeren Hindernis der städtebaulichen Praxis geworden, als die Mängel unserer unzulänglichen Gesetzgebung.»

In der häufigen zeitlichen Inkongruenz von städtebaulichen

Erfordernissen und ihrer Realisierung und in der Komplexität der Zusammenhänge und Abhängigkeiten liegt die Crux der modernen Stadtplanung, die sich längst über den klassischen Städtebau hinaus entwickelt hat.

Es gibt der Schwierigkeiten genug, die in den Dingen und Verhältnissen selber liegen; unnötig, neue zu erzeugen. Also setzen wir uns doch besser gemeinsam ans Werk, weil nur so eine lebenswerte Stadt erhalten und entwickelt werden kann!

Adresse des Verfassers: Hans Aregger, 3000 Bern, Hirschengraben 11,

## Industrialisiertes Bauen und der Bauingenieur

DK 061.3:69.002.22

Von Werner Nussbaumer, dipl. Bau-Ing., Zürich

Über dieses Thema hat die *Institution of Structural Engineers*, London, vom 17. bis 19. Mai 1966 einen Kongress durchgeführt. Der fesselnde Bericht, den der Verfasser für uns abgefasst hat, erscheint ohne seine Schuld mit arger Verspätung, doch hat er nichts von seiner Aktualität eingebüsst. Red.

Die starke Förderung des industrialisierten Bauens in Grossbritannien hat ihren Anlass vor allem im Wohnbauprogramm der gegenwärtigen Regierung, welches ohne eine starke Erhöhung der Kapazität der Bauindustrie nicht erfüllt werden kann. Im Gegensatz zum Begriff der Vorfabrikation, bei welcher das Hauptgewicht auf Erhöhung des Anteiles an Werkstattarbeit gegenüber der Montage- und der eigentlichen Bauarbeit liegt, wird unter industrialisiertem Bauen die Mechanisierung und Standardisierung der Bauproduktion in der Werkstatt und auf der Baustelle verstanden.

Abgesehen von den rein arbeitstechnischen Problemen, wie Fragen der qualifizierten Arbeitskräfte, Gestaltung der Zusammenarbeit Bauherr-Architekt und Ingenieur-Unternehmer, Verantwortlichkeit bei vielfacher Verwendung gleichartiger Bauteile, nehmen die beiden technischen Faktoren Standardisierung und Mechanisierung eine entscheidende Stellung für den Erfolg eines Systemes oder einer Methode ein. Es sollen deshalb für jeden Baustoff die Gesichtspunkte in diesen Faktoren behandelt werden nach einer Unterteilung, wie sie den verschiedenen Diskussionsabschnitten der Konferenz entspricht:

1. Stahl
2. Beton
3. Andere Materialien (Holz, Aluminium, Kunststoffe, keramische Baustoffe)

In zwei weiteren Hauptabschnitten der Konferenz wurden sodann noch ökonomische, organisatorische und arbeitstechnische Fragen behandelt unter den Titeln

4. Organisation, Ausführung und zukünftige Entwicklungen
5. Funktion und Aufgaben des Bauingenieurs

In diesem Bericht soll vor allem auf die technische Seite und auf die Aufgaben des Bauingenieurs bei einer Neugestaltung eines Teiles der Bauindustrie eingegangen werden, wobei einige der unter 4. und 5. genannten Fragen innerhalb der Darlegungen über die verschiedenen Baustoffe berührt werden.

### 1. Stahlbau

Wohl liegt in unserem Lande für einen grossen Teil der Bauprojekte des Stahlbaues die Produktion und die Projektierung in den Händen der gleichen Firma. Für die Verhältnisse in Grossbritannien lassen sich jedoch die

Auswirkungen der Industrialisierung eher auf die beiden Teilgebiete aufteilen, wobei die entsprechenden Beobachtungen auch bei uns anwendbar sind.

Auf der Produktionsseite zeigen sich vor allem zwei Entwicklungsrichtungen in der Herstellung der Stahlbauteile:

a) *Eine erhöhte Mechanisierung* und die Modernisierung der Bearbeitungsmaschinen wie Fräsen, Bohrer, Formschneidemaschinen und Vorrichtungen für Kaltverformung von dünnen Blechen bringt die Notwendigkeit der *Standardisierung* von Bauteilen mit sich. Dadurch können Leistungsfähigkeit und Genauigkeit der Produktion erhöht werden. Je nach Bedarf werden wie in der Maschinenindustrie Automaten eingeführt, welche eine grosse Produktionsziffer ermöglichen. Als Beispiele lassen sich Mehrfachbohrmaschinen sowie Maschinen für gleichzeitiges Zurichten der beiden Enden von rohrförmigen Tragteilen nennen. Parallel mit der Modernisierung der Bearbeitungsmaschinen geht auch eine vermehrte Anwendung der Elektronik für deren Steuerung.

b) *Konstruktive Neuerungen* mit dem Ziel der Erhöhung und Rationalisierung der Produktion sind unter anderen die folgenden:

Anwendung eines standardisierten Querschnittes für verschiedene Verwendungszwecke lediglich durch Modifikation von Verbindungen und Anschlüssen (beispielsweise Rohrstrebenfachwerke, s. Bild 1).

Verwendung von neuartigen Konstruktionen in Form von räumlichen Rahmentragwerken oder Vielecksnetzen.

Vermehrte Anwendung der hochfesten, vorgespannten Schrauben und damit im Zusammenhang die Erhöhung der Genauigkeit der Oberflächenherstellung von verbundenen Teilen.

Diese konstruktiven Neuerungen bringen für die ausführenden Firmen die Verpflichtung zu vermehrter Forschung durch Versuchsreihen mit sich. In grösseren Wirtschaftsgebieten wird dabei von vielen Seiten eine weitergehende Koordination verlangt, um die Ergebnisse der einzelnen Forschungen weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Wir gehen für die Betrachtung der Auswirkungen des industrialisierten Bauens auf den projektierenden Ingenieur von seiner Stellung als selbständig Erwerbender aus. Während bisher seine Aufgabe darin bestand, für die entsprechend den Wünschen des Bauherrn angefertigten Pläne des Architekten eine möglichst wirtschaftliche und zweckmässige Konstruktionslösung vorzusehen, wird seine Arbeit durch die neuen Baumethoden in der Beziehung umgestaltet, dass er versuchen muss, die Möglichkeiten der Indu-

ustrialisierung mit den architektonischen Erfordernissen in Einklang zu bringen. Seine Stellung wird daher noch mehr die eines Koordinators zwischen Bauherr und Architekt einerseits und Stahlbaufirma andererseits. Daraus kann sich die Notwendigkeit einer vermehrten Teamarbeit ergeben, durch welche sich unproduktive Arbeitsgänge vermeiden lassen. Die Frage steht offen, ob sich aus dieser Entwicklung überhaupt eine Neuformung des Begriffes Projektierungsbureau ergibt, für welches die Aufgaben von Architekt, Bauingenieur und Ausführungsinstanz in einer Körperschaft vereinigt sind.

Wie auf der Produktionsseite steht auch in der Projektierung die Durchführung, Klassifizierung und Anwendung von Versuchen über die neuen Baumethoden an vorderer Stelle. Einerseits sollen diese neben der statischen Berechnung über die Verwendbarkeit bestimmter Bauteile für verschiedene Zwecke und mit verschiedenen Anforderungen Aufschluss geben, was bei der neueren statischen Betrachtungsweise noch notwendiger ist. Daneben müssen auch materialtechnische Neuerungen untersucht und der Anwendung zugänglich gemacht werden. In der Diskussion dieser Tagung wurde immer wieder die Forderung nach Schaffung von Koordinationsstellen geäussert.

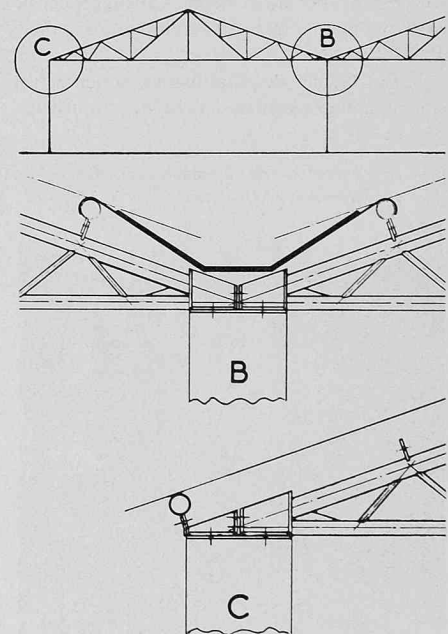


Bild 1. Zweischiffige Industriehalle, Dachbinder in Rohrkonstruktion. Die Details B und C zeigen, wie durch blosses Auswechseln des Endstückes der Binder für Aussen- oder Innenseite der Halle angepasst wird

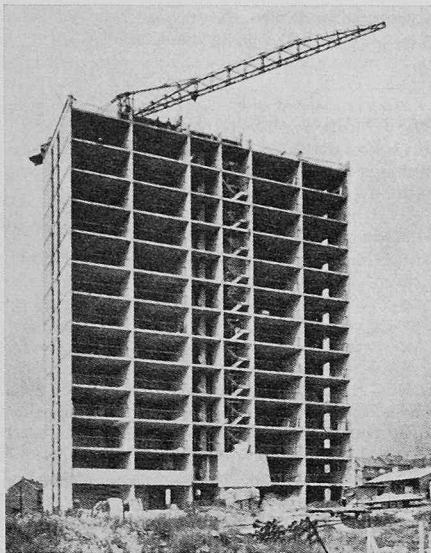
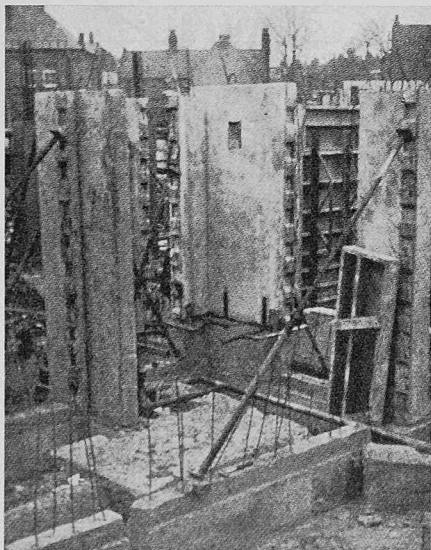


Bild 2. Sog. Querwand-Konstruktion in Ortbeton, errichtet mit geheizten Kastenschalungen (John Laing & Son, Ltd.)

Einen guten Begriff über die Anschauungsweise des industrialisierten Bauens geben die Schlussfolgerungen einer der Abhandlungen «Design for Production», B. H. Fisher, B. Sc.: «Es ist klar, dass viele dringende Probleme noch zu lösen sind und dass der Fortschritt sich nicht rasch zeigt. Es scheint, dass die rascheste Entwicklung zum industrialisierten Bauen durch kleine, bedächtige Schritte erreicht werden wird und nicht durch glänzende Konzeptionen. Der Erfolg wird abhängen von der Fähigkeit des Bauingenieurs und seiner Kollegen in den verwandten Berufen, neue Disziplinen anzunehmen und damit zu arbeiten, vom Willen der Stahlbauunternehmungen, ihre Organisation derart umzuändern, dass sich die Vorteile der neuen Technik auswirken können und von der Abfassung neuer Bestimmungen in einer Weise, welche die Entwicklung nicht einschränkt. Daneben muss sich aber auch beim Auftraggeber die Bereitwilligkeit zur Anwendung des Neuen Bauens einstellen.»

Ein Gebiet des Stahlbaues, welches fast unbegrenzte Zukunftsaussichten im industriell-

Bild 3. Vorbetonierte Elemente für Verbindungen von Wänden in Ortbeton



len Bauen hat, ist der Leichtbau. Sowohl kaltverformte Bandbleche als auch verschiedenartig gerippte Blechtafeln stehen in vielseitiger Entwicklung, ganz besonders in Grossbritannien, wo die Stahlindustrie einen hervorragenden Platz in der Volkswirtschaft einnimmt.

Mit Bandblechen über 0,5 mm Stärke wird eine Vielfalt von abkanteten, einfachen und zusammengesetzten Profilen hergestellt und deren Verwendbarkeit durch Materialprüfung erforscht. Es gibt hierfür auch sehr eingehende Bestimmungen (British Standard 1449, 1962, sowie Addendum Nr. 1, 1961).

Bei den Stahlblechtafeln stehen einerseits die Probleme des statischen Zusammenwirkens mit dem Stahlskelett, andererseits die Fragen des Korrosionsschutzes und der Lebensdauer im Vordergrund. Nicht nur werden vielerlei Schutzanstriche hergestellt und geprüft, sondern die chemische Zusammensetzung des Metalles soll in Zukunft auch seiner Funktion als Oberflächenverkleidung angepasst werden, zum Beispiel durch Legierung mit Kupfer. Damit soll erreicht werden, dass sich eine Oxydationsschicht bildet, die aber auch mit den architektonischen Anforderungen im Einklang stehen muss. Die Vertreter der Industrie fördern hier eine weitgehende Angleichung der Produktionsmethoden an diejenigen der Automobilindustrie, wodurch sich wirtschaftliche Möglichkeiten der Serienherstellung ganzer Häuser ergeben. Mit der Umstellung auf das industrielle Bauen sollen auch die Bauberufe revolutioniert werden, indem beispielsweise der Maurer durch den Baumechaniker ersetzt wird. Es war aufschlussreich, der Erörterung dieser Perspektiven zu folgen, sofern man sich über das unseren Verhältnissen entsprechende Mass eines Mitfolgens im klaren war.

## 2. Betonbau

In erster Linie fällt bei Durchsicht der Abhandlungen dieser Konferenz über industrielles Bauen auf, mit welcher klaren Systematik das Gebiet des Betonbaues behandelt wurde. Es wurde ausgegangen von der Vorfabrikation von Bauteilen, hierauf wurden die Arten und Eigenschaften von Bausystemen sowie deren Projektierung, Planung und Programmierung dargelegt. Für den projektierenden Bauingenieur zeigt sich sodann das im Betonbau fast neue Fachgebiet des Transportes von Elementen und schliesslich wurde in zwei weiteren Abhandlungen auf Versuche an Verbindungen und Fugen eingetreten.

In welchem Masse die Arbeit des Bauingenieurs durch die Entwicklung der Baumethoden beeinflusst wird, zeigt sich ganz besonders beim Studium der Wirtschaftlichkeit und bei Ermittlung der Baukosten. Im traditionellen Bauen können in konstruktionstechnischer Hinsicht von einer statischen Lösung ausgehend die Baukosten ermittelt und aus dem Vergleich verschiedener Varianten die günstigste gewählt werden. Demgegenüber haben sich im industriellen Bauen die Einflussfaktoren enorm vermehrt. Schon die Wahl der Aufteilung der Produktion einer industrialisierten Baumethode auf Fabrik- und Bauplatzherstellung ist von vielerlei Faktoren abhängig, wie Empfindlichkeit der Bauteile für den Transport, Möglichkeit, aus Raumgründen auf der Baustelle eine Fabrikation einzurichten, sowie auch die Frage, ob sich die Verwendung einer solchen nicht-

permanenten Produktionseinrichtung bezahlt macht.

Für das Bausystem an sich ergeben sich die beiden Möglichkeiten des offenen und geschlossenen Systems. Beim ersteren werden vorgefertigte, standardisierte Bauteile nach individuellen Plänen für eine bestimmte Bauweise verwendet, während in letzterem für eine unabhängige Baumethode die Produktion aufgebaut wird (Bild 2 und 3). Hier wie dort stehen Projektierung und Ausführung in enger Verknüpfung. Beispielsweise ist die Wirtschaftlichkeit einer Schalung für die industrielle Herstellung von Bauteilen ausser von der Produktionsziffer auch von den geforderten Toleranzen abhängig. Es kommt nun noch hinzu, dass statische Form und Grössendimensionen der Bauteile die Transportkosten stark beeinflussen, wobei noch möglichst gleich grosse Bauteile die rationellste Ausnützung der Transport- und Montageeinrichtungen ergeben.

Im Vergleich mit der monolithischen Bauweise bringt der Elementbau für den Bauingenieur auch die Verpflichtung mit sich, die Frage der Setzungen eingehend zu überlegen. Es muss schon von vornherein darüber Klarheit herrschen, an welchen Fugen und in welchem Masse sich Setzungen auswirken dürfen.

Der Sprecher über die Frage des Systembaues in Beton, F. W. Gifford, B.Sc. von Concrete Ltd., unterschied zwei fundamentale Typen von Bausystemen, einerseits den vorgefertigten Skelettbau und andererseits die Tafelbauweise. Die Erfordernisse der Isolation von Trenn- und Unterteilungswänden machen letztere besonders für den Wohnungsbau geeignet. Hierbei ist auch die in den Stahlformen erzielte glatte Oberfläche von besonderem Vorteil. Die industriell hergestellten Skelettbauten können sowohl als reines Skelett mit Verkleidung wie auch als Rahmenbau unter Mitwirkung der Wandelemente aufgefasst werden. Die Hauptanwendungsgebiete ergeben sich aus der grösseren Freiheit in der Innenraumbildung, nicht notwendigerweise mit einer veränderlichen Einteilung, sondern aus der Möglichkeit, mit der gleichen Konstruktionsweise grössere oder kleinere Innenräume vorzusehen. Diese Bauweise wäre daher nach Ansicht des Referenten besonders für Schulen, Bürobauten, Warenhäuser, Spitäler und ähnliche Bauten geeignet.

Die fast nur übersichtsmässige Aufzählung einer Reihe von Problemen der Vorfabrikation und des Systembaues weist nicht zuletzt auf einen Faktor hin, welcher grundlegende Bedeutung für die Projektierung hat. Noch mehr als im Stahlbau sind beim industriellen Bauen in Beton die Arbeit des Bauingenieurs und diejenige des Architekten

Bild 4. Mehrstöckige Reihenhäuser mit Holzelementen in High Wycombe. Modellaufnahme





voneinander abhängig. Daraus und aus der Vielseitigkeit der Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit der Baumethode ergibt sich ein grosser Aufwand für die Planung. In den Referaten wurde daher betont, dass einerseits der Bedarf diesen grossen Aufwand rechtfertigen muss und dass andererseits mit dem Entschluss zur Projektierung einer industriellen Bauweise eine gegenüber den traditionellen Bauweisen viel durchdachtere und detailliertere Planung auf sich genommen wird.

### 3. Andere Materialien

#### A. Holz

Im Holzbau wie auch im Massivbau brachte das industrialisierte Bauen in verhältnismässig kurzer Zeit eine umwälzende Entwicklung mit sich, die in ihrem Ablauf mit der Entwicklung der traditionellen Bauweise nicht verglichen werden kann. Der Beruf des Architekten zum Beispiel hat sich in letzterer im Laufe der Jahrhunderte langsam und organisch gebildet. Vom heutigen Projektierungsfachmann, sei er nun Architekt oder Ingenieur, wird hingegen gefordert, dass er seine Kenntnisse in kürzester Zeit den neuen Methoden anpasst. Es lässt sich kaum vermeiden, dass auch diese Fachleute die Probleme der Produktion eingehend kennenlernen; denn nur dann können die wesentlichen Produktionsfaktoren bei der Projektierung berücksichtigt werden.

In einer Abhandlung über vorfabrizierte Holzbauten wurde darauf hingewiesen, dass die Produktion in entscheidender Weise von den Vorschriften des betreffenden Landes über die Feuersicherheit abhängig ist. Daraus ergaben sich für Grossbritannien, wenn man von einer einzelnen Siedlung mit mehrstöckigen Wohnhäusern (Bild 4) absieht, vor allem Systeme für ein- und zweistöckige Wohnbauten, unter Umständen als Reihenhäuser. Für solche Bauten kommen Rahmenkonstruktionen und Tafelbauweisen in Frage. Was im Abschnitt über den Betonbau über Transportprobleme gesagt wurde, ist auch hier gültig, wobei jedoch für Holzelemente weniger Festigkeitserwägungen als die Raumfrage im Vordergrund steht.

Der Umfang dieses Berichtes gestattet nur, ein einzelnes Problem des Systembaues in Holz darzustellen. Wir greifen hierzu die

Systemwahl für zweistöckige Reihenhäuser heraus. Aus dem Seitenverhältnis eines rechteckigen Grundrisses zwischen zwei Trennwänden muss ermittelt werden, welche Tragrichtung für Decke und Sparren gewählt werden soll. Die Rationalisierung und Standardisierung erfordern eine Tragweise ohne Binder, wodurch die Anzahl der Konstruktionssteile bedeutend vermindert werden kann. Bei einem relativ schmalen Bau ergibt sich die günstigste Tragrichtung von Trennwand zu Trennwand. Für die praktische Ausführung bringt dies jedoch den bedeutenden Nachteil mit sich, dass mit der Überdachung des Grundrisses zugewartet werden muss, bis die Trennwände aufgestellt bzw. gemauert sind. Die kurzen Längsfassaden können demgegenüber bei dieser Konstruktionsweise ohne Schwierigkeiten für den Lichteinlass vollständig herangezogen werden, was der grossen Tiefe des Raumes entspricht. Es ergibt sich auch, dass für diese Disposition eine Tafelbauweise gut geeignet ist.

Im anderen Falle, in welchem der Bau eine längere Fassade, dafür hingegen geringere Tiefe besitzt, wäre es gegeben, Erdgeschossdecke und Dach in Querrichtung zu spannen. Der Grundriss lässt dabei eine Rahmenbauweise ebensogut wie eine Tafelbauweise zu. Mit einer Breite der Fassadenelemente, welche einem Feld von zwei Sparren entspricht, können Rahmen in Gebäudequerrichtung ausgebildet werden. Da diese vollständig industriell hergestellt sind, ist eine sehr rasche Aufrichtung und Überdachung möglich, für die die Erstellung der Trennwände nicht abgewartet zu werden braucht. Es folgen daraus eine kurze Bauzeit und sehr gute Arbeitsbedingungen für die Innenkonstruktion und den Innenausbau. Eine Beschränkung erleidet hierbei die durchgehende Verwendung der gleichen Montageeinrichtungen, wie auch die Freiheit in der Ausbildung der Innenelemente. Diese Nachteile wären bei einer Tafelbauweise weniger vorhanden. Hier würden jedoch die statischen Probleme und die Frage der Standardisierung der Frontfassadenteile stärkere Einwirkung haben.

Dieses ausgewählte Beispiel eines Projektierungsproblems zeigt, dass auch im

Holzbau ganz bedeutende Anforderungen an eine Teamarbeit Architekt-Ingenieur-Organisator gestellt werden.

Der Begriff der Industrialisierung enthält endlich sowohl den reinen Systembau in Holz als auch die industrielle Verwendung von Holzbauteilen. Aus Abhandlungen wie auch aus Diskussionen dieser Konferenz ging hervor, dass die Frage einer Normierung der Gebäudetiefen zur Erleichterung der Standardisierung die Fachkreise ebenfalls beschäftigt.

#### B. Aluminium

Bei der Verwendung des Aluminiums im industriellen Bauen zeigt sich ähnlich wie in traditionellen Bauweisen, dass es sich um einen verhältnismässig neuen Baustoff handelt. Der Referent über dieses Gebiet, L.P. Bowen (Alcan Industries Ltd., Banbury), wies auch einleitend auf den relativ hohen Preis hin, der bewirkt, dass das Aluminium zur Hauptsache architektonisch oder als mittragender Bauteil Verwendung findet.

Ein erster Anwendungsbereich, der sozusagen von Anfang an als industriell aufgefasst werden konnte, ist die rein architektonische Verwendung als Brüstungsverkleidung und in leichten Trennwänden, in vielen Fällen in sogenannten Sandwich-Konstruktionen mit einem Kern aus wärme- und schallisolierenden Stoffen. Besonders auch in den Diskussionsvoten dieser Konferenz wurde die Frage aufgeworfen, ob und in welchem Umfange derartige Platten für die Tragwirkungen mitberücksichtigt werden dürfen. Das Problem wird gegenwärtig sowohl von Seiten der Bauindustrie als auch von behördlicher Seite durch die Materialprüfung untersucht.

Als Hauptanwendungsgebiete für die heutigen Verhältnisse wurden an der Konferenz erstens Fassadenelemente aus Aluminium und Glas (Curtain Walling) und zweitens die Verwendung von Aluminium mit trapezförmig gefalteten Blechen in Decken (Troughed Decking) behandelt.

#### 1. Fassadenelemente

Durch das geringe Gewicht, die perfekt raumabschliessende Wirkung und die Wetterfestigkeit ist das Aluminium besonders für Fassaden von Hochhäusern sehr gut geeignet. Über die Anwendbarkeit der Bestimmungen

Bild 5 (rechts). Vergleich der Widerstandsmomente von Aluminiumblechtafeln bei konventioneller Berechnungsmethode und bei reduzierter Druckplattenbreite nach einer Formel auf Grund von Versuchswerten der «Metal Roof Deck Association» (Design and Technical Requirements for Light-Gauge Metal Roof Decks, October 1965):

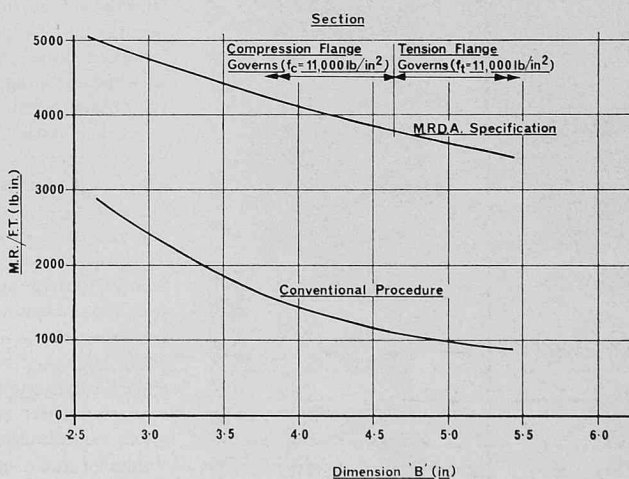
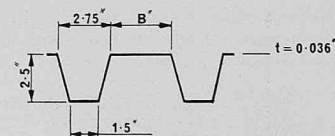
$$b = \frac{4800 t}{\sqrt{f_c}} \left( 1 - \frac{1200 t}{B \sqrt{f_c}} \right)$$

B = tatsächliche Breite der Druckplatte (in)

t = Stärke der Druckplatte (in)

f<sub>c</sub> = mittlere zulässige Druckspannung in der reduzierten Plattenbreite, die jedoch vermindert werden muss, wenn sich die neutrale Achse nahe bei der Druckplatte befindet (Zugzone massgebend)

b = wirksame Plattenbreite



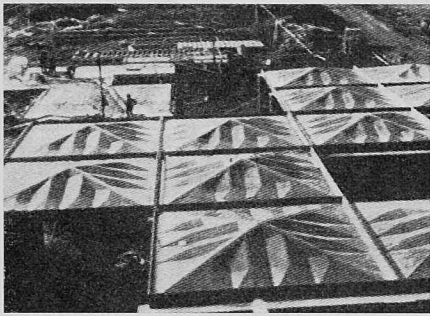


Bild 6. Dachelemente in glasfaserverstärktem Polyester.

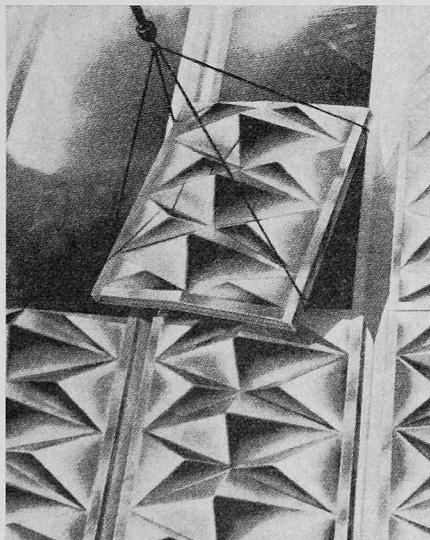
betreffend Windlasten bestehen heute in Grossbritannien noch Unklarheiten, indem grössere Firmen auf Grund ihrer Versuche eher höhere Lasten empfehlen als die staatlichen Codes. Es ist deshalb auch oft der Fall, dass Ingenieurfirmen eigene Untersuchungen durchführen, welche den individuellen Verhältnissen einer Bauaufgabe entsprechen. Neben den Windlasten kommen auch noch für Hochhäuser charakteristische Lasten durch bewegliche Plattformen für Kontrolle, Reinigung und Reparatur der Fassaden in Frage. Als Beispiel wurde eine Belastungsannahme genannt, welche für die Berechnung eines kanadischen Gebäudes massgebend war:

- 1) Eine Einzellast von 340 kg senkrecht zur Fassade als Zug oder Druck
- 2) Eine Einzellast von 365 kg parallel zur Fassade
- 3) Eine Vertikallast von 2700 kg
- 4) Die Kombination obiger Lasten mit dem ungünstigsten Fall der Windbelastung.

Gleiche Fragen und ähnliche Untersuchungsmethoden ergaben sich auch bei der Festlegung der zulässigen Durchbiegungen. Es wurden hierbei Durchbiegungsbeschränkungen auf Grund verschiedener Beweggründe ermittelt, welche die in verschiedenen Ländern ungleichen Anforderungen erklären:

- 1) Die Verhinderung von Rissen und Undichtheiten in Fugen
- 2) Die psychologische Grenze für das Sicherheitsgefühl des Benützers
- 3) Die funktionelle Grenze für die Erhaltung der Verglasung und ihrer Fassung

Bild 7. Ueberdachung eines grösseren Gymnasiums im mittleren Osten mit Faltenwerken aus glasfaserverstärktem Kunststoff



Um über die Prüfung von Fassadenelementen einen Begriff zu geben, wurde die Disposition eines Prüfungsprogrammes für ein Hochhaus in London angegeben, welche im folgenden aufgeführt ist:

- Versuch A: Festigkeit eines Glaselementes und eines Isolationselementes im Rahmen
- Versuch B: Festigkeit des Rahmens
- Versuch C: Luftdichtigkeit
- Versuch D: Wasserdichtigkeit in unbelastetem Zustand
- Versuch E: Wasserdichtigkeit bei Vollbelastung
- Versuch F: Ermüdungsfestigkeit der Rahmenverbindungen

Die Versuche umfassten statische und dynamische Lastfälle ohne oder mit künstlicher Nachahmung atmosphärischer Einwirkungen. Für das Bestehen des Testprogrammes wurden bestimmte Kriterien festgelegt.

Ein weiteres Gebiet der Forschung ergab sich auch für die Anforderungen an solche Fassaden in bezug auf Feuersicherheit. In London besteht eine «Fire Research Station», welche die grundlegenden Untersuchungen für die staatlichen Bestimmungen durchführt. Soll für ein bestimmtes Baumaterial die zulässige Fassadenfläche ermittelt werden, so wird hierbei von der Gebäudegrösse, dem Grenzabstand wie auch von Gebäudefunktion und Unterteilung ausgegangen.

Die kurze Erwähnung der verschiedenen Konstruktionsprobleme lässt erkennen, dass hier wie dort ein riesiges Arbeitsfeld für Verwaltung und Private vorliegt, in welchem in Grossbritannien schon umfangreiche Ergebnisse erzielt worden sind.

## 2. Selbsttragende Eindeckungen

Der Anwendungsbereich von gefalteten Aluminiumblechtafeln erstreckt sich bis zu einer Spannweite von rund 3 m. Bei der Verwendung als Dacheindeckung mit einer Isolationsschicht und Bitumen-Klebedach wirkt sich das geringe Gewicht für die Vorfabrikation wie auch für ein müheloses Handhaben bei der Montage günstig aus; daneben sind diese Aluminiumblechtafeln auch deshalb für Überdachungen sehr gut geeignet, weil diese sozusagen vollständig unterhaltungsfrei sind.

Aus der Querschnittsform der Tafeln (Bild 5) ergibt sich für den Statiker die Frage der Stabilität der Druckplatte und damit im Zusammenhang der ungleichförmigen Spannungsverteilung infolge Ausbeulens. Die Berücksichtigung dieser Spannungsverteilung auf Grund von Erfahrungsformeln bewirkt eine bedeutende Erhöhung der Tragfähigkeit, hingegen durch Verminderung des wirksamen Trägheitsmomentes stärkere Durchbiegungen.

Nach Ansicht des Referenten würde die Entwicklung für Aluminiumelemente dahin gehen, dass diese vermehrt auch für die Gesamttragwirkung herangezogen werden. Für die oben erwähnte Form von Dacheindeckungen werden Versuche über Drill- und Schubwiderstände durchgeführt. Die Untersuchungen bezwecken aber nicht nur eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, sondern vor allem auch eine bessere Erfassung der wirklichen Kräfteverteilung und damit eine bessere Anpassung der Konstruktionen an die statischen Verhältnisse. Ferner ermöglichen solche Versuche auch, neue Anwendungsformen im

Gebiete der Flächentragwerke in Aussicht zu nehmen.

## C. Kunststoffe

Für die Verwendung der Kunststoffe im industrialisierten Bauen besteht heute die Möglichkeit vielseitiger Entwicklungen. Wohl wurden Kunststoffe bei uns wie auch in andern Ländern schon als reine Tragelemente angewendet. Diese Anwendungen sind jedoch eher Einzelfälle, denen beträchtliche Erfahrungen in den architektonischen oder nur teilweise tragenden Konstruktionsformen gegenüberzustellen sind.

Kunststoffe eignen sich besonders deshalb sehr gut für Bauzwecke, weil einerseits die Materialeigenschaften fast beliebig den Erfordernissen einer bestimmten Funktion angepasst werden können und weil andererseits die Formgebung infolge leichter Formbarkeit weitgehend frei ist. Tragende Elemente können daher in komplizierten, den Kräfteverhältnissen angepassten Querschnitten fabriziert werden. Mit Armierungen (vor allem aus Faserstoffen und Glas) wird diese Anpassungsfähigkeit noch wesentlich ergänzt, so dass wir heute von einem universalen Baumaterial sprechen können.

In der Konferenz wurde besonders darauf hingewiesen, dass der Sinn der Forschung und Entwicklung für die Kunststoffanwendung im Bauwesen nicht darin bestehen soll, in einer bestimmten Konstruktionsform andere Materialien zu ersetzen, da Kunststoffe in solchen Fällen sehr oft garnicht ökonomisch sind. Die Vorteile des neuen Baumate-

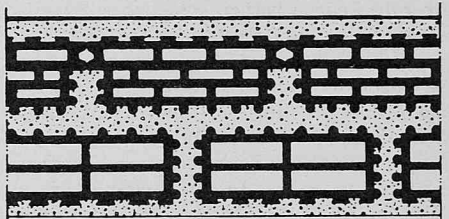
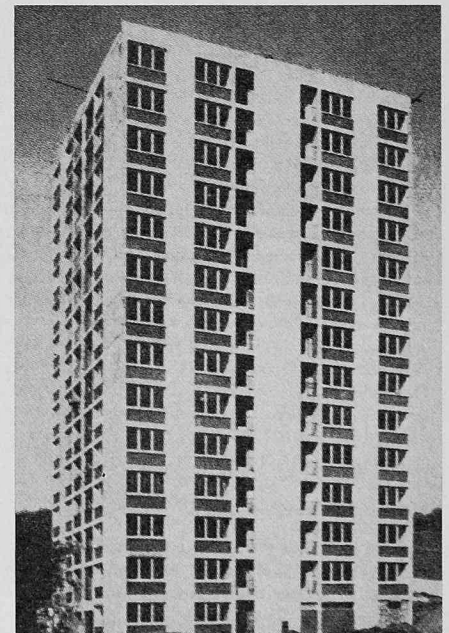


Bild 8. Typischer Horizontalschnitt durch die Aussenwandplatte eines französischen Systems

Bild 9. Vierzehnstöckiger Wohnblock mit Elementen eines französischen Bausystemes mit Verwendung von gebrannten Mauersteinen und Beton





rials müssen vielmehr für die Neubildung zweckmässiger und materialgerechter Konstruktionsformen benützt werden (Bilder 6 und 7). Besonders erfreulich ist es auch, zu erwähnen, dass die Leistungen unseres Landes in dieser Beziehung (besonders an der Landesausstellung in Lausanne, 1964) auch international anerkannt sind. – Der Referent sieht in bezug auf Kunststoffe als Baumaterial für die nächsten Jahre voraus, dass diese sich auf vielfältige Weise durchsetzen und dass deren technische Möglichkeiten die schöpferische Arbeit der Baufachleute bedeutend fördern werden.

#### D. Keramische Baustoffe

Die Systeme mit industriell hergestellten Bauelementen in Mauerwerk haben ähnliche Charakteristiken wie solche mit Beton. Man unterscheidet Blockwände mit Sichtmauerwerk und Tafelwände mit Füllblöcken. Es gibt sowohl Systeme, für welche die Elemente mit Handarbeit als auch solche, für die sie in Maschinenarbeit hergestellt werden. Ausserdem erstrecken sich die Möglichkeiten der Bauweisen von der rein fabrikmässigen Herstellungsweise bis zur vollständig rationalisierten Mauerung in traditioneller Bauweise.

In Grossbritannien gelten für industrielle und für konventionelle Herstellung von Mauerwerk die gleichen Bestimmungen. Es werden dort auch unsere Normen und Forschungsresultate sehr oft erwähnt und diese

dienen bei in Untersuchung begriffenen Problemen als Hilfsmittel und Vergleichsmassstab. In diesem Zusammenhang ist es daher besonders wesentlich, einige Probleme der Materialprüfung zu erwähnen:

1. Bei der Untersuchung mehrstöckiger Bauten an Modellen kommt besonders beim Mauerwerk die Frage der Übertragbarkeit der Resultate vom Versuch auf die Wirklichkeit hinzu.

2. Der britische «Code of Practice» gestattet eine Ausnützung von Zugspannungen bis zu 10 lb/sq. in (0,7 kg/cm<sup>2</sup>) im Mauerwerk je nach Dafürhalten des Ingenieurs. In neuerer Zeit sind nun Untersuchungen im Gange über eine Erhöhung der Zugfestigkeit des Mörtels durch neuartige Mischungen aus Epoxy-Harzen mit Meigel und Feinsand als Füllstoffen. Es wurde darauf hingewiesen, dass die erhöhte Beanspruchung der Fugen im Mauerwerk und zwischen Bauelementen voraussichtlich eine vermehrte Anwendung der Kunstharze erforderlich machen werde. Die Aufnahme der Zugspannungen durch Armierung ist wie bei uns ebenfalls in Entwicklung begriffen. Neben armierten Trag- und Deckenelementen in hochwertigen Mauersteinen kommen hierfür auch armierte Wandelemente mit einbetoniertem Füllmauerwerk in Frage (Bilder 8 und 9).

3. Während bei der hergebrachten Mauerung in künstlichen Bausteinen Kenntnisse

und langjährige Erfahrungen für die Herstellung des Mauerwerkes vorliegen, müssen bei Neueinführung industrieller Bauweisen die Festigkeitseigenschaften der Bauteile sowohl im Labor als auch auf dem Bau vermehrt geprüft werden. Als Grundlage für alle diese Materialprüfungen müssen Konventionen darüber getroffen werden, in welchem Verhältnis die Festigkeiten der Probekörper zu denjenigen des Bauwerkes stehen. Für die Prüfung von Mauerwerk wurden in England Probekörper in Würfelform von 9 inches (rund 23 cm) Seitenlänge verwendet. Die Bruchlasten von einstöckigen Wänden von 4½ in Mauerstärke mit hochwertigen Bausteinen in Zementmörtel 1:3 gemauert ergaben Übertragungsfaktoren von näherungsweise der Einheit. Es wurde aber besonders darauf hingewiesen, dass sich diese Faktoren mit anderen Stein- und Mörtel-eigenschaften ändern können.

Quellenangaben für die Abbildungen: Bild 1 R. G. Taylor, B. Sc.; Bilder 2 und 3 John Laing Ltd.; Bild 4 TRADA Timber Research and Development Association; Bilder 6 und 7 Prof. Makowsky, Battersea College of Technology; Bilder 8 und 9 P. E. Bradshaw, Edinburgh University.

Adresse des Verfassers: W. Nussbaumer, dipl. Ing., Ingenieurbüro, 8037 Zürich, Röteli-strasse 37.

## Eindrücke vom Deutschen Betontag 1967

Von Dipl.-Ing. G. Brux, Minden (Westfalen)

Vom 5. bis 7. April fand der Deutsche Betontag 1967 in Berlin auf Veranlassung des Deutschen Betonvereins statt. Nach der 58. ordentlichen Hauptversammlung wurde die Tagung in der Philharmonie nach Grussworten des regierenden Bürgermeisters Heinrich Albertz durch den Vorsitzenden des Betonvereins, Senator E. h. Dr.-Ing. Hans Minetti, eröffnet. Er begrüßte die 2600 Teilnehmer und Gäste – teils auch aus dem westlichen Ausland –, wies auf die Notwendigkeit der Fortbildung der im Beruf stehenden Ingenieure und die Forderungen der Bauwirtschaft an neue Vorschriften hin (Einheitlichkeit in allen Bundesländern, Erfüllbarkeit mit zumutbarem Aufwand und Ausgleich zwischen Sicherheitsbedürfnis und die Entwicklung nicht hemmender Freizügigkeit) und rief die deutsche Bauindustrie zur intensiveren Mitarbeit am Entwurf aller Bauvorschriften auf. – Danach übergab der Vorsitzende drei Diplomanden der Technischen Universität Berlin den Dischinger-Preis für 1965 und 1966 sowie Prof. Dr.-Ing. Fritz Leonhardt, Technische Hochschule Stuttgart, die Emil-Mörsch-Gedenkmünze für seine Verdienste um den Stahlbeton- und Spannbetonbau.

Anschliessend folgte der Festvortrag von Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. Hubert Rüschi, München, der sich mit der Frage «Sind Humboldts Bildungsideale heute noch lebendig?» befasste. Humboldt ging vor mehr als 150 Jahren beim Neugründen der Berliner Universität von vier Vorstellungen aus: Einmal, dass die Philosophie die Mutter aller Wissenschaften sei (wohingegen heute die Naturwissenschaften als Grundlagen mindestens als gleich wichtig angesehen werden) und sodann, dass auf den Oberschulen «im Lernen das Gedächtnis geübt, der Verstand geschärft, das Urteil berichtet und das sittliche Gefühl verfeinert werde» (während heute in Deutschland die Vorstellung herrscht, Bildung entstehe durch Anhäufen von Wissen). Humboldt fordert drittens die Einheit von Lehre und Forschung (die für den Studenten heute kaum noch vorhanden ist, da die Universität nicht mehr der allgemeinen Menschenbildung, sondern der Erziehung zu einem besonderen Fach dient), sowie die Lehr- und Lernfreiheit (während die durch politische Einflüsse am meisten bedrohte Lehrfreiheit bis heute unangetastet blieb, ist die Lernfreiheit für den deutschen Studenten meist mit der Berufswahl beendet). Der Vortragende kommt abschliessend zum Ergebnis, dass die vier Humboldtschen Bildungsideale im eigentlichen Sinne des Wortes

zeitlos sind und manche Anregung für die anstehende Hochschulreform geben.

Die Vortragsveranstaltung fand im Auditorium der Kongresshalle statt und behandelte zunächst «Entwicklungstendenzen im neuzeitlichen Spannbetonbrückenbau». Prof. Dr.-Ing. habil. Kurt Hirschfeld, Aachen, trug bezüglich «Konstruktion und Statik» vor und ging auf einige Sonderfragen ein, die sich im Zusammenhang mit dem statischen Verhalten unter Beanspruchung der im Bau befindlichen bzw. fertiggestellten Brücken ergeben (Konstruktionsleichtbeton, Anordnung schlaffer Bewehrung in der Druckzone, Vorteil schräg liegender Stegspannglieder beim Verringern der schiefen Hauptzugspannungen, elektronisch erstellte und geprüfte statische Berechnungen). – Ministerialrat Dipl.-Ing. Heribert Thul, Bundesverkehrsministerium Bonn, folgte mit einem Lichtbildvortrag über «Entwurf und Ausführung» zahlreicher in den letzten Jahren gebauter Strassenbrücken.

Bild 1. Rheinbrücke Bendorf im Zuge der Autobahn Montabaur-Trier mit 208 m Spannweite in der Mittelöffnung, die derzeit weitestgespannte Spannbetonbrücke im Freivorbau der Welt (während des Baues Hilfs-pylonen)

