

# Preisentwicklung und Strukturfragen im schweizerischen Stahlbau

Autor(en): **Geilinger, Werner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **84 (1966)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68806>

## **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.

werden immer wieder Vorschriften gemacht, die eine Ausnützung von besonderen Materialeigenschaften verhindern; andererseits setzen sich Projektverfasser aus Unkenntnis oder scheinbarer Geschäftstüchtigkeit Risiken aus, die die Gefahr von Rückschlägen dieser Bauweise in sich bergen.

Eine gewisse Ordnung zu schaffen, ist dringend notwendig. Die S.I.A.-Kommission für die Revision der Normen 161 für die Berechnung und Ausführung von Stahlbauten, in der die SSV mit 5 von total 7 Mitgliedern vertreten ist, kommt leider nur langsam vorwärts. Im Gegensatz dazu können von der TK verhältnismässig kurzfristig eigene Empfehlungen herausgegeben werden. Für das erwähnte Gebiet, die zulässigen Spannungen von St. 52, sind sie unter Beizug von P. Dubas der ETH ausgearbeitet und als Stahlbau-Bericht 21/1965 herausgegeben worden. Eine Kurzfassung in französischer und deutscher Sprache wurde im Sonderdruck als Empfehlung der TKSSV herausgegeben. Mit dem Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau bestehen wertvolle Kontakte. Dieses Amt stützt sich für die laufenden Brückenprojekte weitgehend auf die Arbeiten dieser Kommission.

Zu erwähnen ist, dass Empfehlungen eines Gremiums wie der TK bei Bauherren, Behörden und Gerichten ein bedeutend grösseres Gewicht als die Aussage eines einzelnen Ingenieurs haben. Zudem

sollen diese Empfehlungen der TK die Arbeit der S.I.A.-Kommission nicht konkurrenzieren, sondern fördern.

### III. Schlusswort

Die TKSSV wird auch in Zukunft stets eng mit den Hochschulen und den Hochschulinstitutionen zusammenarbeiten. Wie oben erwähnt, stehen uns dabei die ETH und die EPUL am nächsten.

Obwohl die Mitglieder der TKSSV in der auch weiterhin teilweise immer noch andauernden Zeit der Hochkonjunktur und der Überbeschäftigung oft Mühe haben, sich für die Weiterforschungsaufgaben die notwendige Zeit zu nehmen, wird wie in früheren Jahren daran festgehalten, dass die Vorsitzenden der Unterkommissionen sich voll für ihre Kommission einsetzen müssen. Nur in diesem Falle können die durch die TK gestellten Aufgaben sowohl rasch wie auch einwandfrei gelöst werden.

Die Hauptaufgabe der TKSSV besteht darin, auch in Zukunft, mit enger Verbindung zu den Hochschulen, weiter zu forschen und weiter zu entwickeln.

Adresse des Verfassers: Dr. C. F. Kollbrunner, 8702 Zollikon, Witellikerstrasse 50.

## Preisentwicklung und Strukturfragen im schweizerischen Stahlbau

DK 624.014.2.003

Von Werner Geiling, dipl. Bau-Ing., Winterthur

Der Jubilar, den es heute zu feiern gilt, hat geniale Leistungen vollbracht, die die Ingenieur-Technik der Stahlbauweise entscheidend gefördert haben. Dieses wichtige geistige Gut bildet die technische Grundlage für den Aufbau eines Stahlbau-Unternehmens. Für die Existenz der Unternehmung auf dem Markte von morgen entscheidet jedoch das wirtschaftliche Resultat der Leistung, die der Stahlbau-Unternehmer vollbringt.

Es darf darum wohl auch in diesem geistig-technischen Rahmen ein Wort über die Preisentwicklung und Strukturfragen im schweizerischen Stahlbau gesagt werden. Dieser Problembereich ist für alle, die sich mit dem Stahlbau befassen, von höchster Aktualität. Die Stahlbau-Unternehmer, die Ingenieure und Architekten, aber auch die Bauherren beobachten in den letzten Jahren immer wieder höchst paradoxe Situationen. Sie müssen sich zuletzt die Frage stellen, ob im schweizerischen Stahlbau eine Preisbasis überhaupt noch bestehe. Ein Beispiel möge diese Fragestellung verdeutlichen. Bei vier öffentlich ausgeschrieben Stahlbau-Submissionen auf Grund fertig ausgearbeiteter Projekte reichten je 20 bis 25 Stahlbau-Unternehmen Offerten ein. Die mittlere Streuung betrug  $\pm 20\%$ , bei einer einzelnen Submission stieg jedoch die Streuung auf  $\pm 35\%$ . Bedenkt man noch, dass ungefähr die Hälfte des Aufwandes des Stahlbauers auf das Rohmaterial fällt, so kommt der ruhige Beobachter zum Schlusse, dass der schweizerische Stahlbau-Unternehmer jede nüchterne, wirtschaftliche Denkweise über Bord geworfen hat. Der Rückgang der Stahlbau-Tonnage im Jahre 1965 um rd. 20% gegenüber dem Ausstoss 1964 hat dazu geführt, dass ein grosser Teil der Stahlbau-Unternehmen mit leeren Werkstätten vor dem Kunden steht. Dieses Bild wird nicht verschönert, jedoch sinnvoll abgerundet durch die bekannte Praxis, mit tiefsten Eingabepreisen den Bauherren zu gewinnen und ihn nach Fertigstellung der Arbeit mit massiven Nachforderungen zu konfrontieren.

In dieser ausserordentlichen Lage ist eine nüchterne Standortbestimmung und ein Blick

in die Zukunft für den Stahlbauer, den projektierenden Ingenieur, den Architekten und den Bauherren besonders nötig.

### 1. Beurteilung der Lage

Die Preis- und Kostenlage im Stahlbau kann am besten durch einen Rückblick auf die Jahre 1955 bis 1965 beurteilt werden. In Bild 1 sind die wichtigsten Kosten- und Preisdaten festgehalten.

1.1 Die mittleren Lieferpreise der Stahlkonstruktion, umfassend sämtliche Sparten des Stahlbaues (Kranbau, Stahlwasserbau, Hochbau, Industriearbeiten, Flugzeughallen-tore), haben sich in den vergangenen 11 Jahren nur leicht von 1440 Fr./t auf rd. 1500 Fr./t erhöht. Die Preise der weniger arbeitsintensiven Hochbaukonstruktionen konnten eher gesenkt werden. Es kann die erfreuliche Tatsache der Preisstabilität im schweizerischen Stahlbau festgehalten werden. Gleichzeitig hat sich die Qualität der Stahlkonstruktion durch die Verbesserung des Korrosionsschutzes und die Steigerung der Qualität des Rohmaterials erhöht.

1.2 Der Aufwand des Stahlbauers für das Rohmaterial zeigt leicht sinkende Tendenz (die periodisch in Erscheinung tretenden Höchstpreise auf dem internationalen Stahlmarkt wurden bei dieser Überlegung nicht in Betracht gezogen).

1.3 Die Arbeiterlöhne – ihnen folgten auch die Angestelltenlöhne – haben sich in den 11 Vergleichsjahren um 80% erhöht.

1.4 Die beobachtete Preisstabilität konnte nur durch eine radiakle Senkung des Aufwandes in der Werkstatt und auf der Montagestelle erzielt werden. Die Einsparung beträgt ungefähr 50%.

### 2. Der Übergang von der gewerblichen zur industriellen Stahlbau-Tätigkeit

#### 2.1 Gewerbliche und industrielle Denkweise

Der Stahlbau wurde in den Nachkriegsjahren noch auf handwerklicher Basis betrieben. Eine anständige Halle, kombiniert mit einer Freilagerkranbahn und mit einfachen Werkzeugmaschinen ausgerüstet, bildeten die betriebliche Grundlage für ein Stahlbau-Unternehmen.

Gegenüber automatischen oder hochmechanisierten Bearbeitungsverfahren machte der Stahlbauer grosse Vorbehalte. Die stetigen, unvermeidbaren Sonderwünsche der Kunden führten unvermeidlich zu Einzelkonstruktionen; man sagte, die Anpassung der Konstruktionsform, die die besonderen Bedürfnisse des Kunden berücksichtigte, sei eine besondere Stärke der schweizerischen Stahlbau-Industrie. Mit solchen Gedankengängen wurde die Einfachheit des Werkzeugs des schweizerischen Stahlbau-Unternehmers begründet. Heute muss objektiv festgestellt werden, dass mit einer solchen Denkweise der Stahlbauer auf dem Markte von morgen nicht mehr bestehen können.

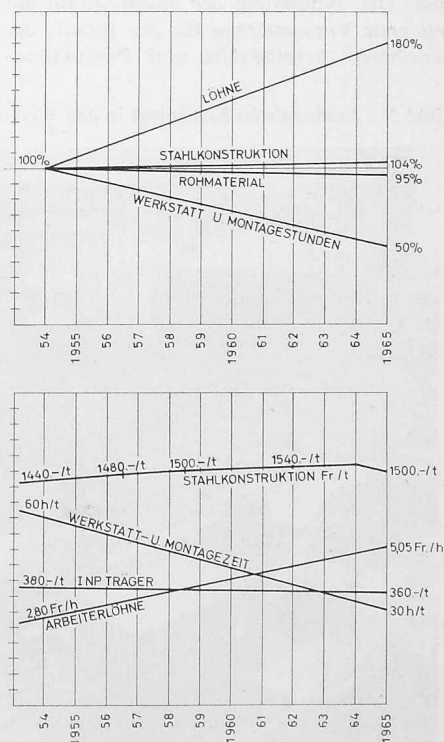


Bild 1. Entwicklung der Kosten und Preise im Stahlbau in der Schweiz

Der Erfolg des modernen Stahlbau-Unternehmens auf dem kommenden Markt beruht auf einer industriellen Konzeption, die eine kontinuierliche, möglichst gleichmässige Leistung voraussetzt. Nur bei möglichst grosser Konstanz der Aufgabe und einer optimalen Ausschöpfung der Gesetze der Einübung im Büro, in der Werkstatt und auf Montage können die Gestehungspreise trotz steigenden Arbeitslöhnen so tief gehalten werden, dass der schweizerische mittelgrosse Stahlbaubetrieb in Zukunft die Auseinandersetzung mit den grossen europäischen Konkurrenten nicht zu fürchten braucht.

## 2.2 Gestaltung des Verkaufs- und Fabrikationsprogrammes

Das Sortiment der einzelnen schweizerischen Stahlbau-Unternehmung ist sehr breit. In der Regel erstellt jede Stahlbau-Unternehmung Hochbauten, Hallenbauten, Transport-Anlagen, Stahlwasserbauten, kleinere oder grössere Brücken, Toranlagen. Es gilt das alte Prinzip, dass jeder Stahlbauer alles kann und vor allem alles am besten weiss. Neben dem breit gestreuten Stahlbau-Sortiment pflegen aber alle Stahlbau-Unternehmen andere Sortimente wie z. B. Maschinenbau, Blechbau, Schlosserarbeiten oder Metallbau. Die Einrichtung moderner Fabrikationsanlagen beansprucht die personellen und finanziellen Mittel jedoch ausserordentlich stark. Es ist darum undenkbar, dass ein Stahlbau-Unternehmer schweizerischer Grössenordnung auf allen angestammten Gebieten den Schritt von der gewerblichen zur industriellen Fertigung vollziehen kann. Eine Bereinigung des Verkaufs- und Fabrikationsprogrammes ist die Voraussetzung für alle weiteren Massnahmen.

## 2.3 Typisierung der Konstruktion

Die Straffung des Verkaufs- und Fabrikationsprogrammes genügt nicht, um die Möglichkeiten auszunutzen, die die Gesetze der Einübung und die Automatisierung bieten. Die Typisierung der Konstruktion gilt als erste Voraussetzung für den Einsatz der kostbaren Arbeitskräfte und Produktions-

anlagen. Die Anwendung des Prinzips der anpassungsfähigen Normalisation auf immer wieder auftretende Stahlskelett-Typen, wie z. B. Shedkonstruktionen, gestattet die Festlegung bestimmter Trägerformen (Rinnenträger, Wabenträger usw.).

Die feste Normalisation lässt sich nur auf die Ausbildung von Anschlüssen und anderen konstruktiven Details anwenden. Die Typisierung der Konstruktion bildet jedoch die Grundlage für die arbeitstechnische Rationalisierung in Büro und Werkstatt.

### 2.4 Arbeitstechnische Rationalisierung

Die Rationalisierung der Arbeit in der Werkstatt wird meist so durchgeführt, dass die Vorbereitungsarbeiten ins Büro verlegt werden. Einer Verminderung der Arbeitszeit in der Werkstatt steht dann meist eine Vermehrung des Aufwandes im Büro zur Seite. Bei der vorhin beschriebenen Typisierung der Konstruktion lässt sich jedoch auch der Arbeitsaufwand im Konstruktionsbüro in Grenzen halten.

a) Die arbeitstechnische Rationalisierung im Konstruktionsbüro kann durch folgende Massnahmen gefördert werden:

- Aufstellung von statischen Tabellen und Kurven, die zu einer starken Verminderung des Projektaufwandes führen.
- Verwendung von Normalplänen von anpassungsfähig normalisierten Konstruktionsteilen.
- Normalblätter für die Ausführung sämtlicher Anschlüsse.

b) Die arbeitstechnische Rationalisierung in der Werkstatt beruht auf der durch die Typisierung ermöglichten konstanten Wiederholung gleichbleibender Elemente. Die Arbeiter haben so die Möglichkeit, sich einzüben. Der grosse, einmalige Zeitaufwand für die Einzelfabrikation fällt weg, so z. B. das Studium der Pläne, Überlegen des richtigen Vorgehens, Aneignen der besten Arbeitstechnik. Die typisierte Konstruktion bietet auch die Möglichkeit, mit grossem Erfolg Arbeitsstudien vorzunehmen, auf Grund derer die Konstruktion bis auf das letzte Detail ausgefeilt werden kann.

Im Stahlbau-Betrieb spielt der Aufwand für die Manipulation eine grosse Rolle. Bei der typisierten Konstruktion kann dieser Aufwand durch den Einsatz von speziellen Heft- und Drehvorrichtungen stark herabgesetzt werden.

Durch die beschriebenen arbeitstechnischen Rationalisierungsmassnahmen, die auf der Typisierung der Konstruktion beruhen, kann der Arbeitsaufwand auch arbeitsintensiver Konstruktionen durchschnittlich um die Hälfte verkleinert werden.

### 2.5 Automatisierung der Arbeitsgänge

Diese findet im Stahlbau schrittweise Eingang.

Die in Bild 2 dargestellte automatische Sägeanlage mit mechanischen Zu- und Abfuhrvorrichtungen und einer optischen Messeinrichtung erlaubt, dank ihrer Schwenkbarkeit, auch die Bearbeitung von Einzelstücken bis zu 1000 mm Steghöhe.

Die automatische Reinigungsmaschine, wie sie in Bild 3 dargestellt ist, hat von der Schweiz aus ihren Eingang in die europäische Stahlbau-Industrie gefunden.

Das Schweiessen hat sich bis heute der Automatisierung auf weite Bereiche beharrlich entzogen. Die Typisierung der Konstruktion gestattet jedoch, neben dem bekannten, vollautomatischen Schweisverfahren halbautomatisierte Schweisverfahren weitgehend einzusetzen.

Der Investitionsaufwand für die Automatisierung der wichtigsten Arbeitsgänge ist sehr hoch, er beträgt je nach Ausbaustufe 2 bis 4 Mio. Franken. Bei einem Ausstoss von 4000 bis 8000 t/Jahr ergeben sich jedoch beträchtliche Kosteneinsparungen.

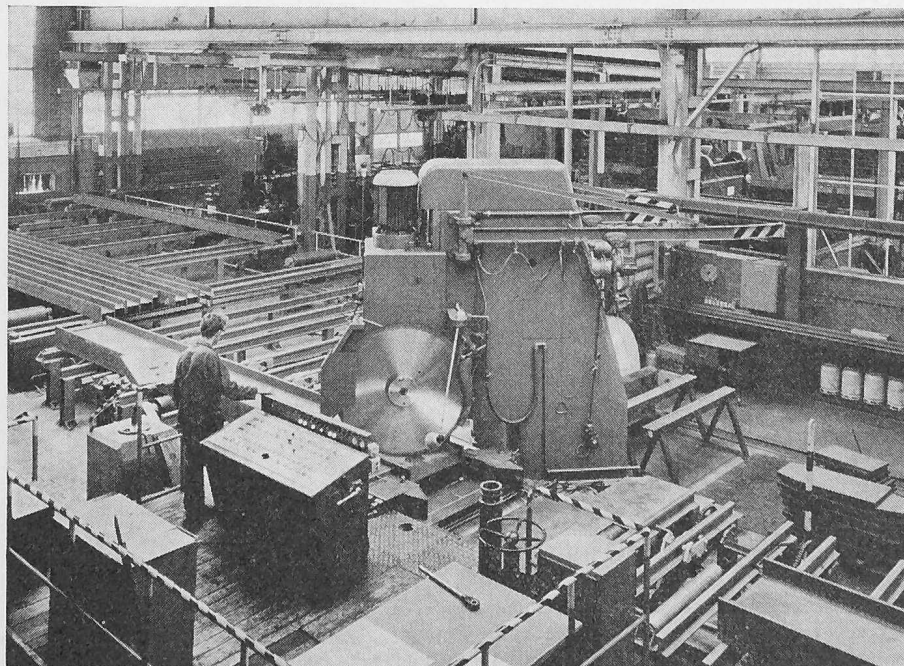
Die Verfolgung der beschriebenen Konstruktions- und Fabrikationskonzeption und der wagemutige Kapitaleinsatz erlauben es dem schweizerischen Stahlbau-Unternehmer, die Steigerung der Arbeitslöhne während der letzten 10 Jahre vollumfänglich aufzufangen und trotzdem die Ertragslage, die für die Existenz des Unternehmens auf dem Markt von morgen so wichtig ist, zu erhalten.

## 3. Prognose

Eine Prognose für die Entwicklung der Stahlbauweise und der Struktur der Stahlbau-Industrie ist ein gewagtes Unterfangen. Und doch sei mit allen Vorbehalten ein solcher Ausblick gewagt. Er soll alle mit dem Stahlbau verbundenen Kräfte zum Nachdenken und Vorausschauen anregen.

3.1 Die Entwicklung des schweizerischen Bauvolumens und des Ausstosses der schweizerischen Stahlbau-Industrie in den letzten 11 Jahren ist in Bild 4 in nominellen und realen Grössen dargestellt. Generell betrachtet, kann gesagt werden, dass die schweizerische Stahlbau-Industrie ihren Marktanteil mindestens hat halten wenn nicht sogar steigern können. Gegenüber dieser erfreulichen Beobachtung muss der Stahlbau-Unternehmer jedoch feststellen, dass der Ausstoss von 4 bis 5 grösseren Stahlbau-Unternehmungen nicht nur um das Doppelte, sondern um das Drei- bis Vierfache angestiegen ist. Die Mehrzahl der schweizerischen Stahlbau-Unternehmen konnte ihren Umsatz nur unterdurchschnittlich erhöhen; diese Unternehmungen erreichen heute knapp die minimale Tonnage von 2000 t. Es zeichnet sich damit eindeutig eine Strukturveränderung in der Stahlbau-Indu-

Bild 2. Automatische Sägeanlage in den Werkstätten Geilinger, Winterthur





strie ab, die durch die im vorgehenden Abschnitt dargestellten technologischen Bedingungen ausgelöst worden ist.

3.2 Den Vergleich mit der Ortbetonweise kann der Stahlbau ohne Scheu wagen. In Bild 5 ist die Kostenentwicklung der wichtigsten Elemente einer Ortbeton-Decke von 16 cm Stärke festgehalten. In den Einheitspreisen des Jahres 1965 ist der Anteil der Installationskosten mitberücksichtigt. Der Stahlbau ist durch seine Preiskonstanz ein harter Gegner der Ortbetonbauweise geworden. Aber auch sein jüngster Konkurrent, der sich durch viel Propaganda Beachtung verschafft – die vorfabrizierte Betonelement-Bauweise –, kann die Kosten der Betonkonstruktion nicht auf die Preisbasis des Jahres 1955 zurückführen.

3.3 Die Prognose für die Entwicklung des Ausstosses der Stahlbau-Industrie ist in Bild 6 dargestellt. Sie beruht auf einem konstanten schweizerischen Bauvolumen, weiter ansteigenden Arbeitslöhnen und unveränderten Preisen für das Rohmaterial. Durch die optimale Ausschöpfung der im zweiten Abschnitt umschriebenen technologischen Möglichkeiten lässt sich der Aufwand in Werkstatt und auf Montage weiter senken. Die Verteuerung der Arbeitskosten wird durch diese Massnahmen auch in den nächsten 5 Jahren aufgefangen werden können; es ist sogar eine Senkung des mittleren Lieferpreises zu erwarten. Die Stahlbauweise wird in die Lage gesetzt, ähnlich wie in den letzten paar Jahren, in Anwendungsgebiete einzudringen, die bis anhin der Betonbauweise vorbehalten waren. Der Flachbau ist bei objektiver Kostenersparnis heute bereits fast ganz zur Domäne des Stahlbaues geworden, aber auch im Hochbau findet der Stahlbau, trotz des Handicaps des Feuerschutzes, raschen Eingang. Bei nüchterner Betrachtung, d. h. unter Voraussetzung eines konstanten realen

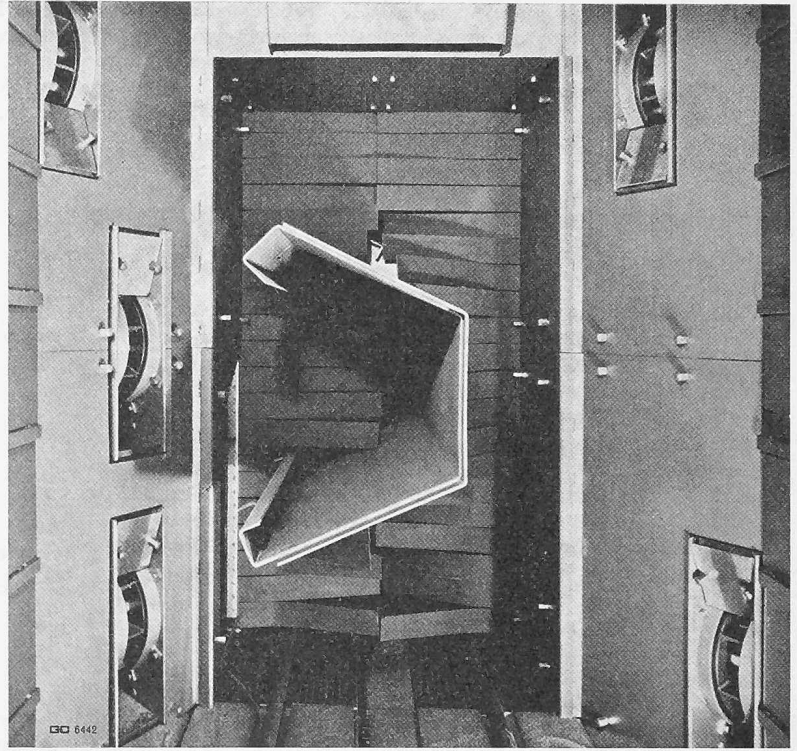


Bild 3. Automatische Reinigungsmaschine Geilinger

schweizerischen Bauvolumens, kann sich der Ausstoss der schweizerischen Stahlbau-Industrie in den nächsten 5 Jahren, trotz des im Jahre 1965 eingetretenen Rückschlages, um ungefähr 10%, d. h. um 10 000 t erhöhen.

Der Stahlbau-Unternehmer darf aber trotz dieses erfreulichen Ausblicks die bereits geschilderte Strukturveränderung nicht in den Wind schlagen. Die durch die technologischen Möglichkeiten und die damit verknüpften hohen Investitionsaufwendungen ange-

bahnte Strukturänderung in der Stahlbau-Industrie wird sich weiter durchsetzen. Diesen Aspekt der Prognose sollte manchen Stahlbauer veranlassen, rechtzeitig die unternehmungspolitischen Entscheide zu fassen.

#### 4. Schlussbemerkungen

Die günstige Prognose für die Preisentwicklung der Stahlbauweise und die darauf beruhende Ausweitung der Anwendungsgebiete des Stahlbaues ruft gebieterisch nach einer intensiven und guten Zusammenarbeit zwischen den projektierenden Ingenieuren und Architekten und dem Stahlbau-Unternehmer. Leider besteht in dieser Frage ein beidseitiges Malaise, das durch Fehler auf beiden Seiten entstanden ist. Eine genauere Darstellung dieses wichtigen Aspektes sprengt jedoch den Rahmen dieses Beitrages. Ich muss mich auf eine kurze These beschränken, die für die zukünftige, intensive Zusammenarbeit zwischen projektierendem Ingenieur und Stahlbauer wegleitend sein sollte:

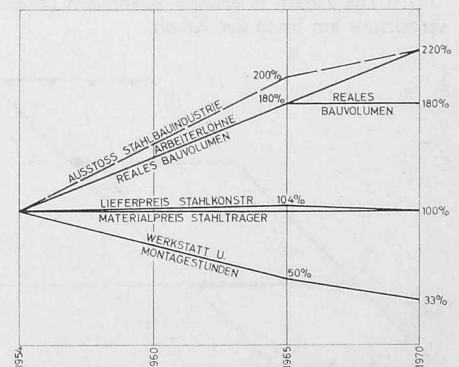
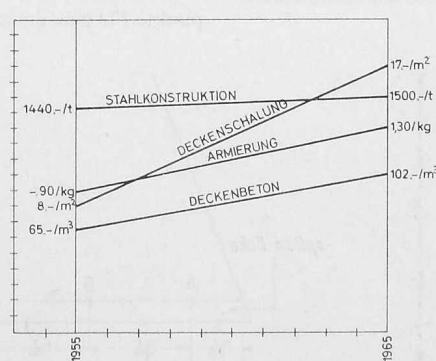
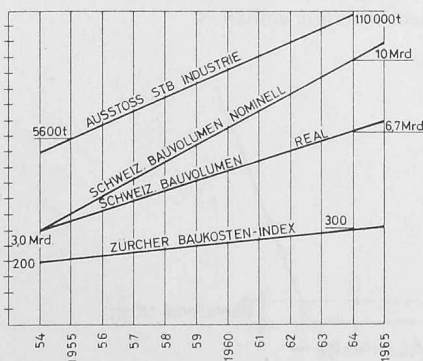
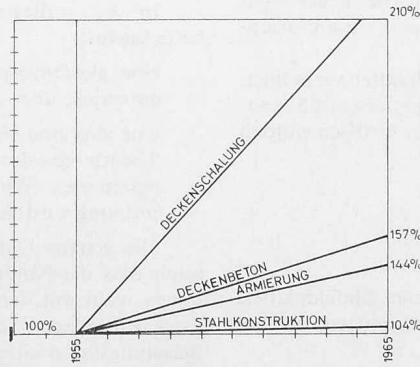
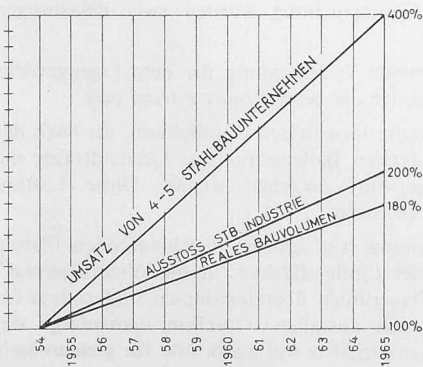


Bild 4. Bauvolumen und Ausstoss der schweizerischen Stahlbauindustrie

Bild 5. Vergleich der Kostenentwicklung Stahlkonstruktion-Ortbeton

Bild 6. Programm für die Entwicklung des Ausstosses der schweiz. Stahlbauindustrie

Der projektierende Ingenieur möge auf Grund dieser Darstellung die grosse technische und wirtschaftliche Leistung des seriösen Stahlbauers anerkennen. Dieser ist aber seinerseits auch gehalten, den Missbrauch seiner

Ingenieur-Kenntnisse durch die Bauherren zu meistern, um damit die Konkurrenzierung des frei erwerbenden Ingenieurs in Grenzen zu halten. Auf der Basis einer solchen Verhaltensweise können Ingenieur und Stahlbauer

zusammenarbeiten und so einen wichtigen Beitrag zum Kostenaspekt im Bauwesen leisten.

Adresse des Verfassers: *Werner Geilinger*, in Firma Geilinger & Co., Eisenbau-Werkstätten, 8401 Winterthur, Postfach.

## Widerlagerreaktionen bei durchlaufenden schiefen Platten

DK 624.073.126

Von Dr. sc. techn. **H. von Gunten**, Bern

### 1. Einleitung

In den letzten Jahren ist das Schrifttum über schiefe Einfeldplatten gewaltig angestiegen, so dass heute dem Ingenieur ausreichende Angaben und Tabellen zum Erstellen von Vor- und Ausführungsprojekten zur Verfügung stehen. Insbesondere hat man ziemlich eingehende Kenntnisse von der Grösse und ungleichmässigen Verteilung der Auflagerreaktionen (vgl. dazu Lit. [1], [2], [3]<sup>1)</sup>). Für durchlaufende schiefe Platten findet man wohl verschiedenste Literaturangaben über die Grösse und Richtung der Hauptmomente, hingegen gibt es nur sehr spärliche Angaben über die Grösse der Reaktionen bei den Endauflagern. Diese haben zudem meist nur für ganz bestimmte Einzelfälle Gültigkeit. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass in der Praxis oft sehr rudimentäre und leider auch falsche Vorstellungen über diese Kräfte vorhanden sind. Mit der vorliegenden Arbeit ist beabsichtigt, für einige systematisch zusammenhängende Fälle von schiefen Dreifeldplatten genaue Werte der Widerlagerreaktionen anzugeben und auf die komplizierten Zusammenhänge hinzuweisen.

### 2. Auswahl der untersuchten Plattentypen

Die unten dargestellten Ergebnisse wurden mittels Modellversuchen gewonnen. Es ist hier nicht der Ort, um auf die Einzelheiten der Messtechnik und Umrechnung einzutreten (vgl. hiezu z. B. [4]).

In Bild 1 finden sich die Bezeichnungen, wie sie in der vorliegenden Arbeit benützt werden.

Wie bei den Einfeldplatten sind auch bei schiefen, an den Widerlagern punktförmig gestützten Durchlaufplatten die Reaktionen abhängig von der Plattenschiefe, dem Seitenverhältnis  $l:b$ , der Anzahl der Lager, der Lage der Abstützungen, der Nachgiebigkeit der Lager und der Belastungsart (vgl. [3], Seite 26).

Bei den durchlaufenden Platten spielen weiter die Zahl und die Längenverhältnisse der Oeffnungen eine Rolle.

Diese grosse Zahl von Parametern bedingen – um den Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu sprengen – gewaltige Einschränkungen, so dass viele, an sich sehr gerechtfertigte Wünsche, leider nicht erfüllt werden können. Sechs verschiedene Plattentypen, die im folgenden kurz beschrieben sind, wurden untersucht.

Bei den Messungen wurden durchwegs Dreifeldplatten verwendet, und zwar mit den senkrecht zu den Auflagerlinien gemessenen Spannweiten  $l$ ,  $l_M$  und  $l$  (vgl. Bild 1). Als Verhältnisse dieser Grössen wurden gewählt:

$$\begin{aligned} l : l_M : l &= 1 : 2 : 1 \\ &= 1 : 1,5 : 1 \\ &= 1 : 1 : 1. \end{aligned}$$

Die Kenntnis der Auflagerreaktionen bei schiefen Einfeldplatten (Angaben in [3]) sowie bei Dreifeldplatten dürften genügen, um bei

<sup>1)</sup> Die Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Ende der Arbeit.

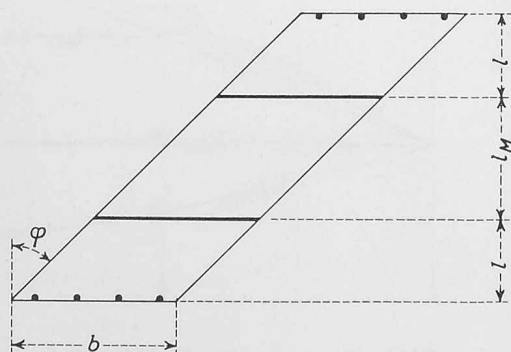


Bild 1. Bezeichnungen

Vorprojekten für Durchlaufträger mit anderer Felderzahl die Widerlagerreaktionen genügend genau abzuschätzen.

Die Plattenschiefe, hier mit  $\varphi$  bezeichnet, betrug  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  und  $60^\circ$ . Auf eine Messung der Auflagerkräfte für die durchlaufende Rechteckplatte ( $\varphi = 0^\circ$ ) konnte nicht verzichtet werden, da die ungleichmässige Verteilung von vornherein nicht bekannt war und auch die Summe der Einzelreaktionen nicht mit dem Wert des Dreifeldbalkens übereinstimmt, da, bedingt durch den Plattencharakter, über den Punktlagern negative Momente auftreten, welche ihrerseits die Auflagerreaktionen beeinflussen.

Die untersuchten Seitenverhältnisse waren:

$$\begin{aligned} l : b &= 1 : 2 \\ &= 1 : 1. \end{aligned}$$

Bei der Festlegung der Anzahl Einzellager musste der grösste und willkürlichste Eingriff getan werden. Nach reiflicher Überlegung wurden bei den Widerlagern vier einzelne Punktlager gewählt. Sie sind in regelmässigen Abständen angeordnet (Bild 2) und wurden im Modell durch kleine Stahlkugeln nachgebildet.

Andrä und Leonhardt [2] haben gezeigt, dass die Anzahl der Auflager einen entscheidenden Einfluss auf die Grösse der Auflagerreaktionen hat. Bevor von den hier vorgelegten Ergebnissen mit vier Endauflagern auf die Grösse der Reaktionen bei einer andern Lageranzahl geschlossen wird, ist es angebracht, die Veröffentlichung von Andrä und Leonhardt sehr genau zu studieren.

Die Zwischenaullager wurden als Linienlager ausgebildet. Um die Nachgiebigkeit aller Auflager auszuschalten, haben wir sehr starke Stahlprofile als Unterstützung gewählt. Die in der Dissertation von Weise [3], S. 11) verwendete Nachgiebigkeit  $N$  darf demzufolge in guter Näherung als null gesetzt werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurden zwei Belastungen berücksichtigt:

- eine gleichmässig verteilte Vollbelastung, die dem Eigengewicht entspricht und demzufolge die Bezeichnung  $g$  trägt und
- eine gleichmässig verteilte Last in den Randfeldern, die nach der Theorie des durchlaufenden Balkens für den Dreifeldträger die maximalen Widerlagerkräfte ergeben würde. Diese Lastanordnung wird mit  $p$  bezeichnet.

Die genaue Untersuchung von schiefen durchlaufenden Platten zeigt, dass die Nulllinien der Einflussflächen für die Widerlagerreaktionen nicht mit den Auflagerlinien übereinstimmen und zudem für jedes Einzellager verschieden ausfallen. Obschon demzufolge der Belastungsfall  $p$  nicht die maximalen Auflagerkräfte für gleichmässig verteilte Belastung ergibt, dürften die Resultate genügend Anhaltspunkte für eine erste Dimensionierung enthalten.

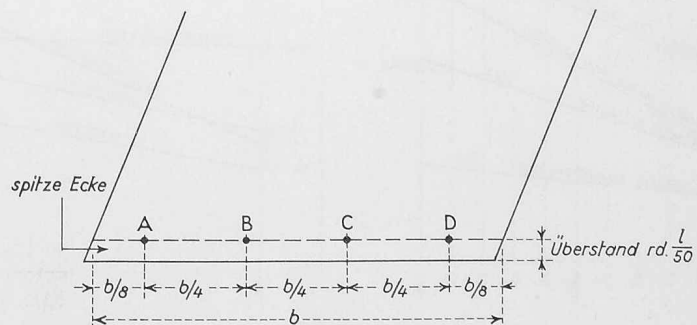


Bild 2. Anordnung und Bezeichnungen der Auflagerpunkte