

# Einführung zur Diskussion: Konzept für Entwurf und Fertigung im Stahlbau

Autor(en): **Jungbluth, Otto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **10 (1971)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-11168>

## **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.

### Einführung zur Diskussion: Konzept für Entwurf und Fertigung im Stahlbau

Introduction to the Discussion:  
Design and Fabrication of Steel Structure

Introduction à la discussion:  
Projet et exécution en construction métallique

**OTTO JUNGBLUTH**  
Professor Dr.-Ing.  
Ordinarius für konstruktiven Ingenieurbau  
Ruhr-Universität Bochum, BRD

Das Thema dieses Kongresses "In Serien gefertigte Stahlbauten" kann man wohl in verschiedener Weise ausdeuten und diskutieren. Insbesondere möchte ich das Thema meines Generalreferates "Konzept für Entwurf und Fertigung im Stahlbau" in sehr weit gesteckten Grenzen aufgefaßt wissen und vor allem in einer engen Wechselbeziehung zwischen Entwurf und Fertigung.

Daß weltweit die Fertigungstechnik des Stahlbaus, ja nicht nur des Stahlbaus, sondern des ganzen konstruktiven Ingenieurbaus, d. h. des Bauens mit Stahl, Stahlbeton, Spannbeton, Holz, Aluminium und Kunststoffen auf einem sehr niedrigen Rationalisierungsniveau steht, geht schon aus dem folgenden Bild (Bild 1)

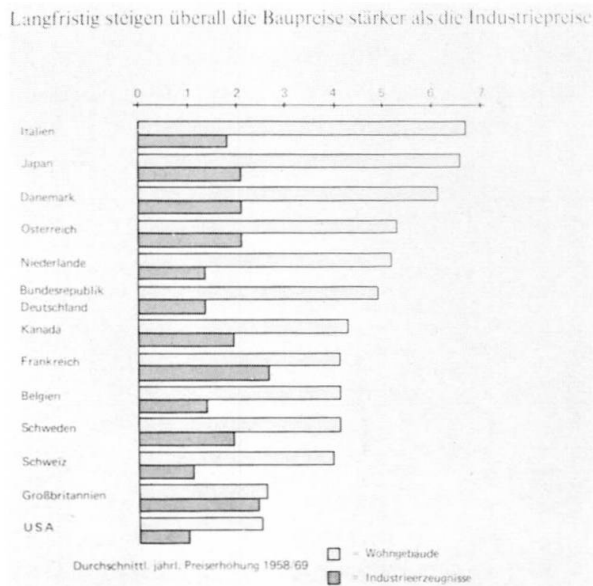


Bild 1

hervor, aus dem ersichtlich ist, daß im letzten Jahrzehnt in allen Industrieländern die Baupreise erheblich schneller gestiegen sind als die Preise anderer Industriegüter.

Ich wage die Behauptung: Wenn die in Wissenschaft und Forschung tätigen Bauingenieure sich mit der gleichen wissenschaftlichen Methodik, mit der sie sich um die Weiterentwicklung der theoretischen Berechnungsverfahren der Tragwerkssysteme bemüht haben, auch um die Herstellung ihrer berechneten Produkte gekümmert hätten, würde die weltweite Baukostensteigerung nicht ein solches Ausmaß angenommen haben.

Daß dieser Kongreß die Möglichkeit bietet, im Rahmen seines Themas darauf aufmerksam zu machen, daß künftig in der Forschung alle vier Bereiche des

konstruktiven Ingenieurbau Werkstoff - Berechnung - Konstruktion - Fertigung die gleiche Bedeutung geschenkt werden muß, ist sein besonderes Verdienst.

In meinem Generalreferat habe ich darauf hingewiesen, daß man für die Serienfertigung von Stahlbauten drei Lösungsformen unterscheiden kann (Bild 2):

1. *Typisierte Serienbauten*
2. *Bauen mit Systemen aus typisierten Elementen*
3. *Maßgeschneiderte Bauten aus fertigungstechnisch ähnlichen Elementen*

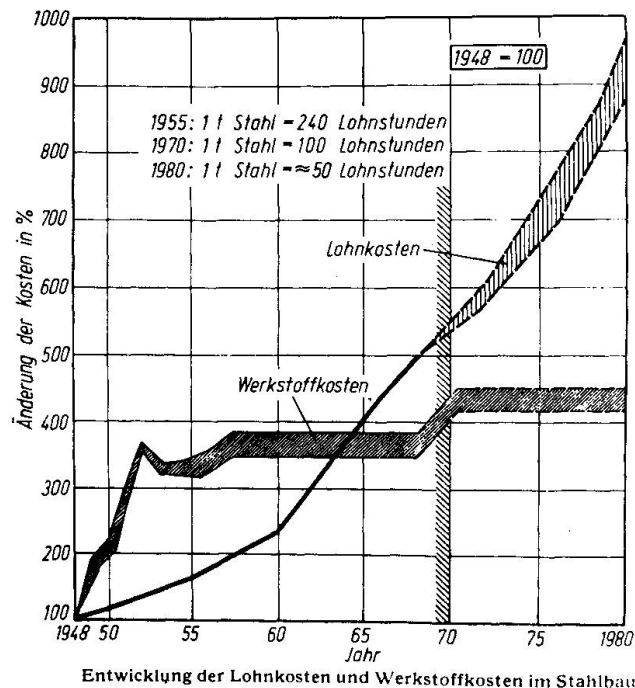
**Drei Lösungen für Serienfertigung von Stahlbauten**

UNIVERSITÄT  
BOCHUM  
KIB II

Bild 2

Diese Einteilung stellt gleichzeitig eine Rangordnung dar von der fertigungstechnisch einfacheren Typenbauweise zu Ähnlichkeitsteilen, z. B. stabförmigen Bauteilen, die im fertigungstechnischen Aufwand schwieriger herzustellen sind, wenn man das Ziel der Kostenminimierung anstrebt.

Da auch in den nächsten Jahrzehnten bis auf den leichten Hallenbau die strenge Typisierung, wie z. B. beim Automobilbau, die Ausnahme und das maßgeschneiderte Bauen mit Ähnlichkeitsteilen die Regel bilden wird, muß einer auf dieses Baupsystem abgestellten industrialisierten Fertigungstechnik unser besonderes Augenmerk gelten. Dies ist umso wichtiger, je mehr sich das Lohnkosten/Materialkostenverhältnis verschiebt (Bild 3).



Entwicklung der Lohnkosten und Werkstoffkosten im Stahlbau

Bild 3

Bei einem Stundenlohn von DM 10,- bis DM 12,-, der in der Bundesrepublik Deutsch-

land noch vor 1980 überschritten werden soll, wird es kaum eine andere Lösung als die der rationalisierten und zunehmend automatisierten Fertigung geben.

Eine Untersuchung in Betrieben mit konventioneller Fertigung (Bild 4) zeigt,

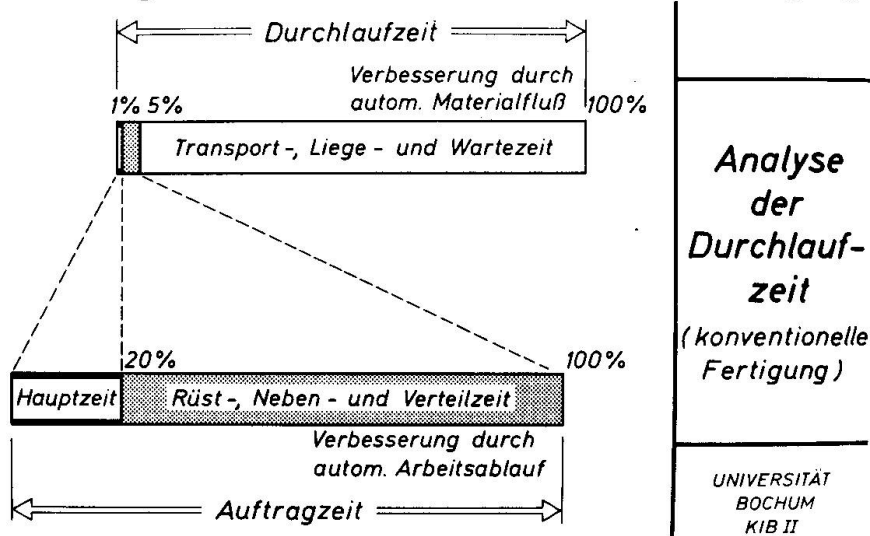


Bild 4

daß die Durchlaufzeit von Werkstücken durch den Betrieb im wesentlichen aus Transport, Liege- und Wartezeit besteht. Da diese Zeiten nicht zu einer Wertsteigerung des Werkstücks beitragen, sondern nur Kosten verursachen, wurde die Planung einer Stahlhochbaufabrik (Bild 5)



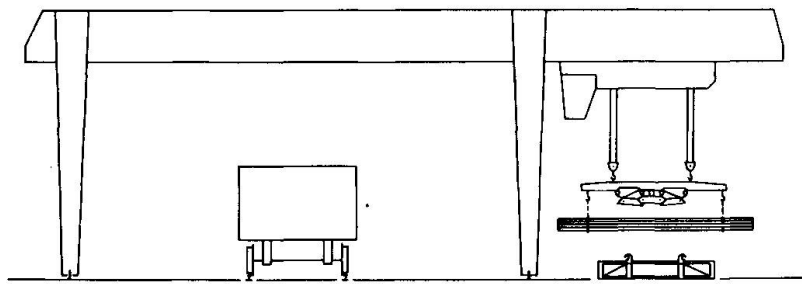
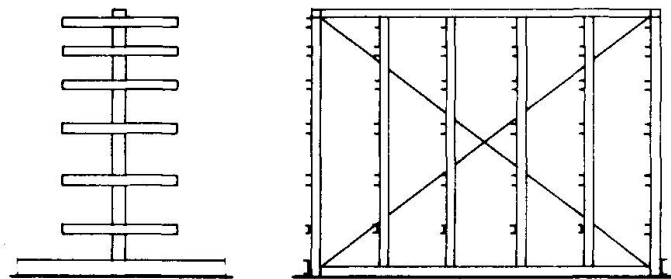
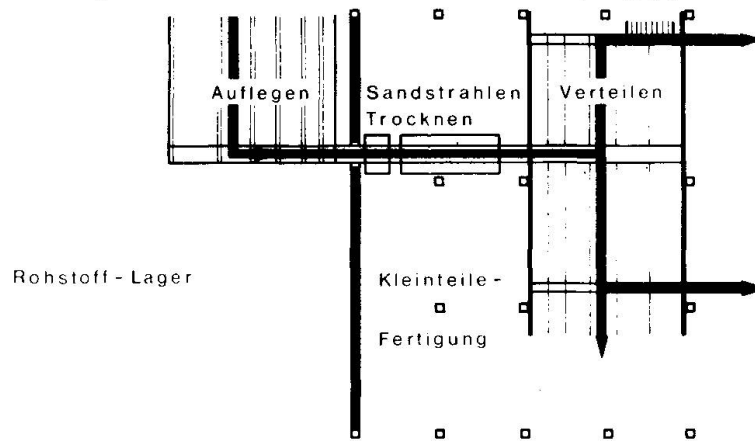
Stahlhochbau-Fabrik

Universität  
Bochum  
KIB II

Bild 5

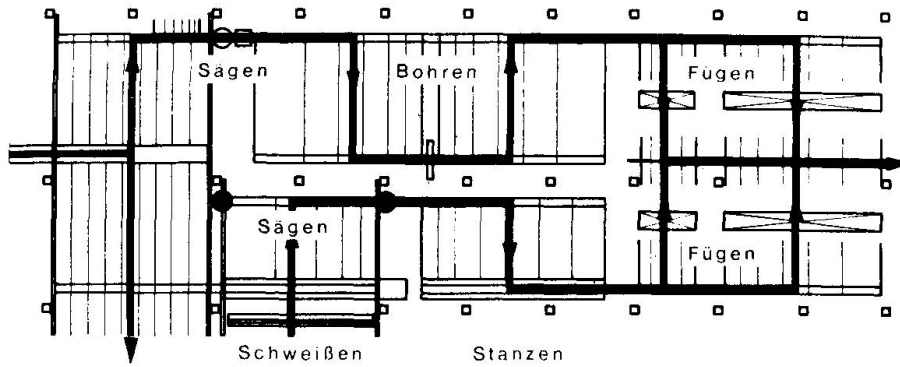
streng dem Materialfluß entsprechend ausgelegt. Gerade die Großteilfertigung im Stahlbau ist vor allem ein Transportproblem.

Da Stahlbaugroßteile meist eine längliche Form besitzen, verläuft der gesamte Fertigungsfluß ohne Schwenken der Teile nur in Quer- oder Längsrichtung des Werkstücks. Wenn aus diesem Grund der Bahn- und Straßenanschluß parallel zu den Fertigungshallen angeordnet ist, kann das Rohmaterial von einem Portallagerkran (Bild 6) im Bündel aufgenommen und auf dem Rohmateriallager in automatisch an- und abkuppelbaren Stapelbehältern abgelegt werden. Bei Teilen mit relativ hohem Gewicht (Bild 7) dürften tannenbaumförmige Regale vorzuziehen sein. Die Fertigung beginnt mit den Arbeitstakten Trocknen und Sandstrahlen (Bild 8), da bereits der Lagerkran das Rohmaterial auf dem ersten Querschlepper in den für das wirtschaftliche Sandstrahlen erforderlichen Fertigungsfamilien anordnen kann. Der für die Betriebsfunktion des Bauteils nicht notwendige, beim Schweißen nachteilige und kostenintensive Shop-Primer kann wegen der kurzen Durchlaufzeit der mechanisierten Fließfertigung eingespart werden.

**Hubzangen - Lagerkran**UNIVERSITÄT  
BOCHUM  
KIB IIBild 6**Freitrageregale**Universität  
Bochum  
KIB IIBild 7**Sandstrahlanlage**Universität  
Bochum  
KIB IIBild 8

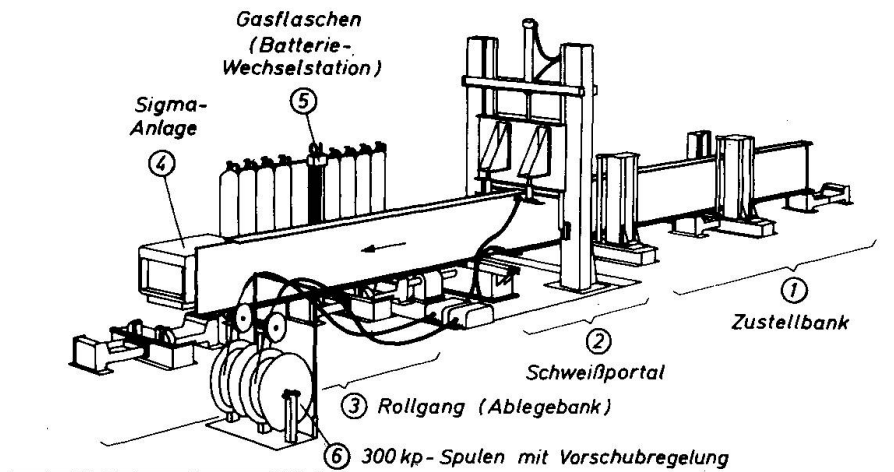
Nachdem ein Sortierkran mit Magnetspannvorrichtung die Einzelteile des Sandstrahlens wieder zu neuen Teilefamilien zusammengestellt hat, erfolgt die Weiterverarbeitung in einer Walz- oder Schweißträgerstraße, deren einzelne Bearbeitungsstationen durch Rollgänge, Querschlepper und Hängeförderer miteinander verkettet sind (Bild 9).

Am Beginn der Schweißträgerstraße werden die Stege und Gurte des dünnwandigen, nicht walzbaren Schweißträgers aus einer Kammpalette, in die sie vorher einsortiert wurden, mit Hilfe eines anlageeigenen Hebezeuges in die Schweißanlage eingelegt. Die Viernacht-Simultan-Schweißanlage selbst ist, wie im Bild (Bild 10) gezeigt, in Portalbauweise ausgeführt, wobei je nach Konzept entweder der Träger



Walzträgerstraße Schweissträgerstraße	Universität Bochum KIB II
--	---------------------------------

Bild 9



DONGES

**4 - Naht - Schweißanlage**

UNIVERSITÄT  
BOCHUM  
KIB II

Bild 10

beim Schweißen bewegt wird oder das Portal, im letzteren Fall mit weniger Platzbedarf. Schweißträger mit Blechdicken über 12 mm werden in Längsrichtung aus der Viernahtanlage gefahren (Bild 9) und vom Sortierkran auf dem Einlaufquerstreifen der Kaltkreissäge abgelegt. Von dort durchlaufen sie wie Walzträger die Walzträgerstraße. Dünnere Blechdicken werden auf dem Querschlepper direkt zu den Warmkreissägen transportiert. Die Warmkreissägen und die nachfolgende Stanzanlage eignen sich besonders für ein Leichtbauprogramm, z. B. des Typenhallenbaus, das mit wenigen, stufenweise einstellbaren Schrägschnitten und einer begrenzten Anzahl fest eingestellter Lochbilder auskommt. Eine solche Fertigung kann einen hohen Durchsatz ermöglichen und ist dennoch wenig kapitalintensiv.

Nach dem Warmkreissägen und nach dem Stanzen wird das Werkstück auf einem Rollgang weitergefahren und erreicht so den Querpuffer eines bestimmten Zusammenbauplatzes, an dem bereits sämtliche Kleinteile zur Montage auf Paletten bereitliegen. Hier erfolgt nun mit erheblichen mechanischen Hilfsmitteln das Ausklinken, Anschweißen von Kopfplatten oder Steifen und Anschrauben von weiteren Kleinteilen. Da der Schweißträgerzusammenbau ebenso wie der Walzträgerzusammenbau über vier parallel geschaltete, verschieden ausgestattete Zusammenbauplätze verfügt, läßt sich hier auch wegen der großen Vorpuffer trotz Fließfertigung

eine gleichmäßige Auslastung der technischen und personellen Kapazität erreichen.

Im Zusammenbau ändern die Schweißträger erheblich ihre Geometrie. Aus glatten, linearen Trägern werden sperrige Werkstücke, die nicht mehr auf Rollgängen transportiert werden können. Da dies auch bei Walzträgern der Fall ist und beide Arten anschließend das Farbspritzen durchlaufen, vereinigen sich hier die Fertigungslinien Schweißträgerstraße und Walzträgerstraße, die nun erläutert wird.

Der Sortierkran hinter der Sandstrahlanlage nimmt Walzträger auf und legt sie in der Reihenfolge ihres Durchlaufs als Fertigungsfamilie hintereinander auf dem einlaufseitigen Querschlepper der Kalkkreissägen (Bild 11) ab. Für Schrägschnitte ist eine von Hand einstellbare Säge vorgesehen, die die Meßanlage mit-

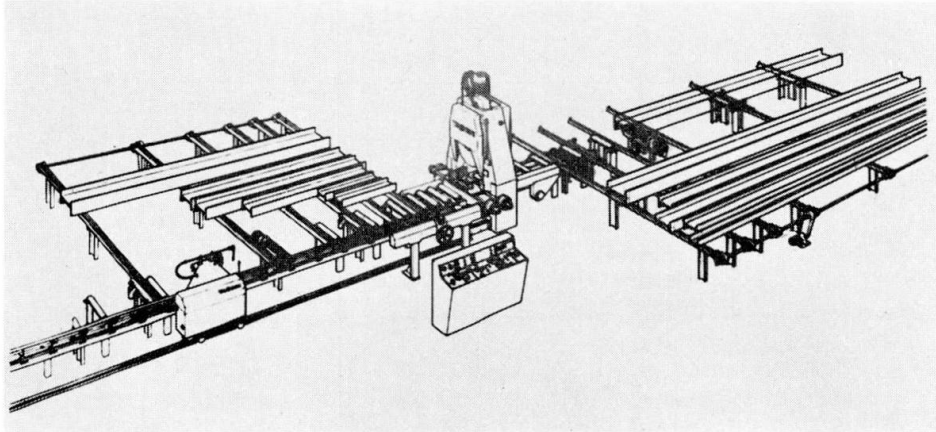


Bild 11

benutzt. Die Geradschnittsäge sollte sehr starr sein, damit die Schnittqualität zur Herstellung von Kontaktstößen ausreicht. Der Querschlepper des Sägenauslaufs dient gleichzeitig als Einlauf für die Bohranlage und entkoppelt durch die große Pufferkapazität die Arbeitsoperationen voneinander.

Dies ist notwendig, da die numerisch gesteuerte Dreispindelbohranlage (Bild 12)

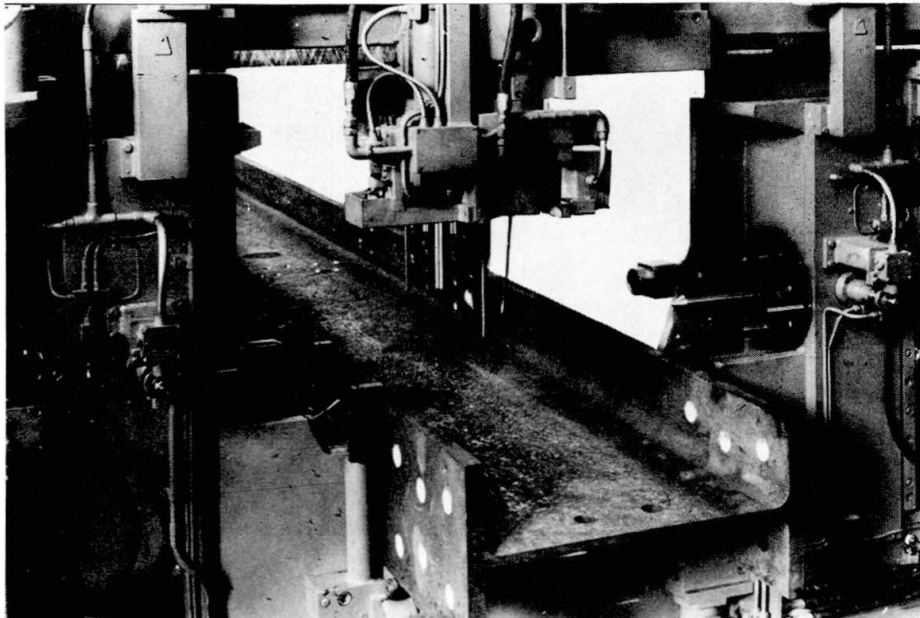


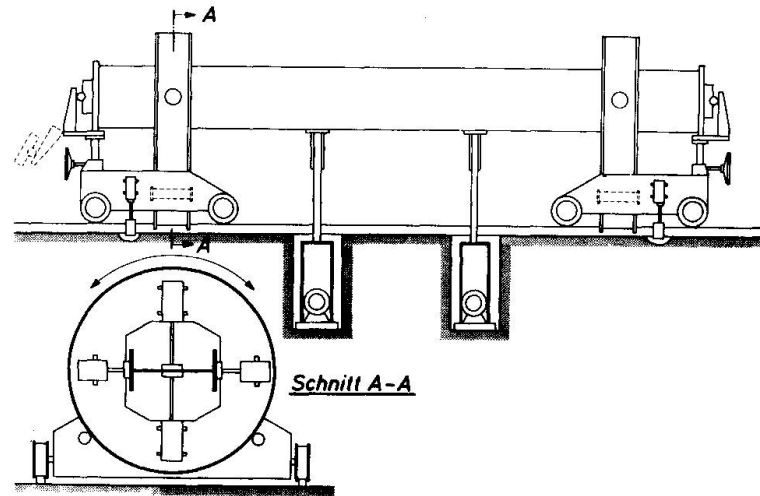
Bild 12

je nach Werkstückspektrum ab einem Durchsatz von etwa 1500 to pro Monat in zwei Schichten arbeiten muß. Da die Bohranlage auch Anreißarbeiten ausführt, sind die gebohrten und markierten Werkstücke für den Zusammenbau weitgehend vorbereitet. Den Querschlepper hinter der Bohranlage, der etwa eine Tagesproduktion puffern kann, verläßt das Werkstück über eine Rollbahn und gelangt auf den Vorpuf-



fer der jeweils bestgeeigneten Zusammenbauvorrichtung, an der bereits die anzufügenden Kleinteile bereitliegen.

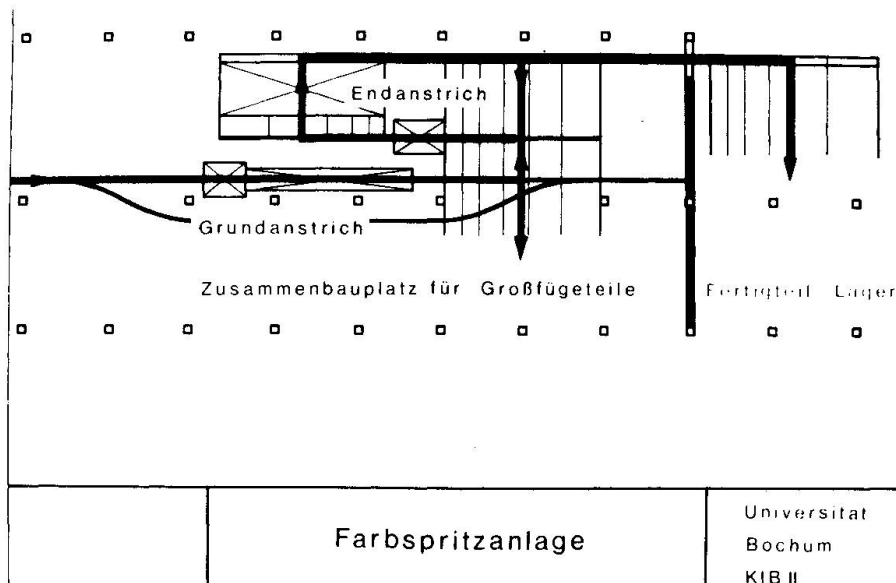
Die Zusammenbauvorrichtungen (Bild 13) bestehen aus zwei Rhönrad ähnlichen



<b>Zusammenbau - Vorrichtung</b>	UNIVERSITÄT BOCHUM KIB II
----------------------------------	---------------------------------

Bild 13

Spannvorrichtungen, die zum Laden und Entladen in Längsrichtung verfahrbar sind und Kopfplatten zum Schweißen fixieren können. Wenn an das Großteil die Kleinteile angefügt sind, wird es mit Hilfe eines Stegförderers oder einer Hängebahn zur Grundstrichanlage (Bild 14) transportiert, wobei die beiden Fertigungsstraßen wie-



<b>Farbspritzanlage</b>	Universität Bochum KIB II
-------------------------	---------------------------------

Bild 14

der zusammengeführt werden. Die Grundierung wird bei Großteilen von einer Spritzbrücke im Airless-Verfahren elektrostatisch aufgebracht, die trotzdem bei komplizierten Formen entstehenden Fehlstellen von Hand nachgespritzt, bevor das Werkstück den Heißluft-Trocknungstunnel durchläuft. Soll das Werkstück einen zweiten Grundanstrich erhalten, so läuft es über eine Weiche zurück zur Zufuhrseite der Grundierungsanlage. Teile, die nicht nur einen oder zwei Grundierungsanstriche erhalten, durchlaufen die Endanstrichanlage, die bis auf die Elektrostatik ebenso ausgerüstet ist wie die Grundierung. Die Trocknung erfolgt jedoch in einem Quertransport, da die Trockenzeit des Endanstrichs ein Mehrfaches des Grundanstrichs beträgt und die Farbe vor dem Trocknen zunächst ohne Zufuhr von Wärme entgasen sollte. Damit der Stahlbau echt zum Fertigbau wird, ist die Ent-



wicklung zum industrialisierten Aufbringen eines Mehrfachanstrichsystems mit optimalem Lackaufbau erforderlich.

Ebenso wie die Herstellung montagefertiger Walz- und Schweißträger muß auch die Grobblechfertigung in einen geeigneten Fluß gebracht und die Kleinteilfertigung in einem Maschinenzentrum zusammengefaßt werden.

Eine solche oder ähnliche kapitalintensive Fertigungstechnik, deren Anlageinvestitionen naturgemäß sehr hoch liegen, hätte aber ihren Sinn und Zweck verfehlt, würde nicht auch die Konstruktionstechnik auf eine solche Anlage umgestellt werden. Die Folge wäre die glatte, materialintensive, lohnsparende und damit im volkswirtschaftlichen Trend liegende Konstruktion.

Diese materialintensive und damit Werkstoffreserven beinhaltende fertigungsgerechte Konstruktion verleitet geradezu, diese Materialreserven durch praxisnahen Ausbau der Plastizitätstheorie, die von solchen Werkstoffreserven zehrt, nutzbar zu machen. Sie sehen also, wie sich hier durch moderne Fertigungstechnologien, die für sich gar nicht mal neu sind, auch Auswirkungen auf Konstruktion und theoretische Berechnung ergeben. Berücksichtigt man nun noch, daß außer der theoretischen Berechnung, der Konstruktionstechnik und der Fertigungstechnik auch noch der Werkstoff hinsichtlich Sorte und Form ausgewählt werden muß - in der Bundesrepublik Deutschland haben wir neben den klassischen Baustählen St 37 und St 52 mit  $24 \text{ kp/mm}^2$  und  $36 \text{ kp/mm}^2$  Streckgrenze nunmehr auch hochfeste schweißbare Baustahlarten mit  $47 \text{ kp/mm}^2$  und  $70 \text{ kp/mm}^2$  Streckgrenze zur Verfügung - dann werden Sie verstehen, daß rein baustatische Rechenprogramme allein vielleicht zum niedrigsten Gewicht, aber nicht zum wirtschaftlichen Optimum führen können. Deshalb arbeiten meine Mitarbeiter an der Ruhr-Universität Bochum an einem elektronischen Rechenprogramm QUANTO COSTA (Bild 15), das alle re-

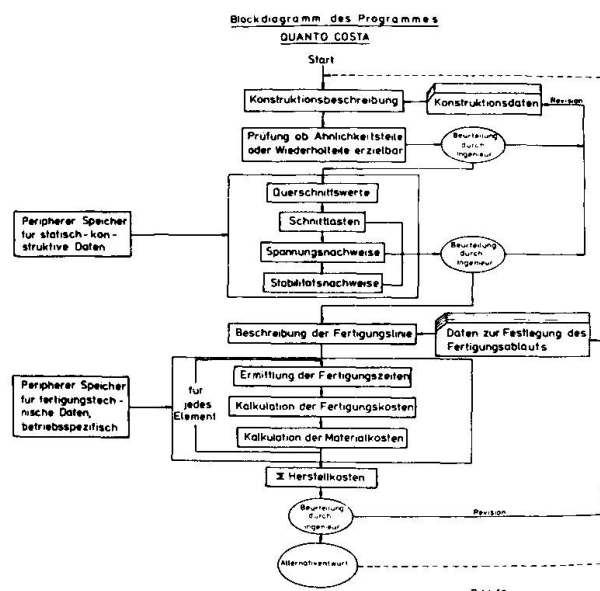


Bild 15

levanten Einflüsse auf die wirtschaftliche Produktion von Stahlbauteilen erfassen soll.

Nur wenn wir in Forschung und Entwicklung der Gesamtheit des Produktionsspektrums Werkstoff - Berechnung - Konstruktion - Fertigung gleichrangige Beachtung schenken, werden wir weltweit die überdurchschnittliche Baukostensteigerung in die Nähe des Durchschnitts der anderen Industriegüter senken können. Das gilt besonders für eine folgerichtige und logische Durchdenkung des Prozesses:

- "In Serien gefertigte Stahlbauten" -.

**Cooperation between University and Industry in Research**

Coopération dans la recherche entre universités et industries

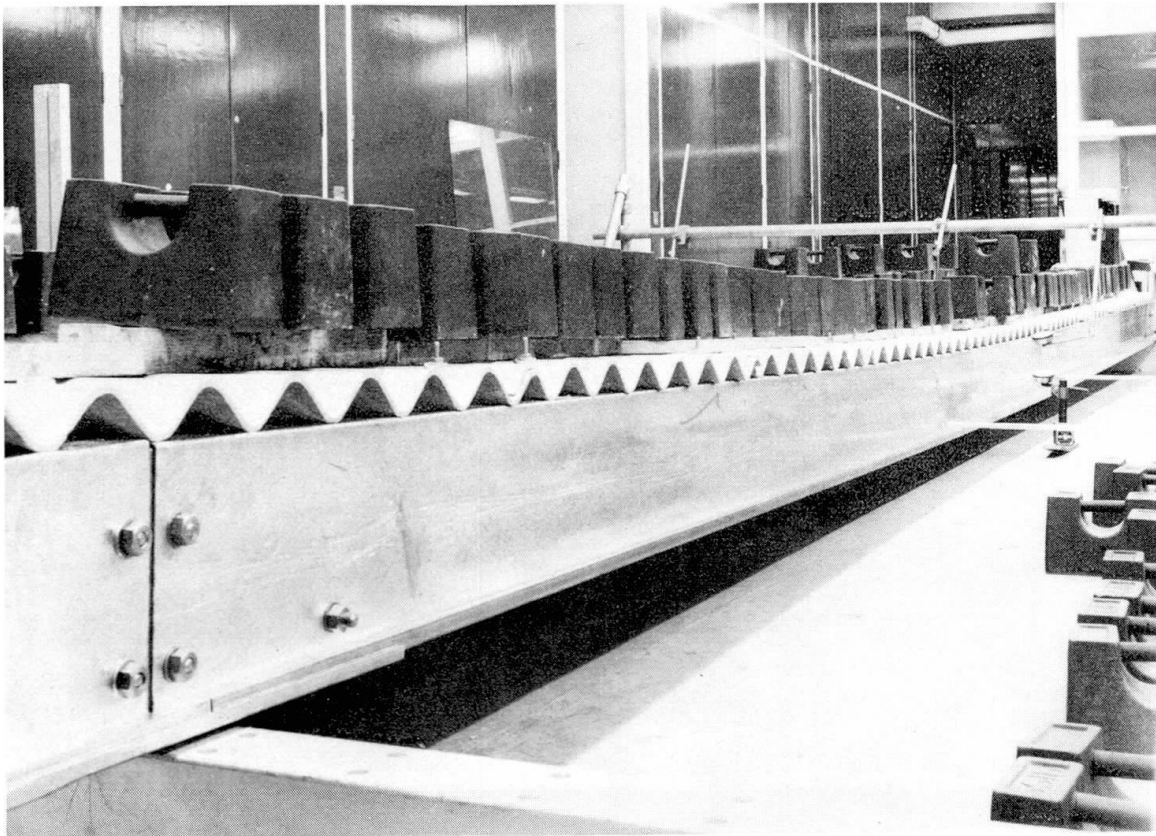
Zusammenarbeit in der Forschung zwischen Universität und Industrie

**GEORGE GRANT**  
USA

## 1.

I represent Metal Trim Ltd., the company who manufacture the purlins referred to in Professor Bryan's paper.

Professor Bryan in his paper and in his talk here today, has emphasised the importance of involving the manufacturer in the design, and more particularly the test programme itself. It is of course absolutely essential that a producer of a new structural component should be completely familiar with the behaviour of his product, and surely the most effective way of achieving this is to study its performance under full scale test conditions.



The Company's technical and sales staff were encouraged to participate in the setting up of the test rigs, and subsequently to act as general helpers as the tests progressed. The photograph shows that 56 lb. weights were used to simulate the load, and this of necessity meant a considerable amount of physical effort as the weights had to be loaded and unloaded many times by hand.

It was certainly a salutary experience for all those concerned with the experiments, and the information gleaned was to prove invaluable in subsequent discussions of the design basis with prospective customers.

## 2.

Professor Jungbluth mentioned earlier this afternoon that improvements and economies should not be confined to design alone; that if true savings are to be made, then manufacturing techniques have to move forward at a similar pace.

In this case, having got the development work of purlin design well under way, a great deal of thought was given to how the purlins could be produced economically, and eventually a system was evolved which brought the production techniques to a high degree of automation, using a method based on punched cards. The line was commissioned in good time for the introduction of the new range to the U.K. market.

The combination of the improved purlin design, and the new production methods, resulted in an overall reduction of the selling price (for the same load span conditions) of around 12% when compared with purlins designed on the conventional basis. This surely is a good illustration of the point made by Professor Jungbluth in his opening address this afternoon.

### BENEFITS TO THE INDUSTRY AS A WHOLE

The work done by Professor Bryan at the University of Salford, the participation in that work by members of the staff of Metal Trim Ltd., and the recognition that new production processes had to be evolved to keep abreast of modern structural design, result in economies which can be passed on to the industry as a whole.