

<b>Zeitschrift:</b>	IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen
<b>Band:</b>	10 (1971)
<b>Rubrik:</b>	Theme II: Design concepts

#### **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:** 30.01.2026

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

## II

### 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)

Langfristig steigen überall die Baupreise stärker als die Industriepreise

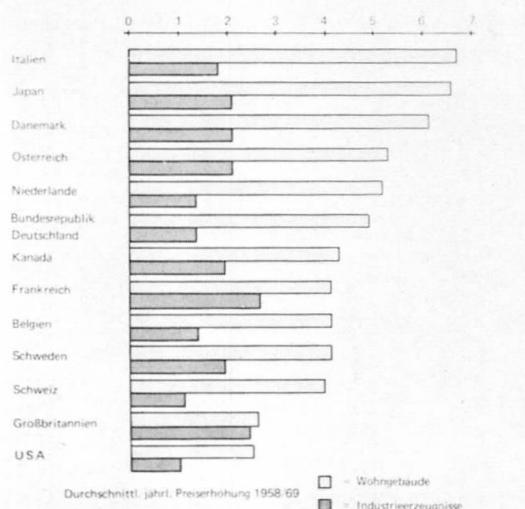


Bild 1

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 gemüht 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 allen vier Bereichen 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

---

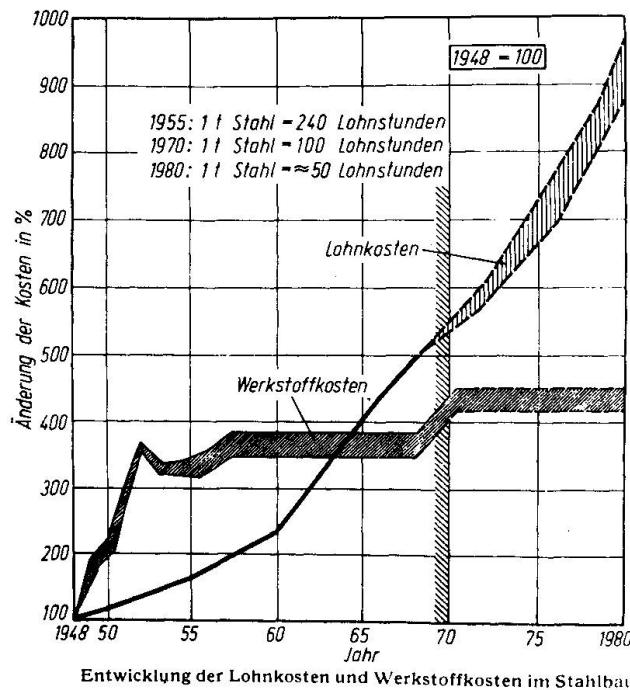
<b>Drei Lösungen für Serienfertigung von Stahlbauten</b>	UNIVERSITÄT BOCHUM KIB II
--	---------------------------------

---

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 Bau- system abgestellten industrialisierten Fertigungstechnik unser besonderes Augenmerk gelten. Dies ist umso wichtiger, je mehr sich das Lohnkosten/Materialkosten- verhältnis verschiebt (Bild 3).

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,

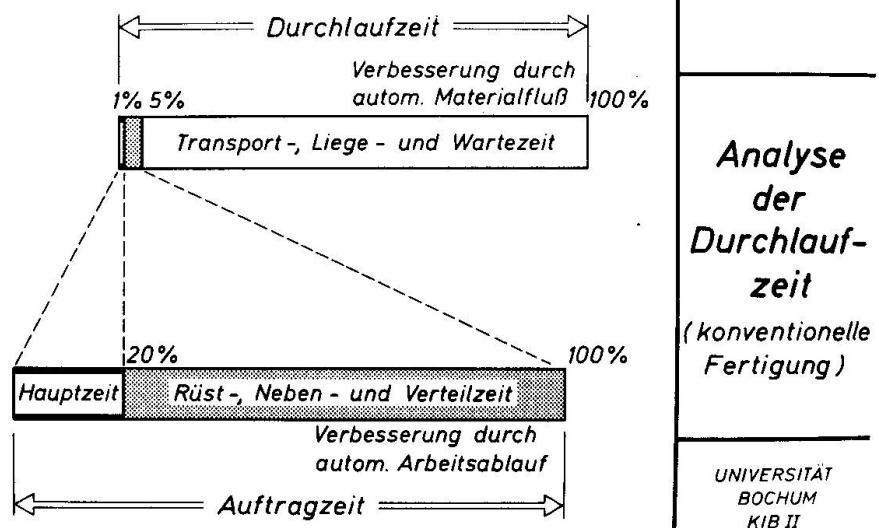


Bild 4

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)

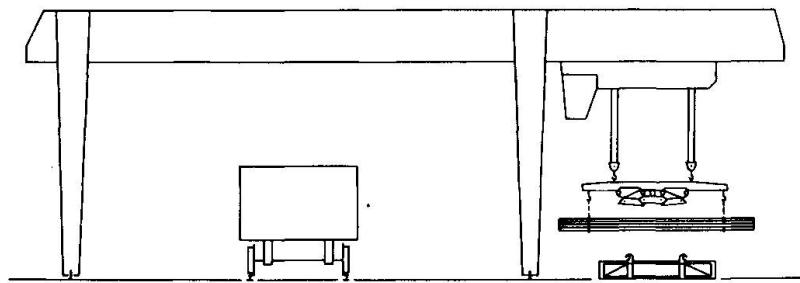
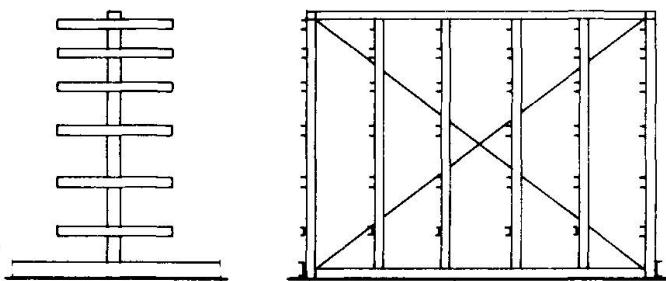
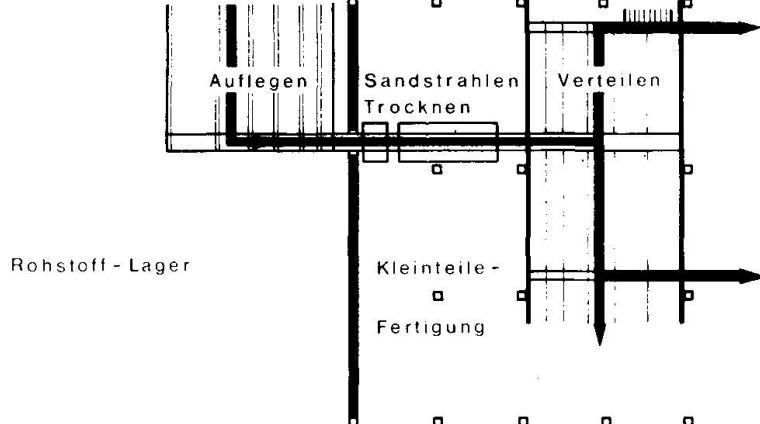


Stahlhochbau - Fabrik  
Universität  
Bochum  
KIB II

Bild 5

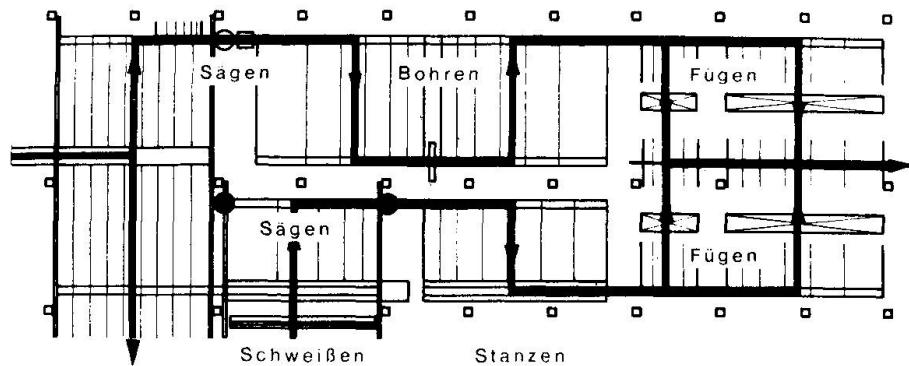
streng dem Materialfluss entsprechend ausgelegt. Gerade die Großteilefertigung im Stahlbau ist vor allem ein Transportproblem.

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*Freiträgerregal-*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).

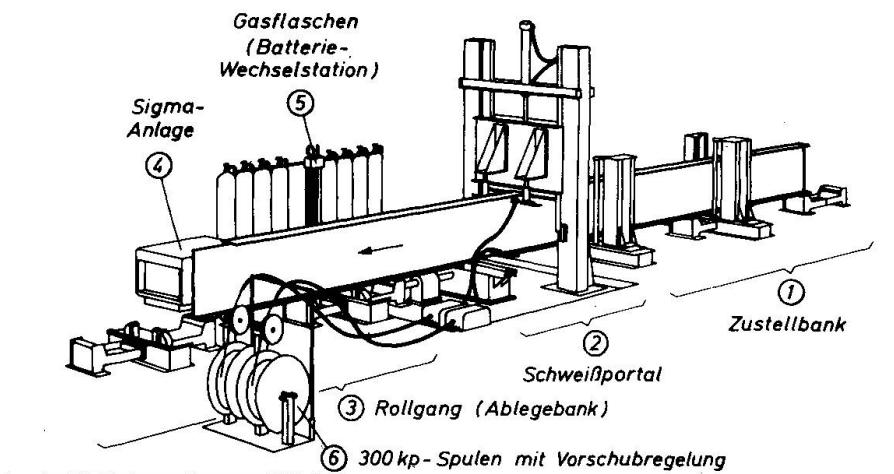
Am Beginn der Schweißträgerstraße werden die Stege und Gurte des dünnwandigen, nicht walzbaren Schweißträgers aus einer Kammpalette, in die sie vorher eingesortiert wurden, mit Hilfe eines anlageeigenen Hebezeuges in die Schweißanlage eingelegt. Die Viernaht-Simultan-Schweißanlage selbst ist, wie im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



Walzträgerstraße  
Schweissträgerstraße

Universität  
Bochum  
KIB II

Bild 9



DONGES

#### 4 - Nah - 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 Einlaufquerschlepper der Kaltkreissäge abgelegt. Von dort durchlaufen sie wie Walzträger die Walzträgerstraße. Dünnerne 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 Kaltkreissägen (Bild 11) ab. Für Schrägschnitte ist eine von Hand einstellbare Säge vorgesehen, die die Meßanlage mit-

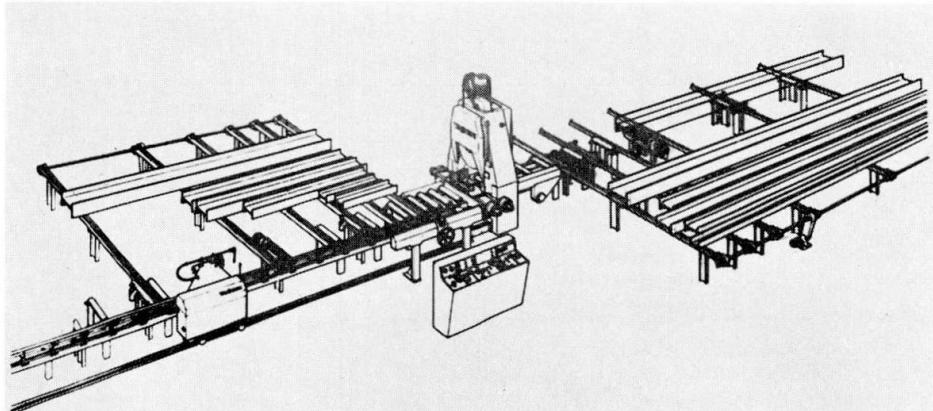


Bild 11

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)

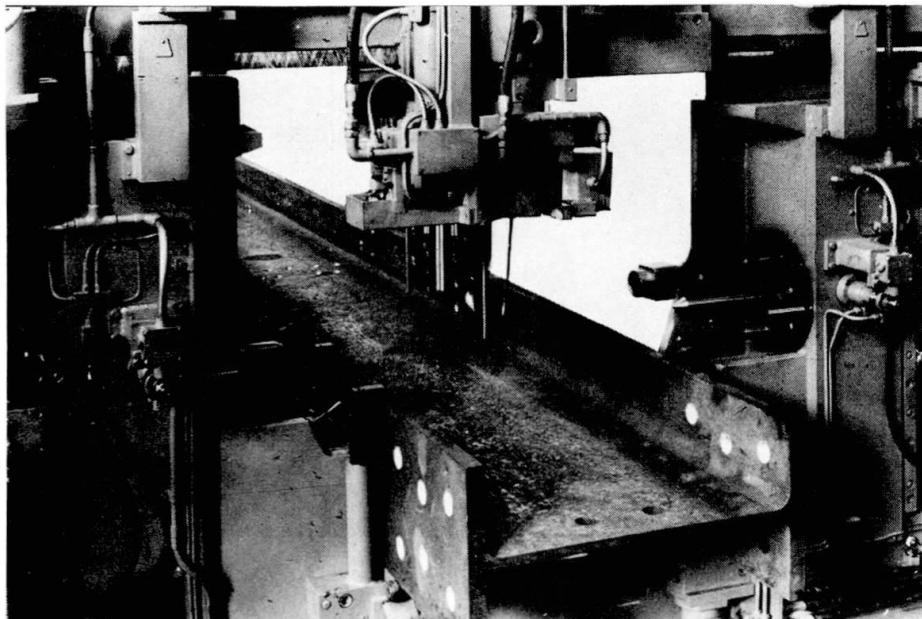
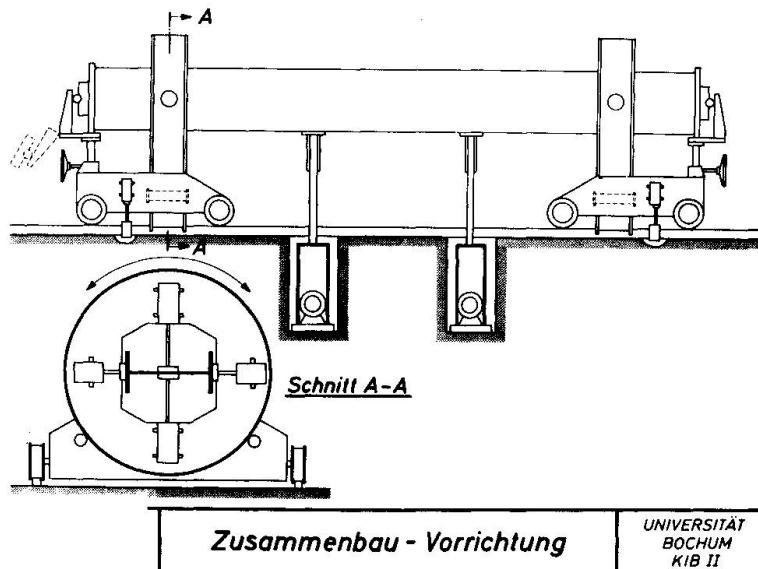


Bild 12

je nach Werkstückspektrum ab einem Durchsatz von etwa 1500 t/o 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 Vorpuff-

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

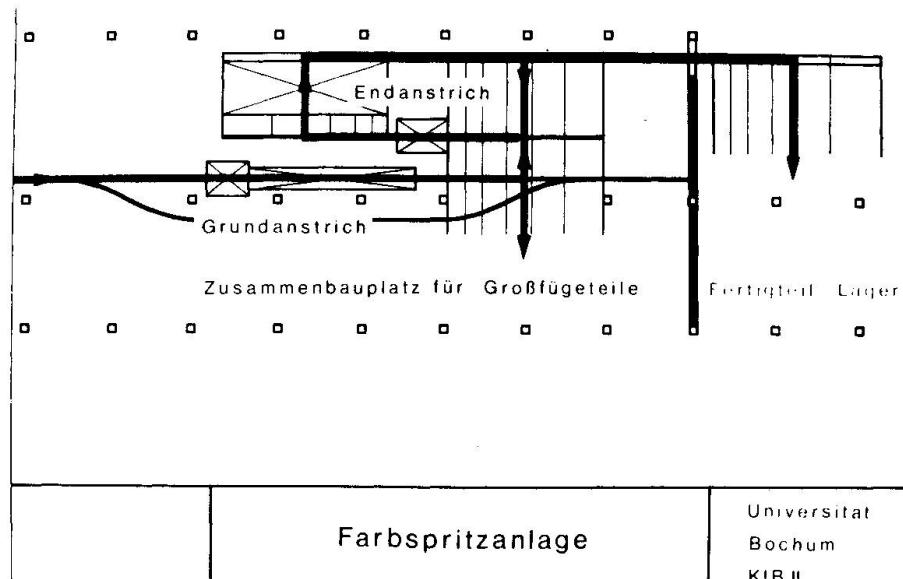
Die Zusammenbauvorrichtungen (Bild 13) bestehen aus zwei Rhönrad ähnlichen



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 Grundstrichsanlage (Bild 14) transportiert, wobei die beiden Fertigungsstraßen wie-



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 Endanstrichsanlage, 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 Kleinteilefertigung 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. Berücksichtig 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 Baustahlsorten 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-

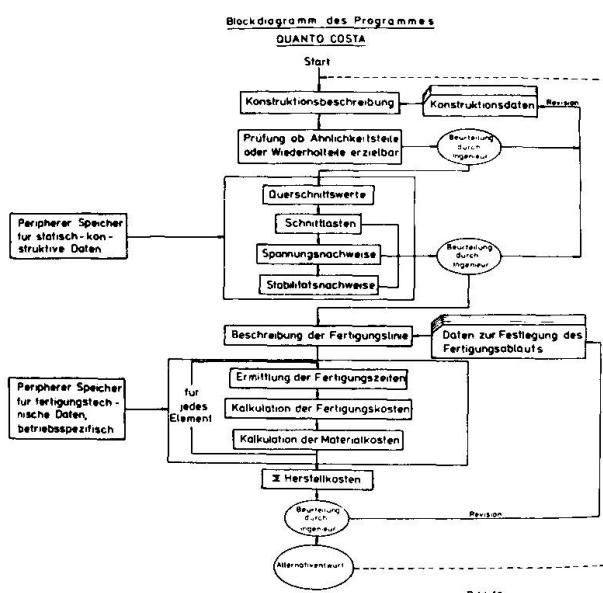


Bild 15

levanten Einflüsse auf die wirtschaftliche Produktion von Stahlbauteilen erfassen soll.

Nur wenn wir in Forschung und Entwicklung der Gesamtheit des Produktionspektrums 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

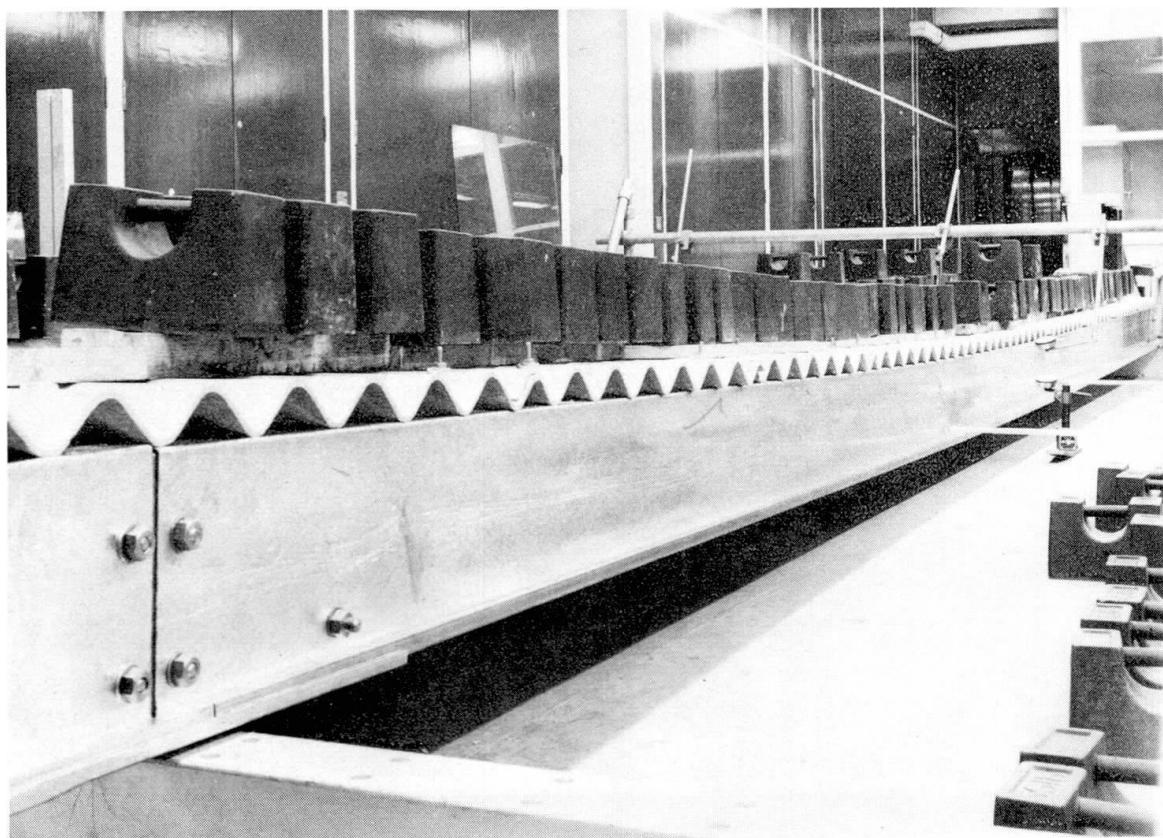
Zusammenarbeit in der Forschung zwischen Universität und Industrie

**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.

## II

### **Alternativ-Lösung zum Computer-Programm "Quanto Costa"**

Alternative Solution on the Computer-Programme "Quanto costa"

Solution alternative au programme par ordinateur "Quanto Costa"

**Dr. W.H. LANDIS**  
Systemberatung FIDES GmbH  
Düsseldorf-Oberkassel, BRD

Meine Damen und Herren,

Ich möchte zu dem am Schluss der Ausführungen von Prof. Jungbluth genannten Computer-Programm "Quanto Costa" eine einfache Alternativ-Lösung vorstellen.

Das Programm "Quanto Costa" strebt eine gleichzeitige Optimierung der Kosten für Konstruktion, Material und Fertigung an. Dies ist ein sehr interessantes, aber auch sehr weit gestecktes Forschungsprogramm und wir werden wohl noch etliche Jahre warten müssen, bis aus diesem akademischen Ansatz ein nützliches Instrument werden kann. Dies wurde mir soeben auch von einem der beteiligten Mitarbeiter bestätigt.

Als Alternativ-Lösung hat das Rechenzentrum der Fides Treuhand-Vereinigung, Zürich, schon vor 2 Jahren ein Programm entwickelt, das bei vorgegebener Konstruktion wenigstens die Materialkosten optimal berechnet und die Fertigungskosten durch gewisse Schätzungsparameter zusätzlich erfasst.

Lassen Sie mich nun ganz kurz Ein- und Ausgabe in vier Bildern erläutern.

**Bild 1, Eingabe:**

Mit den Zeilen 1-9 werden die zur Zeit aktuellen Grundpreise eingegeben. Alle übrigen Preis-Elemente sind fest abgespeichert. Nach einigen Steuer-Wörtern folgt als eigentliche Eingabe die Stückliste (oder Materialauszug), die hier zu 6 Hauptpositionen zusammengefasst wird. Sie sehen in dieser Reihenfolge die Positionsnummer, Stückzahl, Projektbezeichnung, Länge, Qualität und nochmals die Positionsnummer.

Auf jeder Hauptpositions-Karte sind 13 Schätzungsparameter für die gesamten Fertigungs- und Montagekosten vorgesehen.

**Bild 2, Ausgabe, "Bestellung ab Werk"**

Hier sehen Sie die zu optimalen Bestellpositionen zusammengefasste Stückliste. Dieses Kombinationsproblem ist infolge der sehr komplexen Preisstruktur geradezu prädestiniert für die Computer-Anwendung. Eine ähnliche Liste kann für die Bestellung ab "Händler-Lager" erzeugt werden.

**Bild 3, Ausgabe, "Offertpreise"**

Hier erscheinen in geraffter Form neben den Materialkosten auch die Selbstkosten und der Offertpreis (inkl. Gewinnzuschlag).

**Bild 4, Ausgabe, "Werkstatt-Liste"**

Diese Liste enthält die Zersäge-Instruktionen für die Werkstatt. Es ist beabsichtigt, hier noch ein genaues Schnittbild für jeden Stab anzufügen.

Wir sind uns durchaus bewusst, dass damit nur ein Teilbereich automatisiert und optimiert wird. Das Programm ist aber dafür so einfach, dass es auch für kleine und mittlere Firmen nutzbringend einzusetzen ist. Es ist in der Schweiz schon bei mehreren Firmen gut eingeführt. Eine Version für Deutschland steht kurz vor der Vollendung und eine solche für Oesterreich wird möglicherweise bald folgen.

Eine Firma, die schon während über 2 Jahren damit arbeitet, nennt folgende Erfolgszahlen: Durch den Computereinsatz in den Bereichen Materialwirtschaft und Statik wurden:

- die Materialkosten um 2-3 % gesenkt
- die Leistung der technischen Abteilung um 70 % erhöht.

Eine genauere Beschreibung erscheint demnächst im EDV-Lexikon des Deutschen Stahlbau-Verbandes, oder kann von uns bezogen werden. Als Namen haben wir STAR gewählt, eine Abkürzung für STAhlbau-Rationalisierungsprogramm.

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

## GRUNDPREISE

1 550.  
 2 645.  
 3 655.  
 4 655.  
 5 655.  
 6 655.  
 7 690.  
 14 655.

## ZUSCHNITT LISTE

## OFFERTPREISE

## TITEL

BUERO GEBÄUDE THALWIL KOM.103/70

## EINGABE

\$POS 1	25 1 5 12 19 0 7.5 18 0.8 50 15 25 17		
1 3	IPE240	7943	*
2 4	IPE240	7886	*
3 6	IPE200	5886	*
4 1	IPE240	6143	*
5 1	UNP14	5886	*
6 2	UNP14	7886 RST37	*
7 30	HEA120	3750 ST37-3	*
\$POS 2	25 1 5 12 19 0 7.5 18 0.8 50 15 25 17		
8 26	UNP14	2000	*
9 1	UNP14	1943	*
\$POS 3	30 1 5 20 19 0 7.5 18 0.8 50 15 25 17		
10 8	WLS80X80X8	4500 L	*
\$POS 4	15 1 5 4 19 0 7.5 18 0.8 50 15 25 17		
11 1	HEA600	11000	*
12 1	HEA600	7200	*
13 1	HEA500	8300	*
14 1	HEA500	18400	*
15 2	HEA600	12000	*
16 1	HEA500	17500	*
17 2	HEA500	12000	*
18 1	HEA500	17500	*
19 1	HEA500	11000	*
20 1	HEA500	10000	*
\$POS 5	20 1 5 9 19 0 7.5 18 0.8 50 15 25 17		
21 17	HEA220	3750	*
22 6	HEA260	3750	*
\$POS 6	20 1 5 9 19 0 7.5 18 0.8 50 15 25 17		
23 29	IPE360	11600	*
24 12	FHS150X12	11600	*
			--

Bild 1

\* \* \* \* \*  
 \* \* \* \* \*  
 \* \* \* \* \*  
**O F F E R T P R E I S E**  
 \* \* \* \* \*

BUEROGEBAEDE THALWIL KOM.103/70

BEZEICH-NUNG	NR.	GESAMT-GEWICHT [TO]	WSTD	MSTD	SELBSTKOSTEN [IN FR.] MATER. ARBEIT	OFFERTPREIS		
						FR/TO	TOTAL	
POS 1	1	5.3	63	39	5196	2332	1673.1	8808.5
POS 2	1	.9	10	6	885	382	1718.2	1483.0
POS 3	1	.3	7	3	362	207	1915.1	666.0
POS 4	1	24.1	96	180	21037	6999	1363.9	32801.2
POS 5	1	4.8	43	36	4147	1835	1472.2	6998.5
POS 6	1	34.2	308	257	29717	13214	1467.2	50229.8
POS 7	1	5.6	56	42	4597	2256	1439.2	8017.8
POS 8	1	8.5	102	64	7079	3776	1489.9	12701.4
POS 9	1	3.3	60	25	2740	1843	1620.7	5361.9
POS 10	1	24.2	97	181	20917	7040	1352.1	32710.0
POS 11	1	9.9	89	74	7989	3803	1400.5	13796.7
POS 12	1	31.6	285	237	27408	12203	1466.0	46344.5
POS 13	1	5.6	56	42	4597	2256	1439.2	8017.8
POS 14	1	8.7	105	65	7252	3869	1489.9	13011.2
POS 15	1	4.0	71	30	3288	2211	1620.7	6434.3
POS 16	1	3.7	55	28	3209	1840	1605.1	5907.3
POS 17	1	1.8	26	13	1835	880	1804.8	3176.1
<b>TOTAL</b>		<b>176.3</b>	<b>1529</b>	<b>1322</b>	<b>152255</b>	<b>66946</b>	<b>1454.8</b>	<b>256466.1</b>

BESTELLUNG A B W E R K							
BUEROGEBAEDE THALWIL KOM.103/70							
• PROFIL	LAENGE	STUECK	GEWICHT	QUALITAET	PREIS	POS.	•
	[MM]		[T0]		[FR.]		
• UNP14	I 8000	I 9	I 1.152	I UST37	I 949.55	I 5	•
						I 8	•
						I 9	•
						I 33	•
						I 66	•
• UNP14	I 15772	I 1	I .252	I RST37	I 315.31	I 6	•
						I 7	•
• UNP16	I 12088	I 22	I 5.000	I UST37	I 3574.44	I 49	•
						I 92	•
• UNP24	I 12600	I 3	I 1.255	I UST37	I 1004.40	I 42	•
						I 43	•
						I 85	•
						I 86	•
• UNP24	I 9000	I 6	I 1.793	I UST37	I 1381.12	I 36	•
						I 40	•
						I 44	•
						I 45	•
						I 74	•
						I 83	•
						I 87	•
						I 88	•
• UNP24	I 12000	I 22	I 8.765	I UST37	I 6167.33	I 37	•
						I 38	•
						I 39	•
						I 41	•
						I 46	•
						I 80	•
						I 81	•
						I 82	•
						I 84	•
						I 89	•
• IPE200	I 9000	I 26	I 5.242	I UST37	I 3910.87	I 25	•
						I 26	•
						I 72	•
						I 78	•
• IPE200	I 11200	I 2	I .502	I UST37	I 499.43	I 35	•
						I 73	•
						I 76	•
						I 79	•
• IPE200	I 12400	I 5	I 1.389	I UST37	I 1152.10	I 3	•
						I 67	•
						I 69	•
• IPE240	I 9225	I 4	I 1.133	I UST37	I 964.87	I 1	•
						I 101	•
• IPE240	I 15772	I 3	I 1.453	I UST37	I 1208.33	I 2	•
						I 96	•
• IPE240	I 12286	I 20	I 7.544	I UST37	I 5620.13	I 4	•
						I 27	•
						I 31	•

Bild 3

WERKSTATTLISTE PROJEKT: BUEROGEBAUDE THALWIL KOM.103/70							SEITE 1		
PROFIL	L.G. (MM)	STK. N	POS. L	BEZEICHNUNG	STK. PROFIL	L.B. (MM)	GEM. (KG)	QUALIT.	MERKUNG
UNP14	8000	9	N	33	2 UNP14	800	25	UST37	
				9	1 UNP14	1943	31		
				8	26 UNP14	2000	632		
				66	1 UNP14	3000	48		
				5	1 UNP14	5886	94		
				66	2 UNP14	7886	252	RST37	
UNP14	15772	1	N	6	30 UNP16	4000	2256	UST37	
	12088	22	N	49	36 UNP16	4000	2707		
				92	2 UNP24	6100	405	UST37	
				92	2 UNP24	6100	405		
UNP16	12600	3	N	43	1 UNP24	6300	209		
				86	1 UNP24	6300	209		
				42	1 UNP24	1700	56	UST37	
				85	1 UNP24	1700	56		
UNP24	9000	6	N	44	1 UNP24	3900	258		
				87	1 UNP24	4500	149		
				36	2 UNP24	8500	282		
				74	1 UNP24	8500	282		
				83	1 UNP24	9000	298		
				40	1 UNP24	9000	298		
				45	1 UNP24	9000	298		
				84	1 UNP24	9000	298		

Bild 4

**Leere Seite**  
**Blank page**  
**Page vide**

## II

### Design according to Reliability Theory

Projet selon la théorie de fiabilité

Entwurf nach der Zuverlässigkeitstheorie

JANUSZ MURZEWSKI  
Professor of Civil Engineering  
Politechnika Krakowska  
Kraków, Poland

New solutions of structural analysis are not so important as the technological concepts for the development of the mass-produced steel structures design, as Prof. Jungbluth pointed out in his Introductory Report. It does not mean that there is no need for new theoretical considerations. It seems that the reliability analysis will take place of the structural analysis in the design. Two questions are basic for the reliability analysis. One of them is the anticipated service time of the structure. It happens more and more often now that the requirements and opinions about usefulness of some kinds of structures change sooner than their real durability expires. This problem must be taken under consideration in conditions of the mass-production of steel building. and it can be done in terms of probability theory. The structure shall be designed for a given risk of failure  $r$ . When the structure is protected against the corrosion and it does not suffer the fatigue, we have

$$r = \frac{1}{T} \ln \frac{1}{1 - \omega} \approx \frac{\omega}{T}, \quad (1)$$

where  $T$  - service life ,

$\omega$  - probability of excessive overloading, which depends on the safety class.

The second basic question is the efficiency of the quality control. We expect that no defective building structure will be given to users, although some defectiveness is allowable in the case of other industrial products. A period of initial aging, when the risk of failure decreases thanks to eliminations of defective objects, must not take place for buildings, because a spontaneous elimination would mean the structural collapse and it is too dangerous for the personal life. So the risk of

failure  $r$  concerns only the failures due to exceptional over-loadings and it is constant in such circumstances. Each system of mass-produced structures shall be designed simultaneously with a system of quality control. The solutions of statistical quality control shall be elaborated for this purpose.

Applications of optimization in the design of mass-produced steel structures have found a special interest on this Symposium. Prof. Goble presented effective techniques of optimal design, where the objective or cost function is minimized. Other contributors have extended the cost criterion for the whole design, fabrication and erection process. The most general point of view adopted in reliability theory defines the total costs as follows

$$C = C_r + C_a + C_e + C_l , \quad (2)$$

where  $C_r$  - cost of realisation,  
 $C_a$  - cost of insurance,  
 $C_e$  - cost of maintenance,  
 $C_l$  - cost of demolition.

The cost of insurance for many buildings shall defray the costs of failures  $C_f$  with a probability  $\omega$

$$C_a = \omega C_f , \quad (3)$$

and all kinds of costs shall be discounted for a definite moment of time.

## II

### **Beitrag zur Freien Diskussion zum Thema II: Entwurfskonzept**

Contribution to the Free Discussion of Theme II:  
Design Concept

Contribution à la discussion libre du thème II:  
Conception du projet

H. SIEBKE  
Dr.-Ing.  
Bad Homburg v.d.H., BRD

Herr Präsident, meine Damen und Herren!

Wir haben eingehend gehört und gelesen, welche Anforderungen das Bauen in Serien

- an den Fertigungsingenieuren
- an den Konstrukteur und Statiker
- an den Kaufmann und
- an den Planungingenieur

stellt.

Die sonst noch am Bau beteiligten,

- der Architekt
- die Bauaufsichtsbehörde und
- der Bauherr

wurden nur kurz und dann noch leicht negativ mit einem Hinweis auf all die Hemmnisse, die von ihnen ausgehen, erwähnt. Eher indirekt als direkt fördern sie das Bauen in Serien.

Das muß nicht so sein und ist auch nicht so. Die Deutsche Bundesbahn - Bauherr und auch Bauaufsichtsbehörde - hat in diesen Tagen einen umfangreichen Katalog mit Richtzeichnungen herausgegeben, die Bauwerkselemente darstellen, mit denen ein elementiertes Entwerfen und auch Fertigen von Brücken ermöglicht werden soll. Kennzeichen dieses Kataloges ist, daß für ein- und dasselbe Element verschiedene Ausführungen angeboten werden.

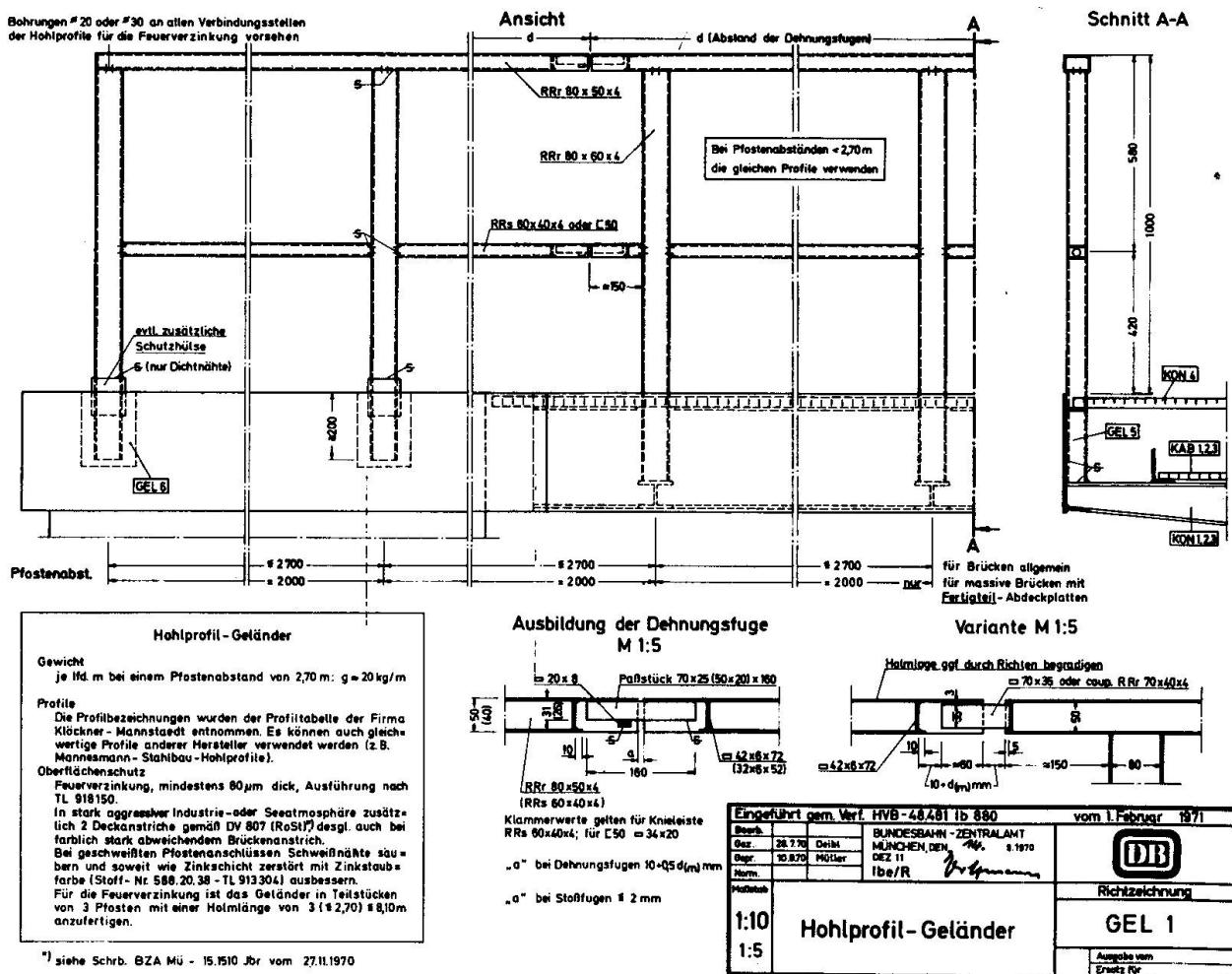
Einen kleinen Eindruck mögen diese drei Ausschnitte der Geländer-Richtzeichnungen und der Richtzeichnungen für Gehwegkonsolen vermitteln. Elemente des Entwerfens sind Molekülen vergleichbar, in denen die Elemente des Fertigens die Atome sind.

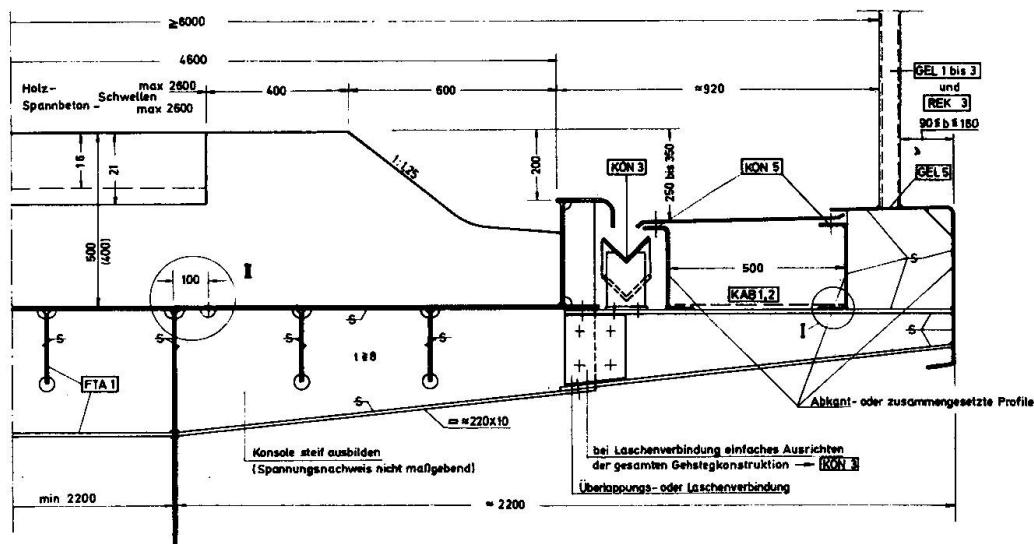
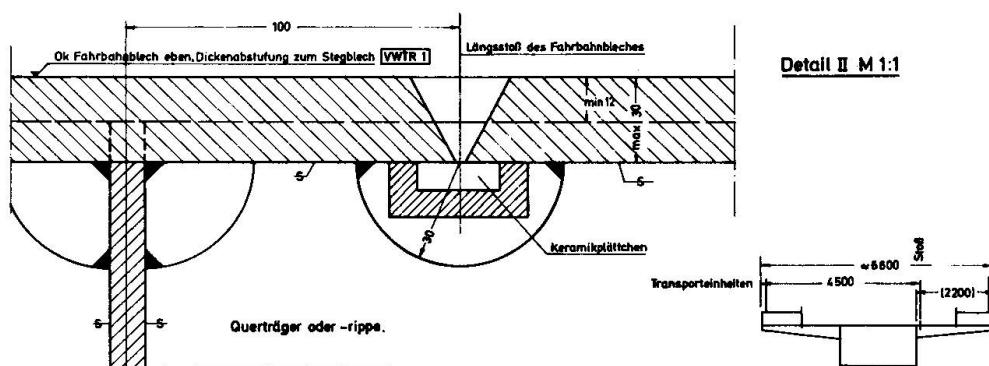
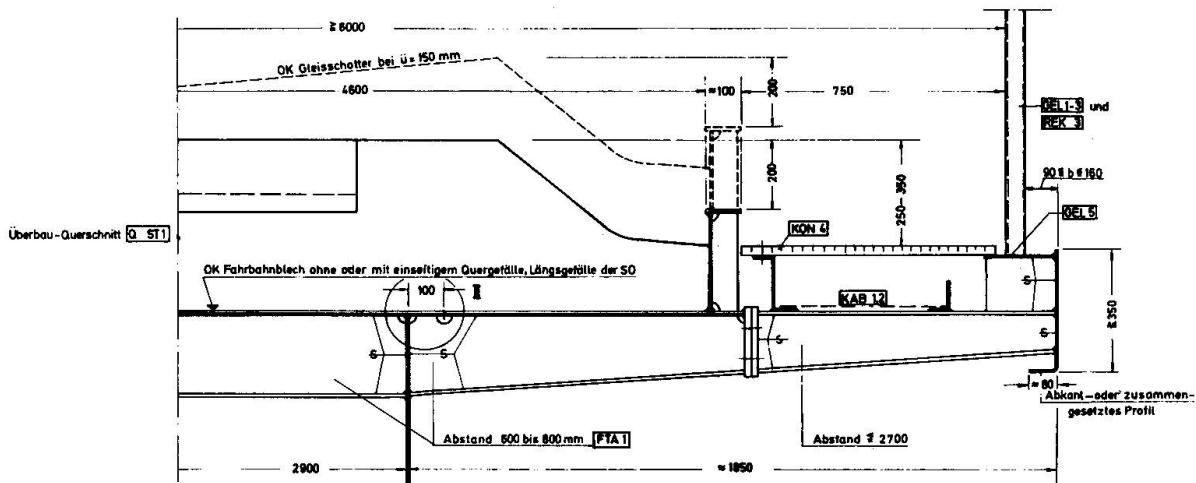
Alle Konstruktionselemente der Richtzeichnungen sind bewährten, ausgeführten Bauwerken entlehnt. Mit diesen Richtzeichnungen streben wir an:

1. unsere Brücken zu vereinheitlichen
2. ein einfacheres Entwerfen
3. eine Steigerung der Qualität
4. ein Weitergeben guter Konstruktionen
5. eine leichtere Unterhaltung
6. die Möglichkeit zur Serienfertigung und letztlich
7. eine Verbilligung der Brücken.

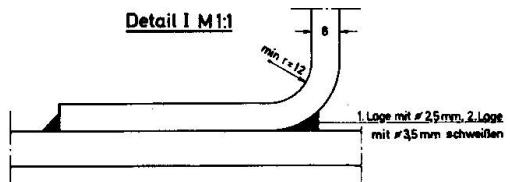
Als Eigentümer zahlreicher Brückenbauwerke unterschiedlichster Konstruktionsideen und aller Altersklassen glauben wir hier einen Beitrag aus unseren Erfahrungen schuldig zu sein. Wir wissen, eine erstrebenswerte Konstruktion ist durch eine preisgünstige Serien-Fertigung und eine kostensparende Montage gekennzeichnet, wir müssen dazu, wenn es sich um eine Eisenbahnbrücke handelt, eine dem Eisenbahnbetrieb schonende Einbauweise fordern. Über alles dürfen wir aber nicht das unterhaltungsarme Überdauern der Nutzungsphase vergessen. Die Nutzungsphase ist die längste Phase im Leben einer Brücke und sie hat auf die Kosten den größten Einfluß.

Überflüssig zu erwähnen ist die verantwortungsbewußte Gestaltung der Bauwerke, die auf eine dem Menschen gerechte Umwelt Rücksicht zu nehmen hat und nicht leichtfertig um anderer Vorteile wegen aufs Spiel gesetzt werden darf. Wir glauben, mit der Herausgabe der Richtzeichnungen - die nichts Abgeschlossenes sind, sondern die einen Prozeß einleiten sollen - einen Dialog eröffnet zu haben, der uns dem industriellen Bauen näher bringt.





Detail I M 1:1



**Gesimsband** an Eisenbahnüberführungen über Straßen 350-400 mm hoch, in gleicher Höhe und vorzugsweise in gleicher Ebene auch auf Widerlagerflügeln.

**Anstrich:**

Außenseite in der Farbe des Betongesimses, Konstruktion dunkel.

**Werkstoff** Stahl U St 37-1, für Abkantprofile in Abkantgüte.

**Anschlüsse** Sechskantschrauben DIN 7990 oder Sechskant-Paßschrauben DIN 7968 oder HV-Schrauben DIN 6914 oder Niete St 34. Alle Sechskantschrauben mit Federringen DIN 127 oder Sicherungsmuttern DIN 7967.

**Oberflächenschutz** GEL 1 Q ST1

Eingeführt gem. Verf. HVB-48.481 I b 880		vom 1. Februar 1971
Bearb.	BUNDESBAHN-ZENTRALAMT MÜNCHEN, DEU	23.12.1970
Dat.	15.10.70 Hoffmann	DEZ 11
Gep.	10.12.70 Möller	Iba/R
Herrn		
Hafthab.	Gehstege an stählernen Überbauten mit durchgehendem Schotterbett	
1:10	Konsole	
1:1		
t:100		
Richtzeichnung		KON 1
Ausgabe vom		Ersatz für

**Leere Seite**  
**Blank page**  
**Page vide**

## How to Design an Economical Standard Set of Welded Built-up I-Shaped Cross Sections for the Use of Mass Production

Comment construire une série normalisée de sections à I soudées et économiques pour les besoins de la production en série

Entwurf einer normierten Reihe von wirtschaftlichen, geschweißten I-Profilen für den Massenfertigungsbedarf

JOSEF BUŽGA  
Prof. Ing.  
Technical University Brno, CSSR

We can say that any standard product is a junior partner of the mass production. In our report let it be a built-up welded I-shaped cross section with two axis of symmetry as usually applied to an I-beam shown in Fig. 1.

The question of weight economy is how to shape an I-cross section to get out of it the most effective bending moment. The traditional idea is this is given by massive flanges and a slender web. The web slenderness is defined by three parameters : the depth  $h$ , the thickness  $d$ , and their ratio  $\lambda$  equal to  $h$  devided by  $d$ .

Their influence on the weight economy of an I-cross section is different, as shows Fig. 2. There we see 3 lines indicating the relationship of the section modulus to the web area to total section area ratio  $k$ .

The total cross section area remains always constant.

The depth  $h$  being constant too, the maximum section modulus requires the whole 100 % of the material in both flanges. Nothing of it remains for the web area. This is not our case, but one of lattice girder.

The web thickness  $d$  being constant, the maximum section modulus requires 75 % of material in the web area and 25 % in both flanges, only.

Lastly, the slenderness ratio being constant, 50 % of material are to be put in both the web and the flanges.

The condition of a constant slenderness ratio  $\lambda$  can be fulfilled when the I-beam is hot rolled in the mill.

The condition of a constant web thickness  $d$  is fulfilled when the I-beam is built up. Really, that is our case. But for the welding technology purposes 75 % in the web area and 25 % in both flanges only are unsuitable because of neglecting the required

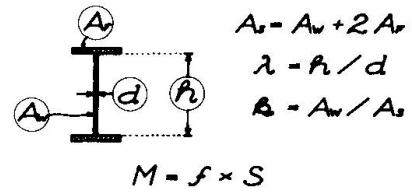


Fig. 1.

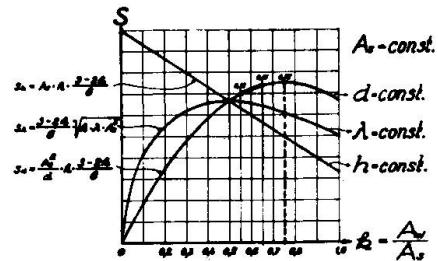


Fig. 2.

cross section rigidity. Therefore, the ratio  $k$  varying within 65 % down to 55 % is practically quite well acceptable for both the welding technology as well as the weight economy.

Now, the minimum weight to maximum bending moment diagram can be drawn, to be seen in Fig. 3. The lower zone I of it is parabolic. Here, the allowable bending stress is the only working condition of economy. At a point where the web slenderness ratio must be respected, too, the weight economy diagram changes in the tangent of the parabolic zone I. Thus, the diagram is divided in two zones.

In the lower parabolic zone I the section modulus can be increased by increasing the web depth, but in the higher linear zone II by increasing the area of flanges, only. The web depth increasing is already impossible the upper limit of the web slenderness ratio  $\lambda$  being just reached.

This conclusions are applied to one size of the web thickness, only. But they can be extended to several sizes, in our example 6, 8, 10, 12 mm.

Thus, a bundle of different diagrams of that sort is laid down, as shows Fig. 4. A curved line inscribed into it represents a complex weight economy diagram characterising the optimized relationship of the minimum total section area to the maximum section modulus.

Now, we can afford the further step towards the standardisation. For this purpose, we can use the following rule : the weight difference between two adjacent members of a standard I-section set may be up to 10 % maximum. According to this rule the graduation of the web depth is done in a scale of 25 mm up to 500 mm, of 50 mm up to 1.000 mm and of 100 mm above the depth size of 1.000 mm. As we can notice the parabolical zone I refers to the minimum web thickness as permitted by the welding technology. All greater web thickness sizes correspond to the tangent zone II. As we already know the upper limit of the web depth size is defined by the web slenderness ratio  $\lambda$ . This depends either on the web buckling resistance or on the possibilities of the welding technology. From this point of view the web slenderness ratio  $\lambda$  is to be graduated in a set of 5 members as follows : 100, 120, 145, 170 and 200. This graduating must not exceed the supposed 10 % weight difference.

Yet, we have to design a set of flange plate sizes. That can be done following the rule that the width of a flange plate is to be 20 times up to 25 times larger than its thickness. A survey of sizes of web plates as well as of flange plates is gathered in the tables on Fig. 5. The total number shown there is 21 shapes of flange sections and 71 shapes of web sections.

Now, we can make a final step to draw a matrix for designing an economical I-cross section standard set, seen in Fig. 6. The matrix consists of 5 main columns. Each of them covers the I-sections of the same limiting web slenderness ratio  $\lambda$  : 100, 120, 145, 170 and 200. It is devived into 4 subcolumns corresponding with the designed set of web thicknesses : 6, 8, 10 and 12 mm. Vertically, all columns are lined following the mentioned gradu-

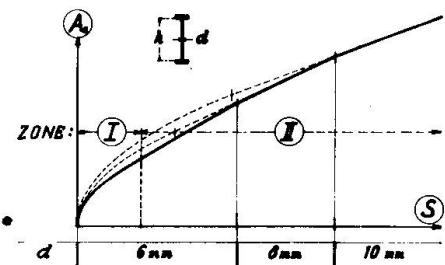


Fig. 3.

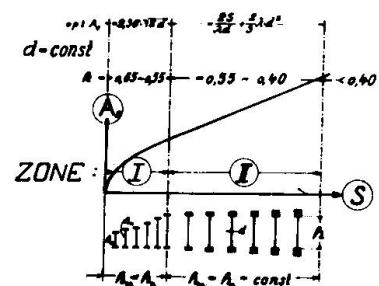


Fig. 4

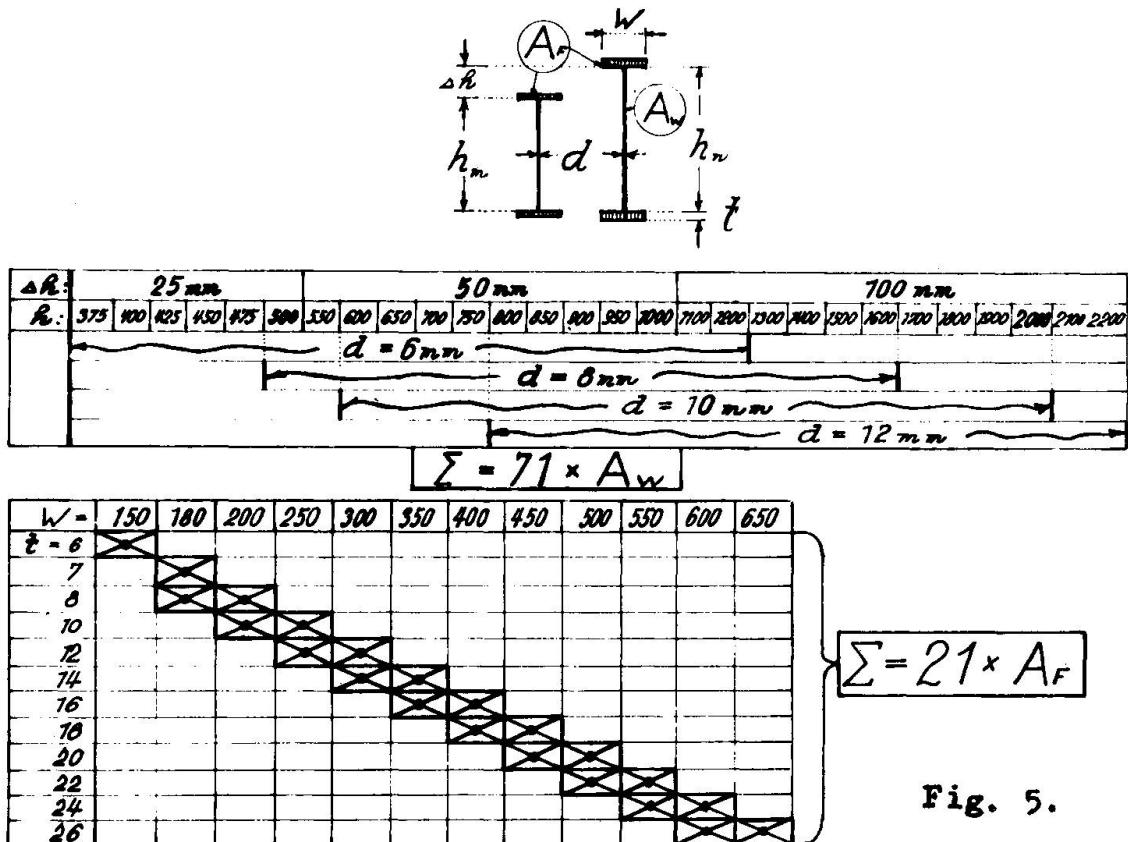
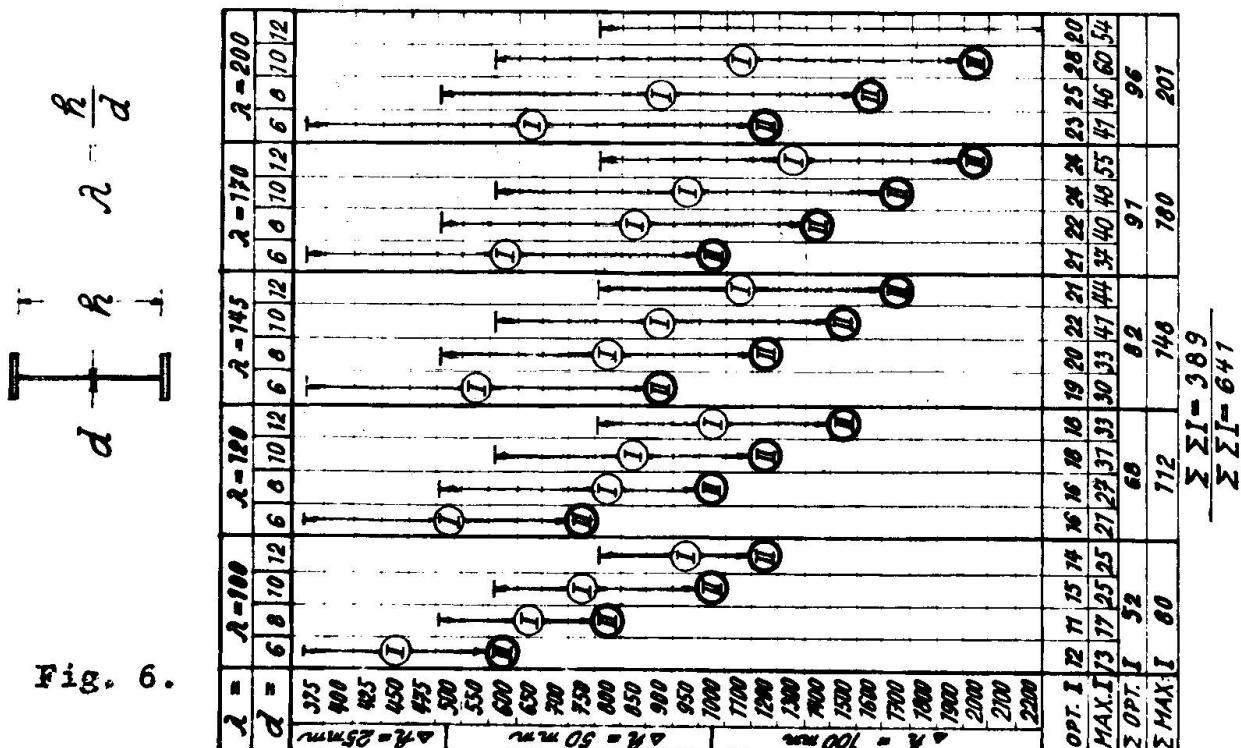


Fig. 5.

tion of web depths : from 375 mm up to 2,200 mm . Each column relates to one size of the web thickness and, vertically, is divided into two zones : I and II .

We elect the area of flange plates of such a size that the web area ratio  $k$  decreases from 65 % down to 55 % relating to any web depth size in the zone I , and from 55 % to 40 %



relating to each limiting slenderness ratio in the zone II. An I-section shaped with a ratio K bellow 40 % is considered as statically as well as economically unfavorable.

Under the lower edge of the table there are noted the reduced sum figures of recommended most economical I-shaped sections related to their total sums.

In that way the table in Fig. 6 shows final results of solving the discussed problem how to design an economical standard set of welded built-up I-shaped cross sections.

The just described method especially the idea of arranging the standard sets in 5 groups according to 5 recommended slenderness ratios involves some remarkable advantages :

- 1) : any sort either of a mild steel or of a high strength steel can be used;
- 2) : different standard specification of the web buckling resistance can be applied;
- 3) : weight savings up to 5 % can be reached in comparision with a usual design method;
- 4) : the designed standard sets can be put into practice as specifications for the mass fabrication on a specialized welding production line.

Furthermore, an idea might arrise to design a european standard of this kind based on the just mentionned method.

I hope this short report may be successful in giving some informations to you about our research aims on that field in our country.

## SUMMARY

The mass production can only be developed when the product is standardized. This report deals first with the conditions of weight economy of an I-cross section and, having defined them, describes a method how to design an economical standard set of welded built-up I-shaped cross sections (Fig. 6) for the use of mass production.

## RESUME

La fabrication en séries peut seulement être développée si le produit est standardisé. La présente contribution à la discussion traite d'abord des conditions d'économie en poids d'un profil en I. Sur cette base une méthode est développée qui permet de projeter une série standardisée de profils en I soudés et économiques, (fig. 6) en vue de la fabrication en séries.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Massenfertigung kann nur entwickelt werden, falls das Erzeugnis normiert ist. Dieser Diskussionsbeitrag behandelt zuerst die Bedingungen der Gewichtswirtschaftlichkeit eines I-Profil. Aufgrund derselben wird dann eine Methode entwickelt, die es ermöglicht, eine normierte Reihe von wirtschaftlichen, geschweißten I-Profilen (Bild 6) für den Massenfertigungsbedarf zu entwerfen.