

DER STAHLBAU

Schriftleitung:

Dr.-Ing. A. Hertwig, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Technische Hochschule
Fernsprecher: C 1 Steinplatz 0011

Professor W. Rein, Breslau, Technische Hochschule. — Fernsprecher: Breslau 421 61

Beilage
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 RM und Postgeld

6. Jahrgang

BERLIN, 3. Februar 1933

Heft 3

Alle Rechte vorbehalten.

Die Hallen für die Automobilfabrik in Nishnj-Nowgorod.

Von Prof. Dr.-Ing. Kulka, Hannover, und Dipl.-Ing. L. Schmitz, Köln.

Wie in den europäischen Staaten, hat sich nun auch in Rußland der Wille zur Rationalisierung durchgesetzt, aber erst zu einer Zeit, als die dortigen Verhältnisse sich nach der gewaltigen Revolution etwas beruhigt hatten. Als die ganze Welt bereits einsah, daß das Tempo der Rationalisierung der Absatzmöglichkeit weit vorausgeeilt ist, hat diese Welle der forcierten Arbeitsweise erst Rußland voll erfaßt und ist dort mit dem Namen „Fünfjahresplan“ belegt worden. Ob die Lebensbedingungen für eine solche Industrialisierung in Rußland in der Zukunft günstiger sein werden, als für die übrige Welt, und ob die Erkenntnisse, die man nunmehr in allen Industriestaaten gewonnen hat, bei Rußland eine Ausnahme machen werden, muß die Zukunft zeigen.

Rußland errichtete in den Jahren 1930 und 1931 eine Automobilfabrik nach Fordschem Muster in der Nähe von Nishnj-Nowgorod, die bei 140 000 Wagen Jahresproduktion ein Heer von 18 000 Arbeitern beschäftigen wird. Laut Berichten einer russischen Zeitung sollen diese Arbeiter für den zukünftigen Beruf erst erzogen werden, zu welchem Zwecke einige Dutzend Arbeiter zu Ford geschickt worden sind, um dort die amerikanische Arbeitsweise kennenzulernen. In besonderen Schulen sollen kurzfristige Kurse für die zukünftigen Arbeiter eingerichtet werden. Ein Teil der Arbeiter soll auch von Organisationen gestellt werden.

Das Werk ist fast ganz in Stahlkonstruktion mit einem Gewicht von etwa 14 000 t hergestellt, nur wenige Teile sind in massiver Bauweise errichtet.

Im folgenden soll die Stahlkonstruktion näher beschrieben werden, die nicht nur wegen der Ausbildung und der gewaltigen Abmessungen der Hallen, sondern auch wegen der überaus raschen Werkstatt- und Montagearbeiten sehr bemerkenswert ist.

Die Fabrik besteht aus folgenden Hauptwerkstätten:

1. Gießerei	26 400 m ²	
+ Massivbau	6 900 „	33 300 m ² ,
2. Schmiedewerkstatt	18 350 „	
3. Preßwerk	29 400 „	
4. Federnfabrik	6 300 „	
5. Montagehalle	56 000 „	
		143 350 m ² .

Dazu kommen noch zwei Gebäude für die Kraftzentrale und sieben massive Gebäude für Büros usw.

Die Abmessungen der bebauten Fläche wird man am besten richtig einschätzen, wenn man bedenkt, daß allein die Montagehalle mit einer Länge von mehr als einem halben Kilometer an Grundfläche ungefähr der Fläche sämtlicher Bahnsteighallen des Leipziger Hauptbahnhofes gleichkommt.

Die Grundlagen der Konstruktionen sowie die Hauptanordnungen wurden im Benehmen mit amerikanischen Ingenieuren festgelegt, die Ausführung der Stahlkonstruktion erfolgte jedoch durchweg in Deutschland, und zwar für die Gießerei, das Preßwerk, die Federnfabrik und die Montagehalle von zusammen etwa 118 000 m² mit einem Stahlgewicht von etwa 11 000 t durch die Firma J. Gollnow & Sohn in Stettin, die Schmiedewerkstatt mit 18 350 m² und etwa 2100 t Stahlgewicht durch die Firma Humboldt-Deutz-Motoren A.-G., Kalk bei Köln. Damit ergibt sich ein Durchschnittsgewicht von 91 kg/m² bebauter Fläche und von 8,4 kg/m³ umbauten Raumes.

Der besondere Entwurf für die Hallenkonstruktionen stammt in der ersten Fassung von dem amerikanischen Büro The Austin Company Engineers, Cleveland/Ohio, und ist dementsprechend mit amerikanischen Profilen durchgeführt. Da aber der Auftraggeber einen großen Abschluß für Stahl mit dem Walzwerk Witkowitz getätigt hatte, so mußten die Ausführungszeichnungen dem Walzprogramm von Witkowitz angepaßt

werden, das im wesentlichen auf den alten österreichischen Profilabmessungen aufgebaut ist. Für den größten Teil der Bauten war eine vollständig neue statische Berechnung aufzustellen unter Berücksichtigung der in Deutschland üblichen Gesichtspunkte und unter Zugrundelegung der russischen Belastungsvorschriften. Insbesondere wurde die deutsche Dinorm 1000, die ja in erster Linie für Brückenbauten aufgestellt ist, auch für diese Hochbauten als Grundlage gewählt, was eine außerordentlich strenge Handhabung der Ausführungsvorschriften bedeutet.

Die Überprüfung der statischen Berechnung wurde auf Wunsch des russischen Auftraggebers von Herrn Geheimrat Dr.-Ing. Hertwig, Professor an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, durchgeführt.

Die Berechnungsgrundlagen auf Grund der russischen Vorschriften sind in ihren Hauptwerten nachstehend mitgeteilt, ebenso dürfte die Tafel von Interesse sein, in welcher die zulässigen Spannungen nach amerikanischen, deutschen und russischen Vorschriften einander gegenübergestellt sind.

Russische Berechnungsnormen für Stahlkonstruktionen.

(Bestätigt durch das Standartisierungskomitee am 14. März 1930.)

1. Bestimmung der Belastungen.

a) Windbelastung.

$p = k(p' + k'h)$. Darin bedeuten: p = Winddruck (in kg/m²), bezogen auf 1 m² der Dachfläche, wobei der Druck senkrecht zu der Dachfläche und die Windrichtung waagrecht angenommen werden.

k = Strömungsbeiwert = 1,0,
 p' = Winddruck (in kg/m²), gemessen an der Erdoberfläche, = 70 kg/m²,
 k' = empirischer Beiwert = 0,67 m,
 h = volle Höhe des Bauwerkes, gemessen in Metern über dem Fundamentabsatz;
z. B. wird bei $h = 15$ m,
 $p = 1(70 + 0,67 \cdot 15) = 80$ kg/m².

b) Schneebelastung.

$p = 3,60(45 - \alpha)$. Darin bedeuten:
 p = senkrechter Druck der Schneelast (in kg/m²), bezogen auf 1 m² der Dachoberfläche,
3,6 = empirischer Wert der Schneebelastung in kg/m²,
 α = Neigungswinkel der Dachoberfläche, bezogen auf die Waagerechte;
z. B. $\alpha = 0$; $p = 3,6(45 - 0) = 162$ kg/m².

2. Zulässige Beanspruchungen.

a) Zulässige Hauptbeanspruchungen.

Zulässige Hauptbeanspruchungen bei Einwirkung von Hauptbelastungen für Stahl 3 1400 kg/cm².
Zulässige Hauptbeanspruchungen bei gleichzeitiger Einwirkung von Haupt- und Nebenbelastungen (fallweise Belastung) für Stahl 3 1700 kg/cm².
Als statische Hauptbeanspruchungsart gilt für Walzstahl Beanspruchung auf Zug.

b) Zulässige Nebenbeanspruchungen. Nietenbeanspruchungen:

auf Abscheren: Type B (gebohrte Löcher)
a) Hauptbelastungen 1100 kg/cm²,
b) Haupt- und Nebenbelastungen . 1360 „
Type C (gestanzte Löcher)
a) wie oben 950 „
b) wie oben 1180 „

auf Lochleibung: Type B.

- a) wie oben 2800 kg/cm²,
- b) wie oben 3400 "

Type C

- a) wie oben 2100 "
- b) wie oben 2550 "

3. Anwendung der Beanspruchungsnormen.

a) Falls in Stahlkonstruktionen Niete aus hochwertigem Material verwendet werden, wird die Scherbeanspruchung nach den Normen für das hochwertige Material, dagegen die Lochleibungsbeanspruchung nach den Normen für das normale Material der Hauptkonstruktionen bestimmt.

b) Bei Berechnung einzelner Stäbe bzw. Konstruktionseinheiten, die einer ständig vibrierenden bzw. veränderlichen (abwechselnd positiven und negativen) Belastung ausgesetzt sind, werden die oben angegebenen zulässigen Beanspruchungen auf Abscheren und auf Lochleibung um 25% ermäßigt.

c) Beschaffenheit des Stahles 3.

Konstruktionsteile:

- Festigkeit 37 bis 44 kg/mm²,
- Fließgrenze, minimum 22 kg/mm²,
- Dehnung 22 %,
- Elastizitätsmodul 2 100 000 kg/cm².

d) Stoßbeiwerte für bewegliche Last:

- 1. für Kranbahnen der Brückenkrane (senkrechte Kräfte) maximum 1,2,
- 2. für Hauptbinder und Querverbände der Brückenkrane selbst (senkrechte Kräfte) maximum 1,4.

e) Knickungsbeiwerte werden entsprechend der Schlankheit des betreffenden Stabes ($e = l/r$) laut nachstehender Aufstellung bestimmt:

$e = l/r$	$e = l/r$	$k = l/e$	$k = l/e$
0 = 1,000	110 = 0,511	0 = 1,00	110 = 1,96
10 = 0,990	120 = 0,453	10 = 1,01	120 = 2,20
20 = 0,970	130 = 0,396	20 = 1,03	130 = 2,52
30 = 0,935	140 = 0,355	30 = 1,07	140 = 2,82
40 = 0,893	150 = 0,316	40 = 1,12	150 = 3,16
50 = 0,840	160 = 0,289	50 = 1,19	160 = 3,46
60 = 0,798	170 = 0,270	60 = 1,25	170 = 3,70
70 = 0,741	180 = 0,236	70 = 1,35	180 = 4,23
80 = 0,683	190 = 0,218	80 = 1,47	190 = 4,57
90 = 0,626	200 = 0,191	90 = 1,60	200 = 5,24
100 = 0,568		100 = 1,76	

f) Falls die Konstruktionsteile durch Elektroschweißung miteinander verbunden werden, werden folgende Beanspruchungen zugelassen:

1. auf Druck:

- a) nur Hauptbelastungen 1000 kg/cm²,
- b) Haupt- und Nebenbelastungen 1200 "

2. auf Zug:

- a) wie oben 900 kg/cm²,
- b) wie oben 1100 "

3. auf Abscheren:

- a) wie oben 720 "
- b) wie oben 870 "

Bei ständig vibrierender bzw. veränderlicher (abwechselnd positiver und negativer) Belastung werden obige zulässige Beanspruchungen um ein Drittel ermäßigt.

g) Bei Querschnittsbemessungen ist ein Spielraum von + 2% (für Brücken) bzw. + 5% (bei sonstigen Stahlkonstruktionen) zugelassen (sofern kein größerer Spielraum aus konstruktiven Gründen notwendig wird).

Vergleiche über zulässige Spannungen in kg/cm².

Art der Beanspruchung	Amerika	Deutschland	Rußland
Hauptteile: Zug — Hauptkräfte . . .	1200	1200	1400
" Zug — Haupt- und Zusatzkräfte ohne Temperatur . . .	1400	1400	1700
" Druck — Hauptkräfte . . .	1200	1200	1400
" Druck — Haupt- und Zusatzkräfte ohne Temperatur . . .	1400	1400	1700
" Biegung — Hauptkräfte . . .	1200	1200	1400
" Biegung — Haupt- u. Zusatzkräfte ohne Temperatur . . .	1400	1400	1700
" Zug, Druck, Biegung, Haupt- und Zusatzkräfte einschl. Temperatur	1600	1600*)	1700
" Schub — Hauptkräfte . . .	—	1000	1050
" Schub — Haupt- und Zusatzkräfte	—	1167	1270
Niete: Abscheren — Hauptkräfte . . .	900	1000	1100
" Abscheren — Haupt- und Zusatzkräfte	—	1167	1360
" Lochleibung — Hauptkräfte . . .	—	2000	2800
" Lochleibung — Haupt- und Zusatzkräfte	—	2334	3400
Schrauben: Abscheren — Hauptkräfte . . .	—	800	800
" Abscheren — Haupt- und Zusatzkräfte	—	933	975
" Lochleibung — Hauptkräfte . . .	—	1600	1600
" Lochleibung — Haupt- und Zusatzkräfte	—	1866	1950
Anker: Zug — Hauptkräfte	—	800	1000
" Zug — Haupt- und Zusatzkräfte	—	933	1200

*) Bei besonderen Maßnahmen.

1. Die Gießerei.

Die Gießerei mit einer Gesamtgrundfläche von 33 300 m², wovon etwa 7000 m² auf die massiven Bauten entfallen, hat einen U-förmigen Grundriß, der von einem Westbau, einem Ostbau, dem Frontbau und den in der Mitte liegenden Mittelbauten sowie dem massiven Mittelbau gebildet wird. Das Gesamtgewicht der Stahlkonstruktionen der Gießerei beträgt 2630 t mit einem Durchschnittsgewicht von 100 kg/m² und 8,5 kg/m² für den umbauten Raum. Der Grundriß und die Gesamtanordnung ist aus Abb. 1 zu ersehen.

Zur Erhöhung der Feuersicherheit dieses Gebäudes, besonders des Frontbaues, in dem die Kupolöfen untergebracht sind, sind auch massive Feuerwände eingezogen, die aus Abb. 1 zu ersehen sind. Abb. 2 bis 5 zeigen einige typische Querschnitte.

Die Stützweiten der Hallen für die Gießerei betragen für den Frontbau 24 m und 18 m, sonst durchweg 18 m, die Binderentfernung beträgt 6 m. Die Stahlkonstruktionen mußten dem Verwendungszweck entsprechend für

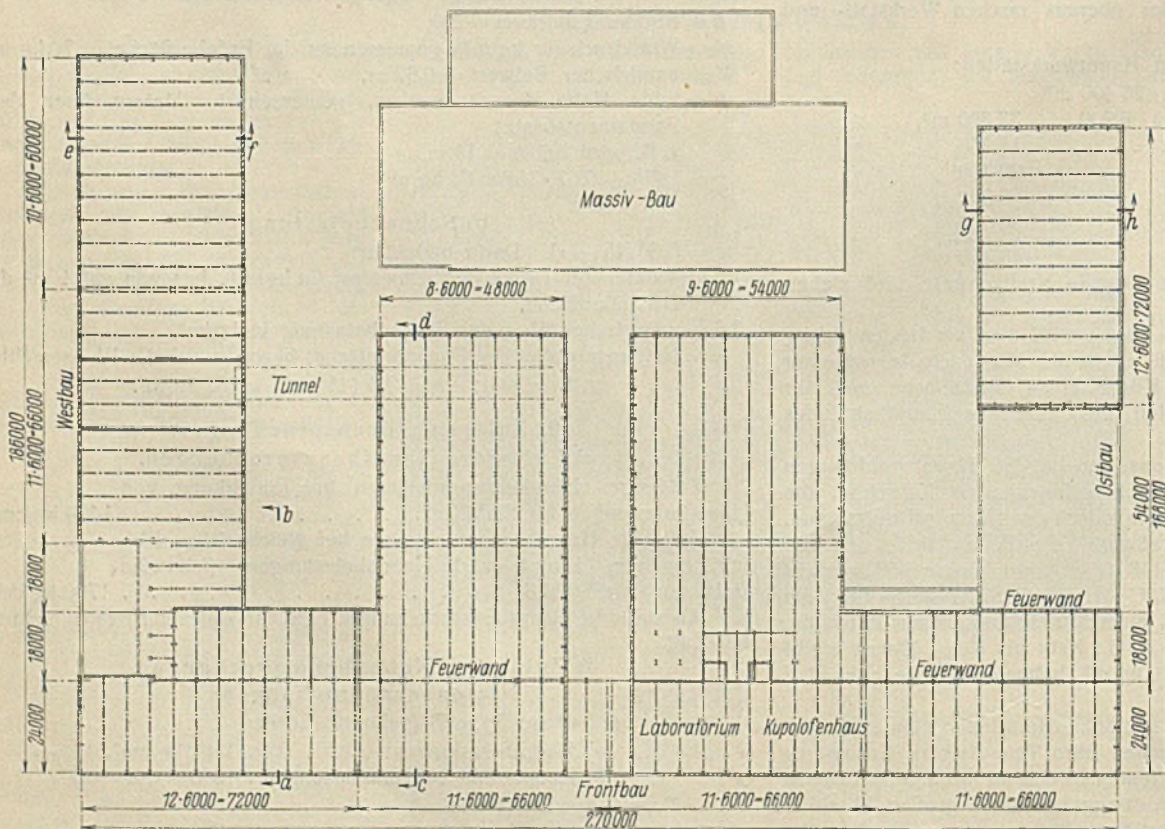


Abb. 1. Grundriß der Gießerei.

diese Halle verschiedenartig ausgebildet werden; teilweise sind Krane vorgesehen, insbesondere in dem durchgehenden Frontbau von 24 m Breite. Teilweise mußten auch Etagen angeordnet werden.

Die Beleuchtung der Hallen geschieht teilweise durch Seitenlicht aus den Umfassungsmauern, teilweise durch Oberlicht. Die Oberlichtstreifen sind sehr breit gewählt, während die 24 m-Halle des Frontbaues in erster

In den Oberlichten laufen neben den Fenstern Reinigungswagen. Die Mittelstützen stehen frei, die Außenstützen jedoch sind durch Riegel und Verbände gegen seitliches Ausknicken gehalten. Die Stützenmomente werden unter der Annahme berechnet, daß die Trägheitsmomente der Binder gegenüber jenen der Stützen unendlich groß sind, so daß die oft 6- und 9fach statisch unbestimmten Systeme verhältnismäßig einfach be-

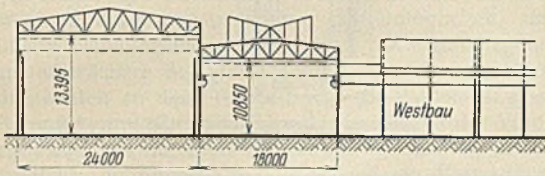


Abb. 2. Schnitt a—b (s. Abb. 1).

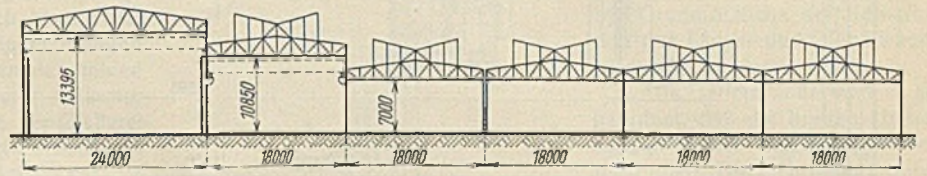


Abb. 3. Schnitt c—d (s. Abb. 1).

Linie Seitenbeleuchtung durch die Fensteröffnungen der Längswand erhält, die von zwei Lichtbändern durchzogen wird, von welchen das obere 3,1 m und das untere 5,2 m breit ist. Die übrigen Hallen sind von durchlaufenden Oberlichten beleuchtet, die in zwei Typen vorgesehen sind,

und zwar ein Typ von 10,8 m Breite für die 18 m-Halle und von 13,7 m Breite für diejenigen Teile der 24 m-Halle der westlichen Seitenhalle, die in einer eigenartigen Weise angeordnet sind. Von Bindermitte steigen unter etwa 13° symmetrisch zwei Dachflächen hoch, die dann durch eine vertikale Glasfläche von etwa 2,60 m Höhe nach Art der Shed-Dächer abgeschlossen werden. Die Dachneigungen selbst betragen nur 8°, ein für solche Bauten außerordentlich geringes Gefälle. Ob sich diese geringe Neigung der Dachfläche, ebenso die geringe Neigung der Mittel-

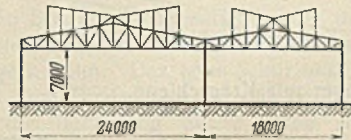


Abb. 4. Schnitt e—f (s. Abb. 1).

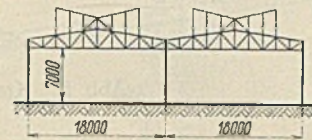


Abb. 5. Schnitt g—h (s. Abb. 1).

rechnet werden konnten. Infolge der oben gekennzeichneten vereinfachten Berechnungsannahmen wurden die Momente in den Außenstützen um 10 bis 20% erhöht.

Die Lichtbänder der Außenwände bestehen aus einzelnen Fenstern, welche an waagerechten

Riegeln befestigt sind, die wieder mittels T-Fenstersprossen von etwa 1,5 m Entfernung an den Mauerträgern aufgehängt sind. Die Mauerträger bestehen aus genieteten Profilen, um das Mauerwerk mit Stahl abzuschließen. Als Mauerträger wurden zwei C-Profile oder I-Profile mit einer Platte verwendet, wobei die Platte mit Flachstahlbügel gegen das I-Profil abgestützt ist, um eine unzulässige Verbiegung zu verhindern. An sämtlichen Außenwänden läuft ebenfalls eine Bahn für die Fensterreinigungswagen.

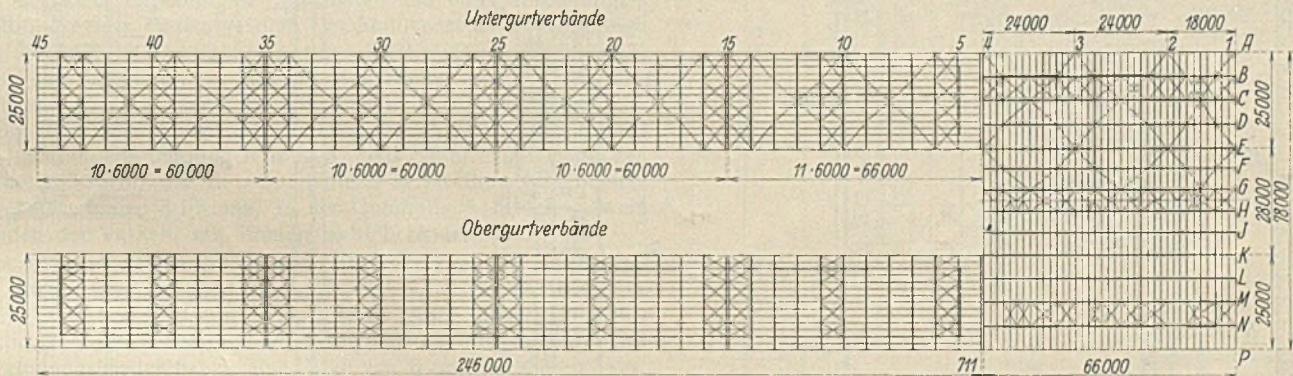


Abb. 6. Dachgrundriß der Schmiedewerkstatt.

flächen in dem anscheinend harten Winterklima bewahren werden, wird die Zukunft zeigen. In unseren klimatischen Verhältnissen hätte man in den Querschnitten der Gebäude die großen Schneesäcke vermieden, die sich zwischen den senkrechten Glaswänden ergeben und die ein seitliches Wegräumen des Schnees infolge der großen Hallenlängen schwer ermöglichen.

Die Dacheindeckung ist für die ganze Fabrik, soweit nicht Glasdeckung vorgesehen ist, mit Dachpappe durchgeführt. Die Pappe liegt auf einem doppelten Holzbelag, von dem der untere 5 cm, der obere 2 1/2 cm stark ist. Zur Erhöhung der Feuersicherheit ist die Dachdeckung in der Gießerei von unten mit Asbest isoliert.

Die Hauptstützen der Binder sind eingespannt, so daß die Systeme vielfach als mehrstielige Rahmen konstruiert sind.

Die Pfetten wurden als Träger auf zwei Stützen ausgeführt, nur bei den Giebelwänden wurden für die Mauerträgeraufhängungen kurze Kragpfetten verwendet. Im Front- und Westbau sind Kranbahnen angeordnet, welche aus I-Profilen hergestellt wurden. Die Seitenstöße auf die Kranbahn werden durch horizontal angenietete C-Profile aufgenommen. In den Endfeldern nehmen Prellböcke die Längsstöße der Laufkrane auf. Jene Hallen, die keine Kranbahnen haben, werden durch Laufkatzen versorgt (Monorail), die verschiedene Tragfähigkeiten besitzen und in den Untergurten der Binder aufgehängt sind.

Horizontalverbände sind in der Ebene der Oberlichte, der Obergurte und Untergurte der Binder vorgesehen. Die Untergurtverbände sollen auch die Schräg- und Bremskräfte der Krane auf die Stützen übertragen.

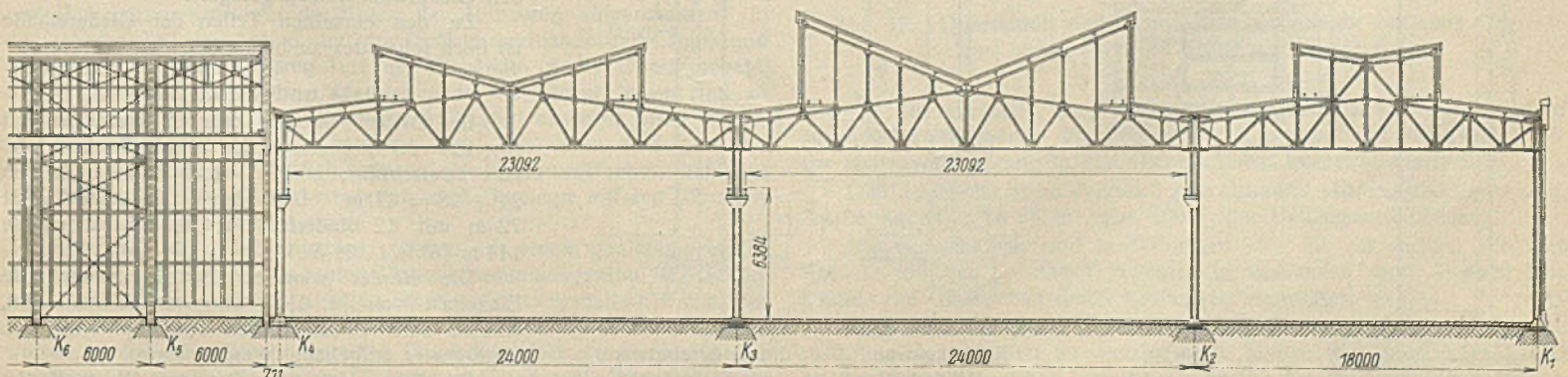


Abb. 7. Querschnitt durch die Querhallen mit anschließendem Längsschnitt durch die Längshalle.

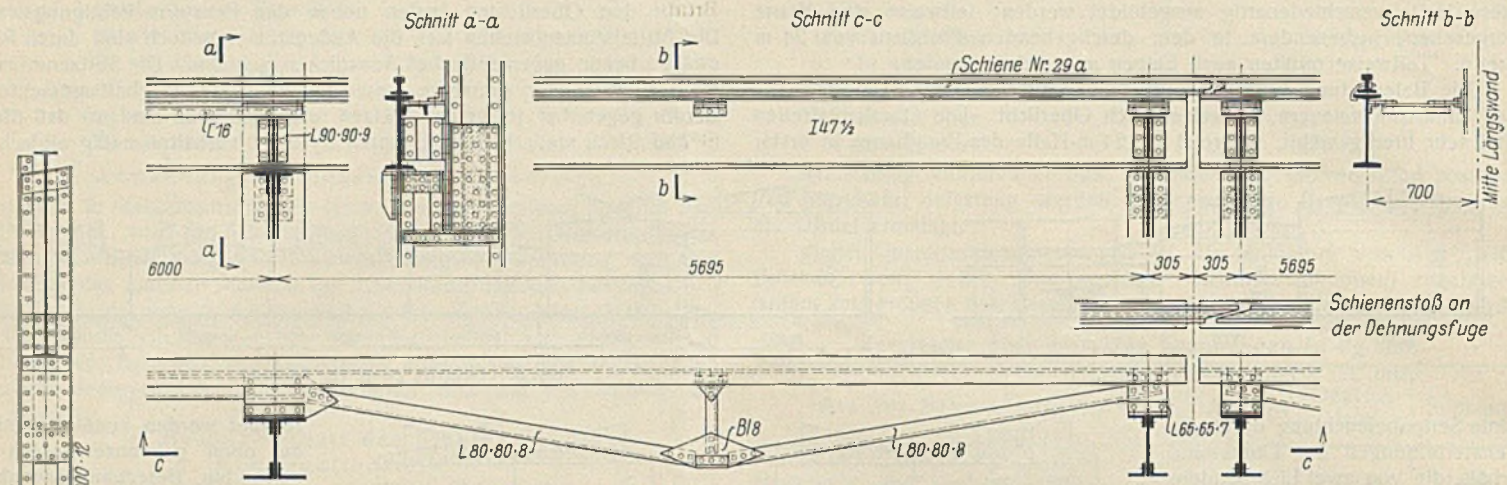


Abb. 8. Kranbahnträger mit Kranschiene.

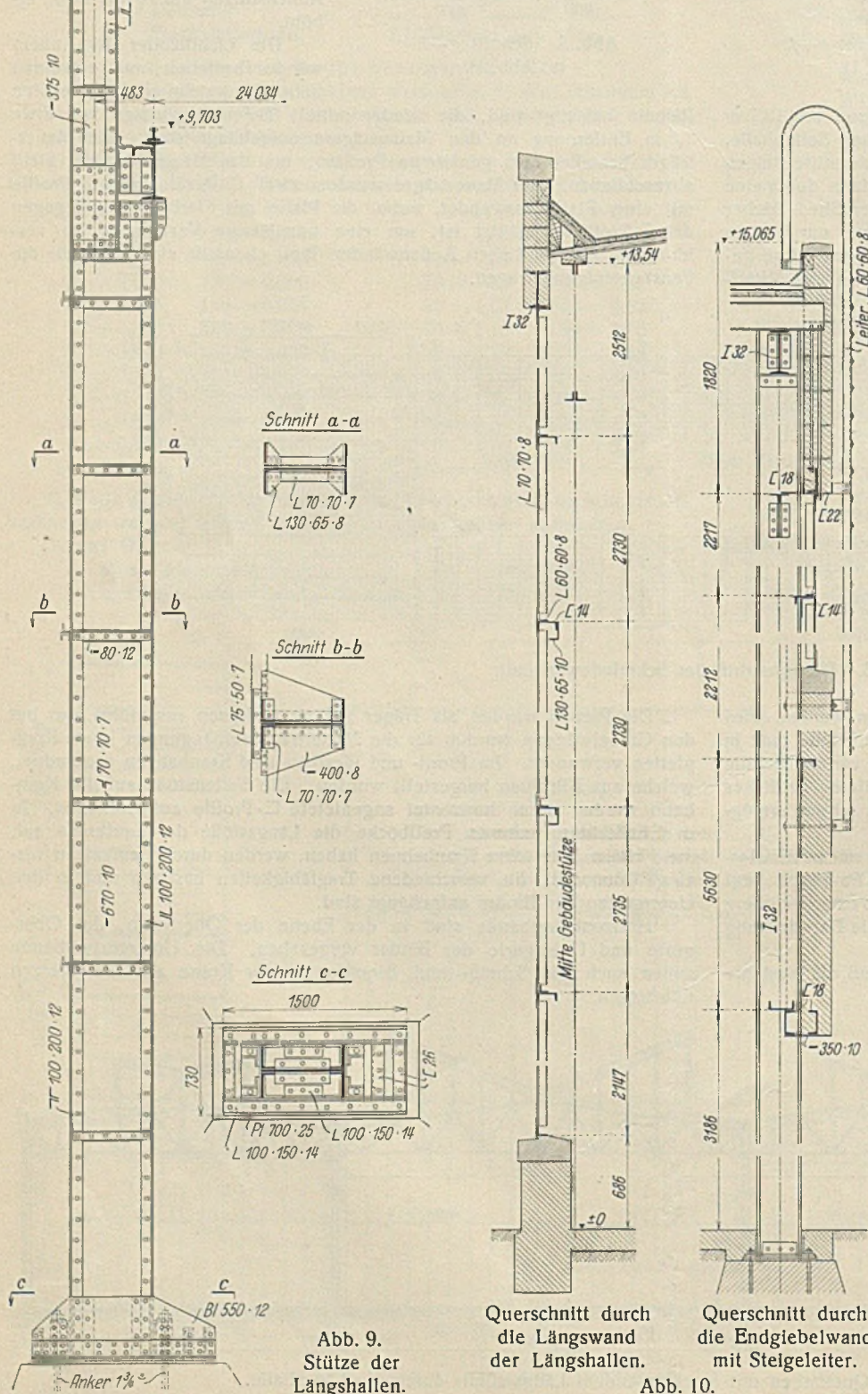


Abb. 9. Stütze der Längshallen.

Querschnitt durch die Längswand der Längshallen.

Querschnitt durch die Endgiebelwand mit Steigeleiter.

Abb. 10.

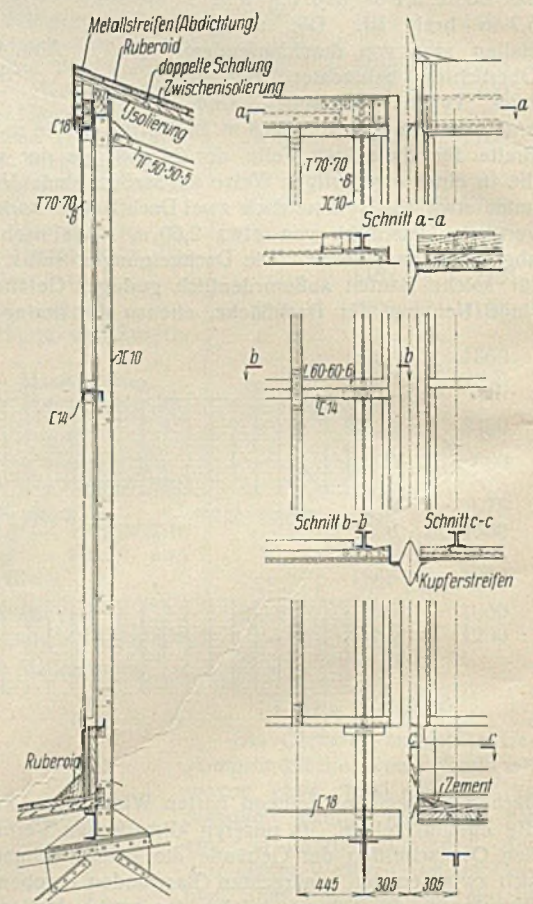


Abb. 11. Längswand des Dachaufbaues an der Dehnungsfuge.

Zur Erzielung der Längssteifigkeit der Hallen sind in den Stützebenen Vertikalverbände und Kopfstreben vorgesehen.

Die Giebelwandbinder haben größere Belastungen als die normalen Binder und sind auf den Giebelwandstützen gelagert.

Zu den einzelnen Teilen der Giebelreihe ist noch folgendes zu bemerken.

Ost- und Westhalle.

Der Ostbau ist eine zweischiffige Halle mit $2 \times 18 = 36$ m Breite. Die Westhalle ist ebenfalls zweischiffig, besitzt jedoch eine Breite von $24 + 18 = 42$ m. Die Länge der Osthalle ist 72 m mit 12 Binderfeldern, die der Westhalle 144 m (Abb. 1 bis 5).

Die Binder werden für eine wandernde Einzellast von rd. 1,4 t vorgesehen (Monorail), welche auch zwischen den Knotenpunkten des Untergurtes aufgehängt werden kann.

Die lichte Höhe der Ost- und Westhalle ist 7 m, bis Unterkante Binder gerechnet.

Die Osthalle ist so eingerichtet, daß sie später in nördlicher Richtung verlängert werden kann. Ein Teil der Westhalle ist mit einer Kranbahn ausgerüstet, auf welcher ein 5 t-Kran läuft bei einer Kranbahnlänge von vier Binderfeldern = 24 m.

Frontbau.

Der Frontbau ist zwelfschiffig und besteht aus einer 18 m- und einer 24 m-Halle. Die Gesamtlänge beträgt 270 m. Um bei der großen Länge der Halle die Längsausdehnung zu ermöglichen, sind nach etwa zwölf Bindern Dehnungsfugen angeordnet. Die dort liegenden Binder erhalten eine schwächere Sonderausführung. An den Anschlußstellen der beiden Mittelbauten an den Frontbau sind die Bauten zu gemeinsamer statischer Wirkung verbunden. Die 24 m-Halle, die an der Vorderseite der Gießerei liegt, wird nur durch die Längswand beleuchtet, hat also kein besonderes Oberlicht. In Anbetracht des besonderen Verwendungszweckes hat sie eine lichte Höhe von 13,3 m. 5 t-Krane, die in 11 m Höhe laufen, bedienen die Halle.

An beiden Giebeln der Halle sind Binder und Hauptstützen in das Mauerwerk eingebaut, damit man sowohl in der Ost- als auch der Westrichtung den Vorderbau leicht verlängern kann. Das 18 m-Schiff besitzt nur eine lichte Höhe von 8,25 m bis zum Binder und hat das normale durchgehende Oberlicht. Hier wird die Bedienung durch Krane von 10 und 5 t bewirkt, die auf 6 m hoher Kranbahn laufen.

Das Kupolofenhaus befindet sich im östlichen Mittelbau des Frontbaues und wird von einem 3 t-Chargierkran bedient. Sowohl Konstruktion als auch Eindeckung sind mit Rücksicht auf die Kupolöfen abweichend von der normalen Konstruktion ausgebildet, insbesondere sind zur Bedienung der Öfen Betonbühnen in 4,2 und 7,5 m Höhe angeordnet, durch welche auch die Schornsteine hindurchreichen.

Neben dem Kupolofenhaus ist ebenfalls als Etagenkonstruktion das Laboratorium untergebracht.

2. Schmiedewerkstatt.

Die Schmiedehalle hat eine Gesamtgrundfläche von etwa 18 000 m² und besteht aus zwei einschiffigen Längshallen und einer dreischiffigen Querhalle (Abb. 6). Das Gesamtgewicht der Stahlkonstruktionen beträgt etwa 2100 t, das ist etwa 114 kg/m² bebauter Fläche. Die beiden Längshallen haben eine Länge von 246 m und eine Breite von je 25 m; die Binderentfernung ist auch hier 6 m. Die Querhalle ist 78 m lang und ist dreischiffig: zwei Schiffe von je 24 m und ein Schiff von 18 m Breite. Hier beträgt die Binderentfernung teils 6,25, teils 5,6 m. Die Höhe der Längshalle beträgt 12 m, die der Querhalle 9 m bis Binderunterkante. In den Längshallen laufen 3 t-Krane, in der Querhalle 5 t-Krane, soweit durch Einbauten der Verkehr mit Kranen nicht behindert ist.

Die Grundsätze der Beleuchtung und Dacheindeckung sind dieselben wie bei der früher beschriebenen Gießereihalle. Über die Konstruktion der Halle im einzelnen gibt Abb. 7 Aufschluß. Auch hier ist für die Dacheindeckung Ruberoid auf doppelter Holzschalung vorgesehen. Die unteren Verschalungsbretter haben eine Dicke von 5 cm, die oberen 3 cm. Zwischen beiden Schalungen liegt eine Isolierschicht, eine weitere Isolierschicht zwischen Ruberoid und Holzschalung und eine dritte unterhalb der Holzschalung. Die sorgfältige Isolierung ist auch mit Rücksicht auf das Klima gewählt.

Die Sparren der Holzabdeckung werden von stählernen Pfetten getragen, die als Träger auf zwei Stützen zwischen den Bindermitten gerechnet wurden. Die normalen Pfetten bestehen aus Walzprofilen, während die Traufpfetten als Gitterpfetten ausgebildet sind, da sie gleichzeitig zur Längsaussteifung dienen.

Die Glasflächen sind zur Verhinderung der Verschmutzung in den Vertikalfächern ähnlich wie bei der Gießerei angeordnet.

Die Dachbinder sämtlicher Hallen haben dieselbe Grundform, verschiedenartig sind nur die Breiten der Aufbauten. Ebenso wie bei der Gießerei sind Binder und Stützen zu einem einheitlichen statischen Gebilde vereinigt.

Der Wind in der Längsrichtung wird durch Windverbände in Ober- und Untergurten sowie in der Ebene der Aufbauten aufgenommen. In dem oberen Teil der Abb. 6 sind die Untergurtverbände der Längs- und Querhallen, in dem unteren Teil die Verbände in der Obergurtenebene eingetragen. Zur Aussteifung der Hallen in der Längsrichtung sind an allen Traufen unterhalb der Wände der Aufbauten sowie an allen Binderfirsten vertikale Verbände angeordnet. Die Kranbahnen sind gewalzte Profile, auf denen die Kranschiene mittels Klemmschrauben befestigt sind (Abb. 8). Die Seitenstöße werden durch flachgelegte mit den I-Profilen vernietete C-Profile aufgenommen.

Alle Kran- und Binderstützen bestehen aus einem genieteten Profil, das aus einem Stegblech und vier Winkeln zusammengesetzt ist (Abb. 9). Die Stegblechhöhe beträgt bei allen Stützen der Längshalle 670 mm, bei den Querhallen 400 mm. Besonders sei auf die Fußausbildung verwiesen, welche die Stützen mit dem Fundament fest einspannt. In den Längshallen nehmen die Rahmen, Stützen und Binder die Windkräfte auf. Bei den Querhallen werden die Windlasten auf die Dächer und die

Bremskräfte der Krankatzen von den vier in einer Reihe stehenden Stützen gleichmäßig aufgenommen. Die Windkräfte in Hallenlängsrichtung werden durch die Verbände in den Längswänden auf die Fundamente übertragen.

Die Beleuchtung der Schmiedewerkstatt geschieht ähnlich wie die der Gießerei durch Lichtflächen, die grundsätzlich senkrecht angeordnet sind und teilweise in den Vertikalfächern der Dachaufbauten, teilweise in den Längswänden liegen. Letztere bestehen also größtenteils aus Glas.

Das Grundsätzliche der Konstruktion der Längs- und Giebelwände ist aus Abb. 10 ersichtlich.

Alle Hallenwände sind so angeordnet, daß die breiten Hallenstützen hinter den Wänden verschwinden. Die Lichtflächen treten als durchgehende Lichtbänder hervor, die in der Höhe durch die Wandriegel unterteilt werden. Durch die Anordnung der Wandriegel sowohl in den Längswänden der Hallen als auch in denjenigen der Aufbauten wird die horizontale Linie stark betont.

Alle Giebelwände der Hallen sind als Pendelwände ausgebildet und lehnen sich gegen die verstärkten Dachpfetten in den End-

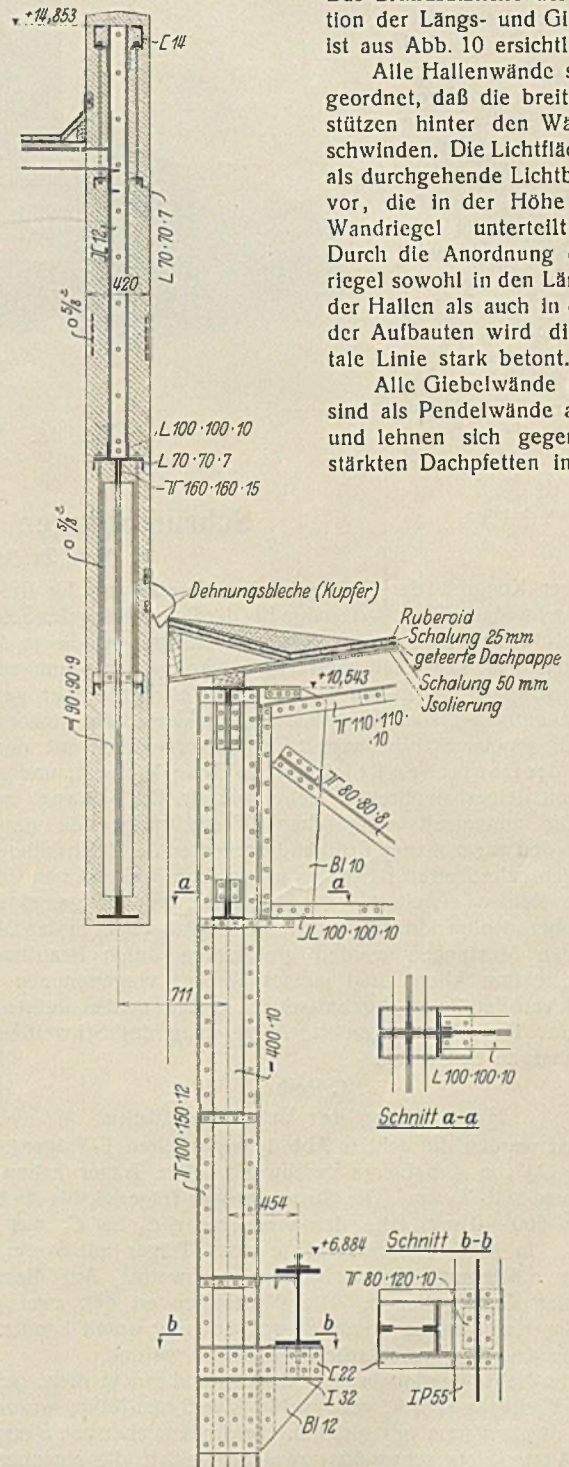


Abb. 12. Querschnitt durch den Giebelwandträger zwischen Quer- und Längshallen mit Stütze der Querhalle.

feldern, die ebenfalls die Windlasten auf die in den zweiten Feldern angeordneten Verbände übertragen. Auch hier ist auf die Möglichkeit der Hallenverlängerung in den Giebelwänden Rücksicht genommen.

Die Lichtfläche ist im Vergleich zum Grundriß sehr reichlich bemessen. Sie beträgt etwa 18 500 m², also 100% der Hallengrundrißfläche.

Die Glasscheiben sind in T-Profilen 70 × 70 × 8 verlegt, die laut Abb. 11 mit den C- und T-Profilriegeln verbunden sind. — Auch hier können die Glasflächen durch Laufwagen kontrolliert werden.

Wegen der Länge der Hallen und der großen Temperaturunterschiede in dieser Gegend sind an verschiedenen Stellen der Längshallen sowie an den Anschlüssen der Längshallen an die Querhallen Dehnungsfugen vorgesehen. In Abb. 6 sind die betreffenden Binder durch Doppelstriche

hervorgehoben. An diesen Stellen werden alle sonst durchgehenden Konstruktionsteile, wie Pfetten, Kranbahnträger, Wandriegel, Glasflächen, Mauerwerk und Dacheindeckung, unterbrochen. Die einzelnen Abschnitte des Bauwerkes zwischen diesen Fugen sind für sich standsicher konstruiert und berechnet. Durchlaufend sind nur die Kranschiene angeordnet, die Ausdehnungsfugen mit schrägen Stößen erhalten (Abb. 8). Die Breite der Dehnungsfugen schwankt zwischen 11 und 14 mm. Abb. 11 u. 12 zeigen Einzelheiten der Konstruktion an den Dehnungsfugen.

Die Ecken, die von dem Dach und den Längswänden gebildet werden,

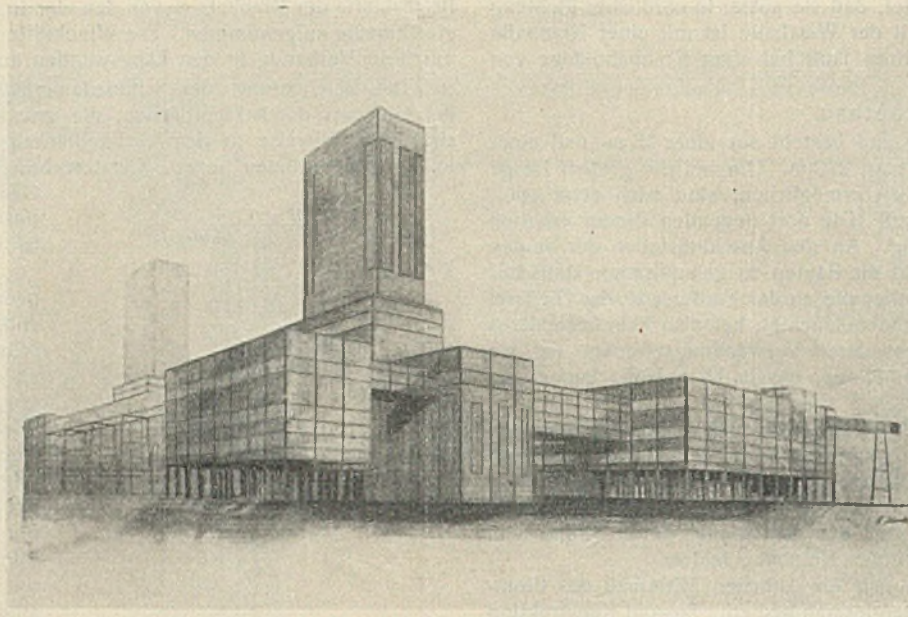


Abb. 13. Ansicht der Schmiedewerkstatt.

sowie alle Übergänge von Holz auf Glas der Aufbauwände sind mit Kupferblech abgedichtet worden. An allen Traufen und Übergängen von Dach auf Hallenlängswände sind Abdichtungsbleche angeordnet. Besondere Sorgfalt wurde für die Abdichtung der Traufen an den Umfassungswänden aufgewendet, damit hier keine undichten Stellen entstehen. Die Ruberoidschicht ist hier auf der unter 45° hochgezogenen Dachverschalung bis an die Wand geführt. Der Abschluß des Ruberoids wird oben durch überdeckende Metallstreifen bewirkt (Abb. 12).

Abb. 13 bringt ein Lichtbild der Schmiedewerkstatt. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Schrumpfungen an geschweißten Stahlbauten.

Von Dr.-Ing. Dörnen, Dortmund-Derne.

Auf dem Kongreß der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau im Mai 1932 in Paris nahm bei der Behandlung des Schweißens im Stahlbau die Aussprache über Schrumpfspannungen, die in den Bauwerken durch das Schweißen auftreten, einen großen Raum ein. Dies und ein Bericht von Reichsbahnrat Dr.-Ing. Schröder über gemessene Schrumpfspannungen¹⁾ sind Veranlassung zu Versuchen geworden, die zur Zeit auf meiner Stahlbauanstalt im Einvernehmen mit der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, und zwar auf Betreiben von Reichsbahndirektor Geheimrat Dr. Dr. Schaper angestellt werden. Die meinerseits vorgesehene Versuchsfolge von vier Reihen wurde durch den zugezogenen Brückenzernenten der Reichsbahndirektion Altona, Reichsbahnoberrat Blunck, um sieben weitere von ihm vorgeschlagene Reihen erweitert. Die Versuche werden gemeinsam mit Reichsbahnoberrat Blunck durchgeführt; ihr Beginn reicht in den Mai 1932. Die einzelnen Messungen werden gleichzeitig durch Beauftragte der Reichsbahndirektion Altona und meines Werkes vorgenommen. Einige nachfolgend veröffentlichte Ergebnisse der ersten beiden Reihen dürften geeignet sein, Bedenken gegen die Anwendung des Schweißverfahrens im Brückenbau zu beseitigen.

1. Reihe.

Herstellung der Versuchsstücke.

Zunächst wurden die acht in Abb. 1 dargestellten I-Träger (A_1 bis A_4 und C_1 bis C_4) von 4 m Länge geschweißt. Alle Träger haben gleiche Stegbleche von 800·10 mm. Die Gurte der vier Träger A_1 bis A_4 bestehen aus Platten 200·10 mm, die der vier Träger C_1 bis C_4 aus solchen 200·40 mm. In jeder Gruppe sind je zwei Träger mit 5 mm und je zwei Träger mit 9 mm starken Nähten geschweißt. Auf diese Weise entstehen vier Kombinationen. Die Messungen an den zwei gleichen Trägern jeder Kombination stimmten gut überein; somit konnte auf die vorgesehenen dritten Versuchsstücke verzichtet werden.

Die 5 mm-Nähte wurden in einer Raupe mit 4 mm starken, getauchten Elektroden, Kjellberg St 37 A, geschweißt. Die 9 mm-Nähte wurden dann durch eine zweite Raupe mit gleichen Elektroden, aber von 5 mm Durchmesser, ergänzt. Stets schweißten zwei Schweißer, die einander gegenüber, aber um 20 cm gegeneinander versetzt, auf beiden Seiten des Stegbleches von der Trägermitte aus nach den Enden hin in gleicher Richtung arbeiteten, beginnend mit dem Untergurt. Die zweite Lage wurde erst nach vollständigem Erkalten der Träger und nach sorgfältigem Entschlacken der ersten Lage mit leichten Preßluftschlämmern in gleicher Weise und gleicher Reihenfolge aufgebracht. Die Träger befanden sich zur Vermeidung von Überkopfschweißungen stets in der zum Schweißen bequemsten Lage. Alle Nähte sind durchgehend.

Messungen.

Vor dem Schweißen wurden die Längen der Träger in den bezeichneten 11 Punkten ($a-f$) unter Benutzung eines Sondergerätes mit eingebauter Zeiß-Meßuhr auf $\frac{1}{10}$ mm genau ausgemessen. Nach dem Schweißen wurden die gleichen Messungen wiederholt. Wie zu erwarten war, hatten sich die Träger verkürzt. Die Verkürzungen sind in Abb. 1

aufgetragen. Die Schrumpfungen wuchsen mit der Vergrößerung der Nahtstärke und der Verkleinerung der Gurtplatte.

Der Berechnung der im geschweißten Stück vorhandenen Schrumpfspannungen kann man nicht ohne weiteres das Hooke'sche Gesetz zugrunde legen, denn die Schrumpfungen entstehen zu einem großen Teile schon, während die einzelnen Stücke noch beträchtlich warm sind, als plastische Verformungen.

Zur Feststellung der in den geschweißten Trägern wirklich vorhandenen elastischen Spannungen wurde folgender Weg beschritten:

Die Träger wurden an den bezeichneten Stellen der Länge nach durchgehobelt. Die Trennlinien wurden so gewählt, daß jeweils die Schwerpunkte der abfallenden T-Stücke mit den Achsen der das Schrumpfen erzeugenden Kräfte möglichst zusammenfielen. Diese haben naturgemäß für die einzelnen Trägerstücke je nach der Stärke der Schweißnaht und der Stärke der Gurtplatte verschiedene Lagen, welche durch Vorversuche ermittelt werden mußten.

Nach dem Durchtrennen der Träger stellten sich, bezogen auf die nach erfolgter Schweißung gemessenen Längen, die in Abb. 1 gestrichelt gezeichneten Formänderungen ein: Die freiwerdenden Stegstücke längten sich, ohne indessen die Länge vor dem Schweißen wieder zu erreichen. Die abfallenden T-Stücke verkürzten sich weiter. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das ausgetrennte mittlere Stegstück den schrumpfenden Kräften keinen Widerstand mehr entgegensetzen kann und daß die hierdurch freigewordenen Schrumpfkkräfte dann die abfallenden Gurtungen noch mehr zusammenziehen. Infolge der Lage der Trennlinie wurden nennenswerte Verbiegungen der Gurtungen vermieden.

Aus dieser Dehnung des Stegstückes kann man die in ihm als einem Teile des geschweißten Trägers vorhandenen elastischen Schrumpfspannungen errechnen, solange sie — und das trifft hier zu — unterhalb der P-Grenze liegen. Hieraus ergeben sich folgende Spannungswerte:

Träger A_1 und A_2	im Mittel rd. 510 kg/cm ²
„ A_3 „ A_4 „ „	690 „
„ C_1 „ C_2 „ „	40 „
„ C_3 „ C_4 „ „	137 „

Die Träger der Gruppe C genügen mit 5 mm-Nähten (C_1 und C_2) in den meisten Fällen für die Ausnutzung des Baustoffes, mit 9 mm-Nähten (C_3 und C_4) auch bei den ungünstigsten Belastungsfällen. Die Nähte der Gruppe A sind zu Versuchszwecken mit Absicht stärker gemacht, als erforderlich.

2. Reihe.

Zum Vergleich wurden nunmehr an Breitflanschträgern I P 42 $\frac{1}{2}$ auf gleiche Weise die inneren Spannungen ermittelt. Durch einen Vorversuch wurde festgestellt, daß die Träger in der gezeichneten Weise durchgehobelt werden mußten, wenn der Schwerpunkt des abfallenden T-förmigen Teiles mit der Achse der die Schrumpfung erzeugenden Kräfte zusammenfallen sollte. Hierbei stellte sich heraus, daß bei den gewalzten Trägern dieser Schwerpunkt wesentlich näher am Rande des Trägers liegt als bei den geschweißten Trägern. Die Lage der Punkte ist aus Abb. 2 ersichtlich. Die inneren Spannungen werden sowohl bei geschweißten als auch bei gewalzten Trägern in der Hauptsache durch Schrumpfungen

¹⁾ Bauing. 1932, S. 268 bis 272.

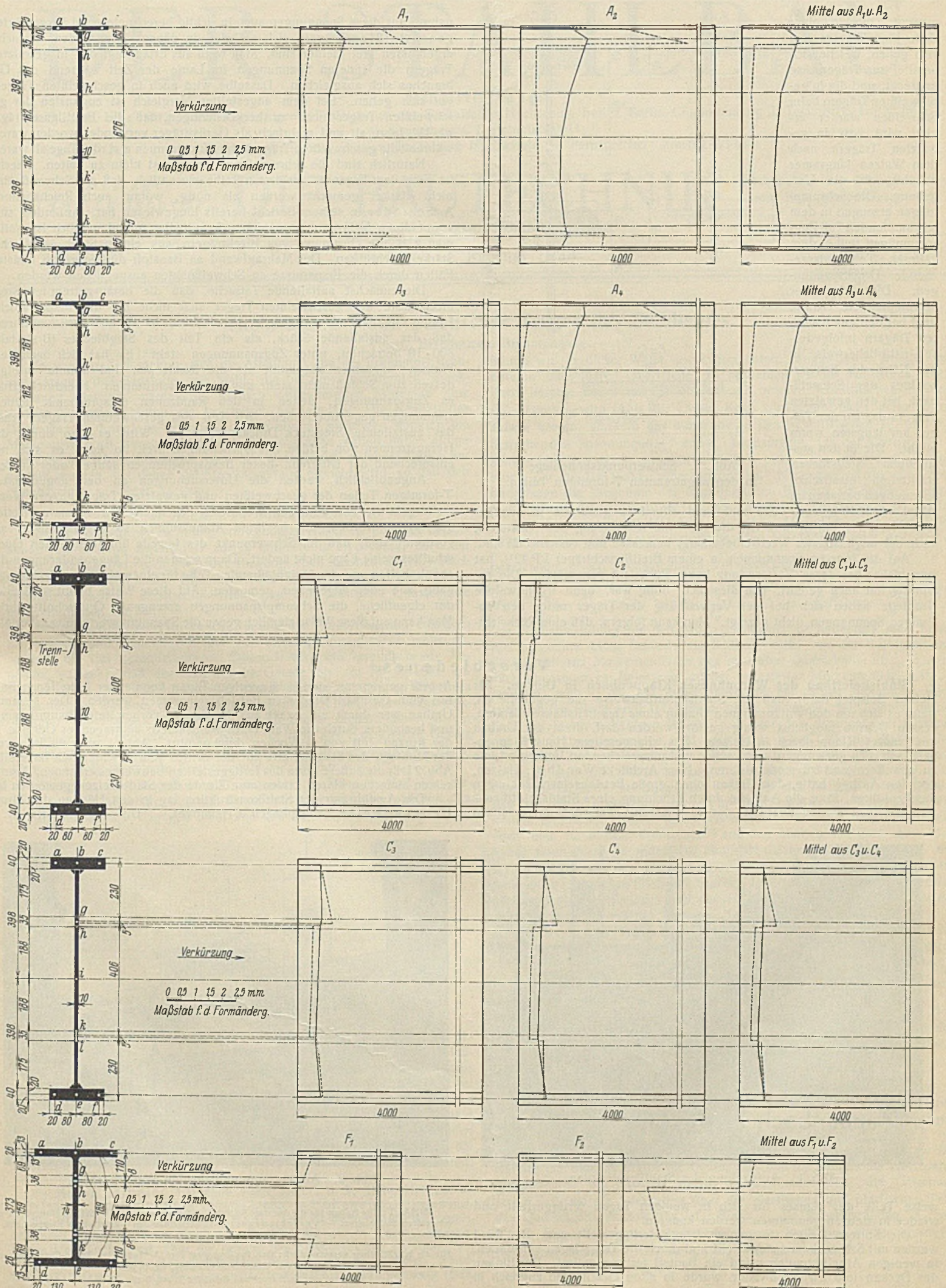


Abb. 1. Meßergebnisse.

erzeugt, die in einer Zone des Trägers vor sich gehen, welche sich parallel zur Trägerachse erstreckt, und die in geschweißten Trägern beim Schweißen stärker erhöht wird, bzw. in gewalzten Trägern nach dem Walzen langsamer abkühlt, als die Umgebung. Die Schrumpfungen erzeugen in dem schrumpfenden Teil Zugspannungen und in dem kälteren Teil entsprechende Druckspannungen. Die Achse der schrumpfenden Kräfte liegt bei den geschweißten Trägern infolgedessen natürlicherweise in der Nähe des Schwerpunktes der Schweißnaht, bei den gewalzten Trägern da, wo der Träger am längsten warm bleibt. Die in den ausfallenden Stegstützen ermittelten elastischen Spannungen betragen im Mittel rd. 1550 kg/cm^2 . Sie sind rund elfmal so groß wie in den geschweißten Trägern C_3 und C_4 , die für volle Ausnutzung des Baustoffes, auch bei ungünstigster Wechselbelastung, bemessen und verschweißt sind.

Auf die inneren Spannungen in einem Breitflanschträger IP 42 $\frac{1}{2}$ hat man bisher bei deren Verwendung kaum Rücksicht genommen. Die Erfahrung hat auch gelehrt, daß dies nicht nötig war, denn irgendwelche Nachteile haben sich bei der Verwendung der Träger unter den zulässigen Spannungen nicht gezeigt. Man kann folgern, daß eine Rücksicht-

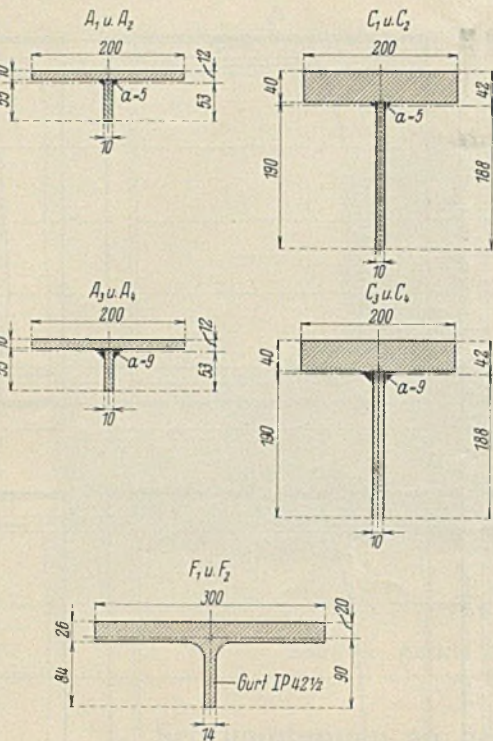


Abb. 2. Schwerpunktshöhenlage in den abgetrennten T-förmigen Teilen.

nahme auf diese Spannungen auch in richtig berechneten und ausgeführten geschweißten Trägern sich erübrigt, in denen sie nach den Versuchsergebnissen viel kleiner sind. Man weiß aus Erfahrung, daß in gewalzten Trägern die inneren Spannungen im Laufe der Zeit während des Gebrauches sich ausgleichen. Dasselbe wird auch in geschweißten Trägern vor sich gehen. Bei dem angestellten Vergleich ist zugunsten der geschweißten Träger noch zu berücksichtigen, daß die Breitflanschträger rd. $1\frac{1}{2}$ Jahre alt und mehrfach als Gerüstträger verwendet worden waren, während die geschweißten Träger beim Durchtrennen erst rd. 3 Tage alt waren.

Natürlich sind die Schrumpfungen möglichst klein zu halten. Hierfür ist nach dem Ergebnis der ersten Reihe wesentlich, daß die Schweißnähte nicht stärker gemacht werden als nötig, worauf auch Reichsbahnrat A. Schröder in seinem Bericht bereits hingewiesen hat. Außerdem sind vermeidbare Nähte zu vermeiden. Soweit dies irgend möglich ist, sollte man z. B. die Gurtungen von Blechträgern aus einem Stück in gleicher Stärke durchführen. Der Mehraufwand an Baustoff dürfte in den meisten Fällen durch die Ersparnisse an Schweißnähten ausgeglichen werden.

Die zunächst auffallende Tatsache, daß die herausgetrennten Stegblechstücke der geschweißten Träger sich nicht auf die ursprüngliche Länge vor dem Messen wieder ausdehnen, ist darauf zurückzuführen, daß das ausfallende Stück, als ein Teil des Stegbleches (Breitstahl) $800 \cdot 10$ betrachtet, unter Zugspannungen steht. Es hat sich nach dem Walzen langsamer abgekühlt als die Randzonen und konnte infolgedessen zum Schluß nicht mehr ungehindert schrumpfen. Hierdurch erhält es Zugspannungen, denen in den Randzonen entsprechende Druckspannungen gegenüberstehen. Als Teil des geschweißten Trägers erhält das ausfallende Stegstück Druckspannungen. Wird es also durch das Heraustrennen von beiden Beanspruchungen frei, so kann es sich nur entsprechend der Differenz dieser Beanspruchungen längen oder kürzen.

Augenblicklich werden die Untersuchungen an den abgetrennten T-förmigen Teilen der geschweißten und gewalzten Träger in der Weise weitergeführt, daß von den drei freien Schenkelenden schmale Streifen abgehobelt werden, die in ihren Abmessungen so gegeneinander abgestimmt sind, daß der Schwerpunkt des jeweils übrigbleibenden Querschnittes seine Lage nicht ändert. Dann werden die Längenänderungen der abgehobelten und der übrigbleibenden Teile für einen ähnlichen Rechnungsgang, wie oben angegeben, gemessen. Auf diese Weise bleibt schließlich der eigentliche, die Schrumpfspannungen erzeugende Querschnitt übrig. Man kann auf diese Weise ziemlich genau die Spannungsverteilung ermitteln.

Verschiedenes.

Stahlskelettbau des Warenhauses Klappenbach in Uelzen. Als kleines Beispiel dafür, daß die Stahlskelettbauweise die gegebene ist, wenn es sich um den vollkommenen Umbau eines Geschäftshauses handelt, dessen Betrieb möglichst wenig gestört werden darf, dient der Umbau des Hauses Klappenbach in Uelzen. Das altangesehene Haus Klappenbach sah sich gezwungen, seine engen und unzureichenden Verkaufsräume zu erweitern und zu modernisieren. Herr Architekt Wendt, Uelzen, der den Auftrag hatte, den Umbau ohne große Betriebseinschränkungen durchzuführen, löste die Aufgabe durch Errichtung eines Stahlskelettbauwerks mit massiven Zwischendecken, der so eingeteilt war, daß immer stück-

Angriff genommen, und nach wenigen Tagen konnte der betreffende Bauteil vom Geschäft wieder in Betrieb genommen werden. Der gesamte Umbau war durch ein exakt auf die Stunde vorbereitetes Bauprogramm und besonders durch die Wahl eines Stahlskeletts als tragendes Gerippe in der kurzen Zeit von 8 Wochen durchgeführt. Abb. 1 gibt ein Bild von der Montage des Stahlskeletts auf der örtlich sehr beschränkten Baustelle. Abb. 2 läßt die äußere Form des fertiggestellten Bauwerkes erkennen, das mit seinen einfachen klaren Linien eine Zierde der Stadt Uelzen geworden ist.

Die Ausführung der Stahlkonstruktion lag in den Händen der Firma Hermann Rüter, Langenhagen b. Hannover. Dipl.-Ing. Otto Rüter.

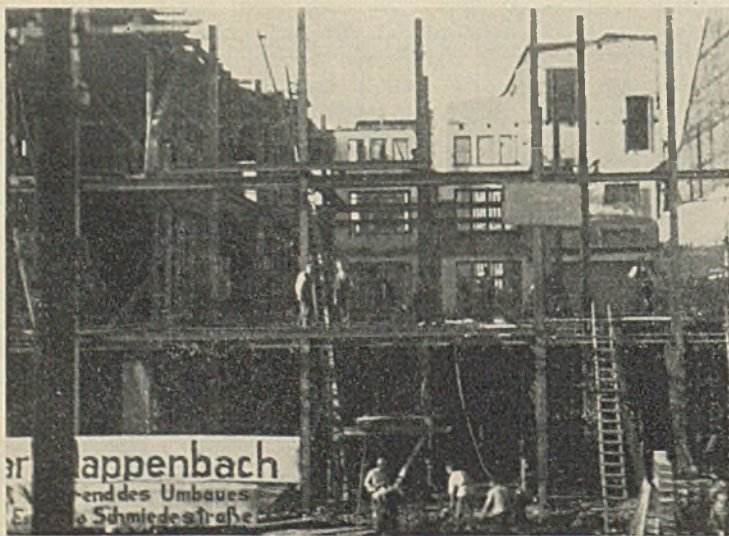


Abb. 1. Aufstellung der Stahlkonstruktion.

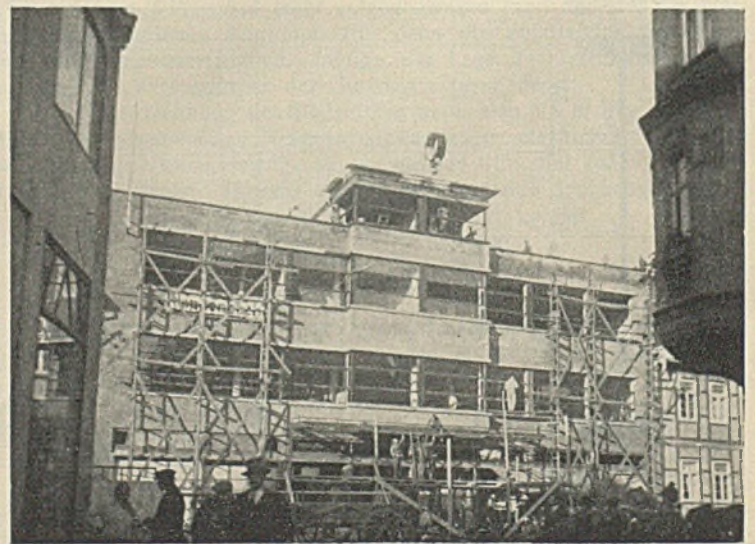


Abb. 2. Ansicht des umgebauten Warenhauses.

weise Teile des Hauses für sich in wenigen Tagen fertiggestellt und wieder in Betrieb genommen werden konnten.

Die Stützen kamen in ganzer Länge fertiggestellt zum Bau und wurden mit Schwenkmast aufgestellt und durch die Trägerlagen verbunden. In wenigen Arbeitsstunden stand ein Bauteil fertig montiert. Der Einbau der Decken und Zwischenwände wurde in allen Geschossen zugleich in

INHALT: Die Hallen für die Automobilfabrik in Nishnj-Nowgorod. — Schrumpfungen an geschweißten Stahlbauten. — Verschiedenes: Stahlskelettbau des Warenhauses Klappenbach in Uelzen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW68.