

# DER STAHLBAU

Schriftleitung:

Geh. Regierungsrat Professor Dr.-Ing. A. Hertwig, Berlin-Wilmersdorf, Sächsische Str. 43

Fernsprecher: 87 7421

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

11. Jahrgang

BERLIN, 24. Juni 1938

Heft 13

## Aus Untersuchungen über die beim Schweißen von Brückenträgern entstehenden Spannungen.<sup>1)</sup>

Alle Rechte vorbehalten.

Von Otto Graf.

Die beim Schweißen entstehenden Spannungen werden verfolgt, weil man weiß, daß sie die Tragfähigkeit eines Bauwerks beeinflussen können, und weil man überdies wünscht, daß die Verteilung der Schrumpfspannungen so beherrscht wird, daß die Tragfähigkeit des Bauwerks von den beim Schweißen entstehenden Spannungen nicht beeinträchtigt wird.

Im Verfolg dieser Aufgabe sind im Jahre 1937 für die Direktion der Reichsautobahnen an vier Brücken Messungen ausgeführt worden, um festzustellen, welche Anstrengungen durch das Schweißen von Trägern, vornehmlich in der Nähe von Stumpfnähten, auftreten. Die Herstellung der Stumpfnähte erfolgte in verschiedener Weise. Durch den Vergleich solcher Feststellungen soll erkundet werden, welche Art der Herstellung der Stumpfnäht für Brückenträger zulässig oder besonders geeignet ist.

Reihenfolge des Schweißvorganges im Steg ist durch Bild 3 und durch die beigegebenen Bemerkungen erläutert. Die Träger waren anfänglich überhöht; mit fortschreitendem Schweißen ist der Träger allmählich in die Normallage gebracht worden. Die Schweißstäbe waren umhüllt; verwendet wurde an den Gurten Marke „Stabilend“, im Steg „Carend“.

Die Messungen erstreckten sich auf die Nachbarschaft von zwei Stumpfstoßen in einem der 23,2 m weit gespannten Felder. Gemessen wurden die Längenänderungen, welche nach dem Zurichten der Träger für die Schweißarbeiten bis zum Tage nach dem Schweißen der Stumpfstoße auftraten. Während der Schlußmessung lagen die Tonnenbleche lose und gleichmäßig verteilt auf der Brücke; das Feld, in dem die Meßstellen lagen, war jedoch frei gehalten.

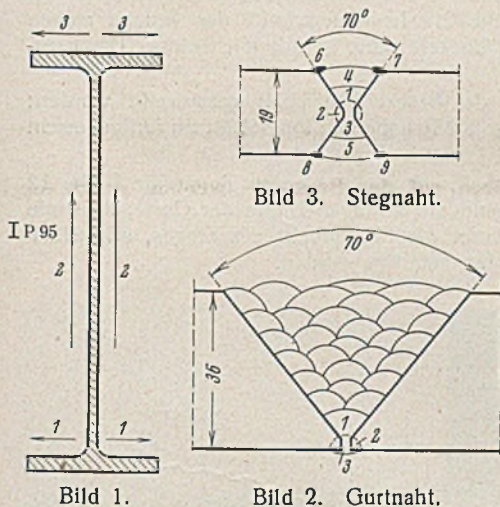


Bild 3. Stegnaht.

Gang der Schweißarbeit.

a) Steg:

- 1 Wurzel schweißen
- 2 auskreuzen
- 3 Wurzel schweißen
- 4 zweite Lage schweißen
- 5 zweite Lage schweißen
- 6 bis 9 auskreuzen der Einbrandkerbe u. nachschweißen.

b) Gurte:

- 1 Wurzel schweißen
- 2 auskreuzen
- 3 Wurzel schweißen (insgesamt ungefähr 20 Lagen).

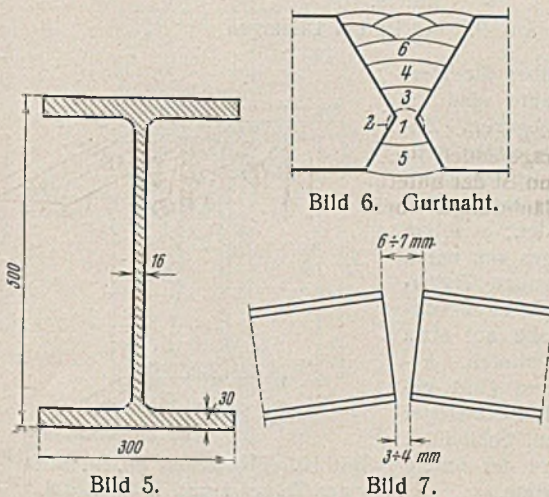
Bild 1 bis 3.  
Brücke bei Rohr.

Bild 6. Gurtnaht.

Bild 5.

Bild 7.

Bild 5 bis 7. Brücke bei Ditzingen.

Gang der Schweißarbeit.

- a) Unterer Gurt:
  - 1 erste Lage überkopf
  - 2 auskreuzen
  - 3 erste Lage von oben
  - 4 zweite Lage von oben
  - 5 zweite Lage überkopf
  - 6 weitere Lagen von oben

- b) Stegblech:
  - von unten schrittweise beiderseits bis zur Mitte, Nachlassen der Erhöhung der Trägerenden am Stoß auf etwa die Hälfte, Heften des oberen Gurtes überkopf, Stegblech vertikal schrittweise beiderseits fertig; anschließend

- c) Oberer Gurt:
  - wie unterer Gurt.

Die Ausführung der Versuche erfolgte durch Ingenieure des Instituts für die Materialprüfungen des Bauwesens. Die wichtigsten Arbeiten besorgte zunächst Oberingenieur Brenner, dann Ingenieur Schmid.

### A. Art der beobachteten Brücken; Art der Herstellung der Schweißnähte. Anordnung der Meßstrecken.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf zwei Brücken, die aus Walzträgern gebaut sind, ferner auf zwei Brücken, die aus zusammengesetzten Trägern entstanden. In allen Fällen handelte es sich um St 37.

1. Straßenbrücke über die Reichsautobahn bei Rohr aus Walzträgern IP 95. Abstand der Endauflager der Brücke 78,6 m; Weite der Felder 19,4 m, 2 · 23,2 m und 12,8 m; mit drei Stumpfstoßen. Im Querschnitt der Brücke sind vier Träger IP 95, darüber Tonnenbleche mit Betonfüllung.

Die Einzelheiten über die Herstellung der Stumpfnähte sind in Bild 1 bis 3 wiedergegeben<sup>2)</sup>. Zunächst wurde der untere Gurt geschweißt, dann der Steg und schließlich der obere Gurt, entsprechend den Zahlen 1 bis 3 und den beigegebenen Pfeilen in Bild 1. Der Querschnitt der Schweißnaht in den Gurten ist in Bild 2 wiedergegeben. Zunächst ist die Wurzel von oben verschweißt worden, dann wurde diese unten ausgekreuzt, hierauf die Wurzel von unten geschlossen; dann ist die Naht von oben in ungefähr 20 Lagen von innen nach außen geschlossen worden. Die

<sup>1)</sup> Im Auszug vorgetragen im Deutschen Ausschuss für Stahlbau am 10. Dezember 1937 in München.

<sup>2)</sup> Vor dem Schweißen waren die Träger bei den Stoßstellen im Steg mit Laschen verschraubt. Die Träger ruhten auf den Pendelstützen der Brücke und auf drei Holzgerüsten.

Die Meßstrecken, durchweg 200 mm lang, lagen parallel der Hauptrichtung der Träger; sie begannen 75 mm von der Mitte des Stumpfstoßes. An den Seitenflächen der Gurte und im anschließenden Teil des Steges sind weitere Meßstrecken gewählt worden, mit denen die Veränderlichkeit

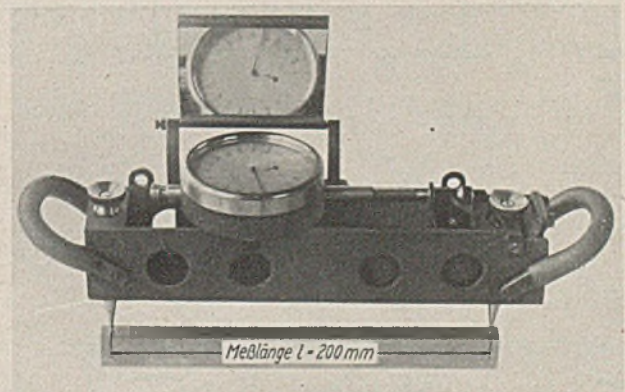


Bild 4. Setzdehnungsmesser.

der Längenänderungen mit der Entfernung von der Schweißstelle zu verfolgen war (vgl. das spätere Bild 22).

Das Meßgerät war ein Setzdehnungsmesser nach Bild 4, Bauart Leich, entwickelt und hergestellt im Institut für die Materialprüfungen des Bau-

wesens an der Technischen Hochschule Stuttgart. Die Ableseeinheit beträgt  $\frac{1}{500}$  mm.

Zur Ausschaltung der Längenänderungen durch Temperaturänderungen sind besondere Meßstäbe in der Brücke lose gelagert und gemessen worden.

2. Straßenbrücke der Reichsautobahn über die Reichsbahn bei Ditzingen aus Walzträgern IP 50. Abstand der Endauflager der Brücke 50,9 m, Weite der Felder 12,4 m, 13,6 m, 12,5 m und 12,4 m; mit drei Stumpfstoßen. Im Querschnitt einer Brücke sechs Träger I 50, darüber Tonnenbleche mit Betonfüllung.

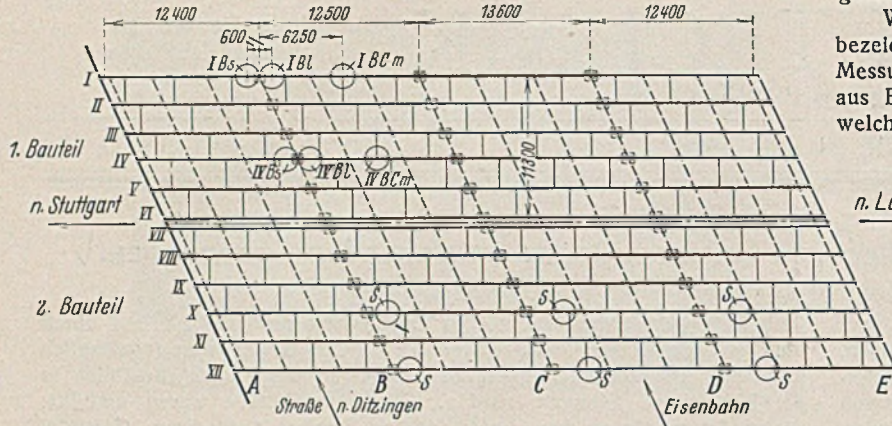


Bild 8.

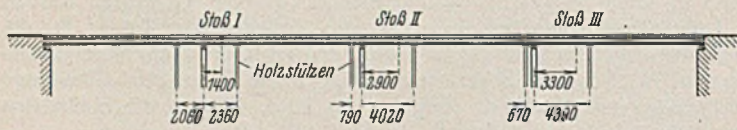


Bild 9.

Bild 8 u. 9. Brücke bei Ditzingen.

Die Einzelheiten über die Herstellung der Stumpfnahte sind in den Bildern 5 bis 7 angegeben. Zunächst wurden die Trägerenden nach Bild 7 angestellt. Dann ist der untere Gurt gemäß den Erläuterungen bei Bild 6 geschweißt worden; es folgte das Schweißen des Steges von unten schrittweise bis zur halben Trägerhöhe. Hierauf ist die Erhöhung des Trägers an der Stoßstelle auf etwa die Hälfte vermindert worden. Anschließend ist der obere Gurt gehftet, dann der obere Teil des Steges fertig geschweißt worden. Schließlich ist der obere Gurt wie der untere Gurt fertiggemacht worden.

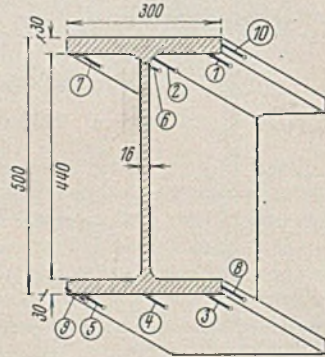


Bild 10. Meßstellen Bs, Bl, BCm der Träger I und II in Bild 8.

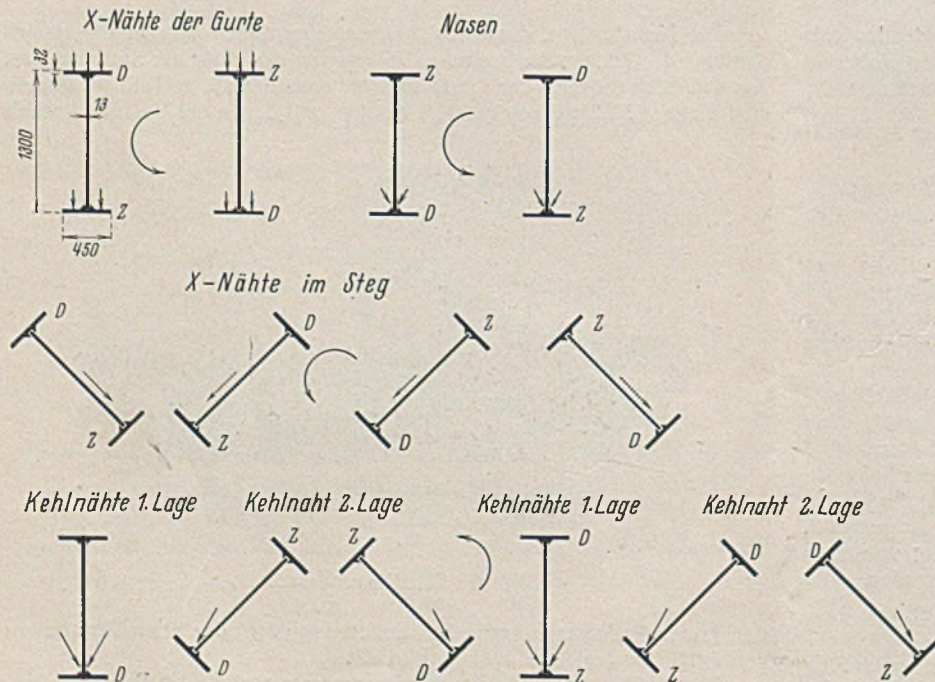


Bild 12. Gang der Schweißarbeit an der Brücke bei Bruchsal.

Die wichtigsten Messungen erfolgten in der Nähe der sechs Stumpfstoße der Träger X und XII bei S in Bild 8. Dabei wurden die Längenänderungen gemessen, welche nach dem Zurichten der Träger auf dem Baugerüst auftraten, bis alle Stumpfstoße geschweißt, auch die Tonnenbleche aufgeschweißt waren. Die Anordnung der Meßstrecken war wie unter 1. Vgl. auch Bild 19.

Die Schweißung der eben angeführten sechs Stoße erfolgte mit einer Ausnahme (Stoß III an Träger XII, vgl. Bild 8) mit der umhüllten Elektrode „Siemens 160“. Stoß III des Trägers XII ist mit blanken Elektroden geschweißt worden.

Weitere Messungen erfolgten an den in Bild 8 mit den Kreisen B bezeichneten Stellen. Die Unterstützung der Brücke zur Zeit dieser Messungen ist in Bild 9 angegeben. Die Verteilung der Meßstrecken ist aus Bild 10 ersichtlich. Hier wurden die Längenänderungen gemessen, welche nach dem Schweißen der Stumpfstoße durch das Aufschweißen der Tonnenbleche entstanden. Die Verbindungsstellen der Tonnenbleche und der Träger sind in Bild 11 gezeichnet.

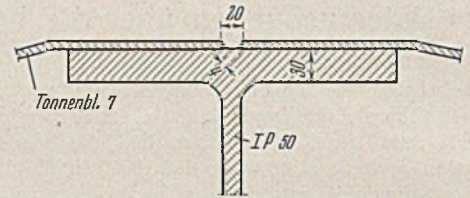


Bild 11.

Die Schweißstäbe waren für die eben beschriebenen Versuche blanke Elektroden der Marke „Union Elite weiß“; Stromart: Gleichstrom.

3. Straßenbrücke über die Reichsautobahn bei Bruchsal aus geschweißten Trägern. Höhe der Träger an der untersuchten Stoßstelle 1,3 m; Abstand der Endauflager 59 m; Weite der Felder je 29,5 m mit je zwei Stumpfstoßen. Die Gurte haben das Nasenprofil der Dortmunder Union, vgl. Bild 12. Im Querschnitt der Brücke stehen vier Träger; darüber liegen Buckelbleche, gefüllt mit Beton. Die Fahrbahn ist aus Gußasphalt.

Die Teilträger sind in der Brückenbauanstalt geschweißt worden; auf der Baustelle sind nur die Stoße nahe den Pendelstützen fertiggemacht worden.

Die Schweißarbeiten auf der Baustelle werden durch die Bilder 12 bis 14 erläutert. Zunächst sind die schrägen Nähte der Gurte, dann die Stumpfnahte der Nasen, hierauf die Stumpfnahte des Steges, schließlich die Kehlnähte auf den Wulsten gefertigt worden.

Die Schweißung auf der Baustelle erfolgte mit Gleichstrom unter Verwendung der ummantelten Elektrode „Union SH gelb“. Die Wurzelnaht der Stumpf-

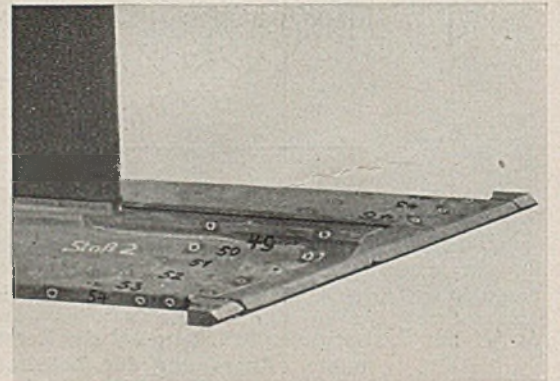


Bild 13. Gurtstoß zu Bild 12.

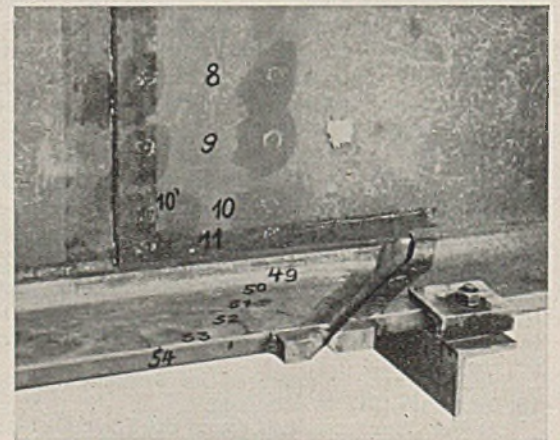


Bild 14. Stoßstelle zu Bild 12.

stöße ist mit Elektroden von rd. 3 mm Durchm. geschweißt worden. Für die weitere Arbeit waren die Elektroden 5 bis 8 mm dick. Es waren zwei Schweißer gleichzeitig tätig.

Die Messungen erstrecken sich auf zwei Stöße eines Trägers.

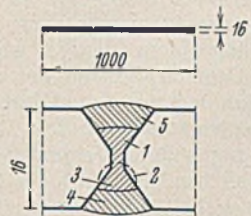


Bild 15. Stegblech.

Gang der Schweißarbeit.

a) Stegnaht:

- 1 Wurzel schweißen, wenden
- 2 auskreuzen
- 3 Wurzel schweißen
- 4 zweite Lage schweißen, wenden
- 5 zweite Lage schweißen.

b) Gurtnaht:

- 1 Wurzel schweißen, wenden
- 2 auskreuzen
- 3 Wurzel schweißen, wenden
- 4 zweite Lage schweißen, wenden
- 5 zweite Lage schweißen, wenden
- 6 dritte Lage schweißen.

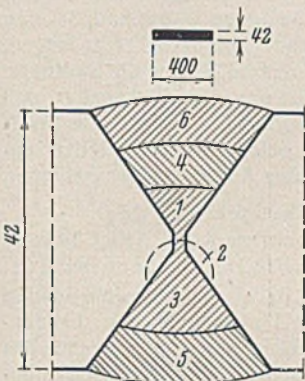
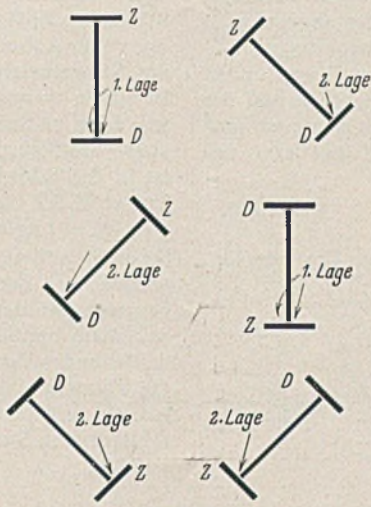


Bild 16. Gurtplatte.

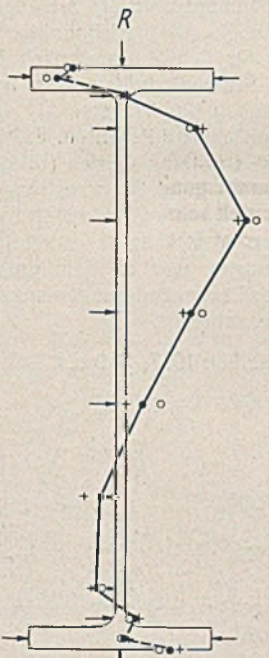


c) Träger.  
Bild 17.

Bild 15 bis 17. Brücke bei Oberkonnereuth.

4. Straßenbrücke der Reichsautobahn über eine Reichsstraße bei Oberkonnereuth aus geschweißten Trägern. Höhe der Träger 1,05 bis 1,23 m. Abstand der Auflager 24,3 m (eine Öffnung). Im Querschnitt einer Brücke stehen fünf Träger; darauf liegen Buckelbleche mit Asphaltbeton und mit einem Fahrbelag aus Gußasphalt.

Die Herstellung der Schweißverbindungen ist in Bild 15 bis 17 geschildert. Die Ausführung der Arbeiten erfolgte in der Brückenbauanstalt.

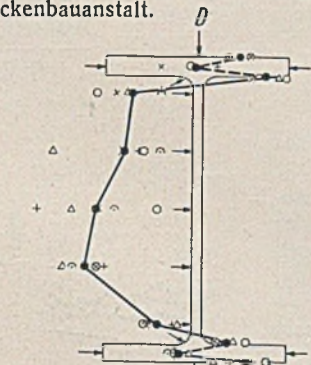


mm/m +0,4 0,2 0 0,2 0,4 0,6 0,8 -

kg/cm² 1000 0 1000

Rohr: +Träger I, °Träger II

Bild 18.

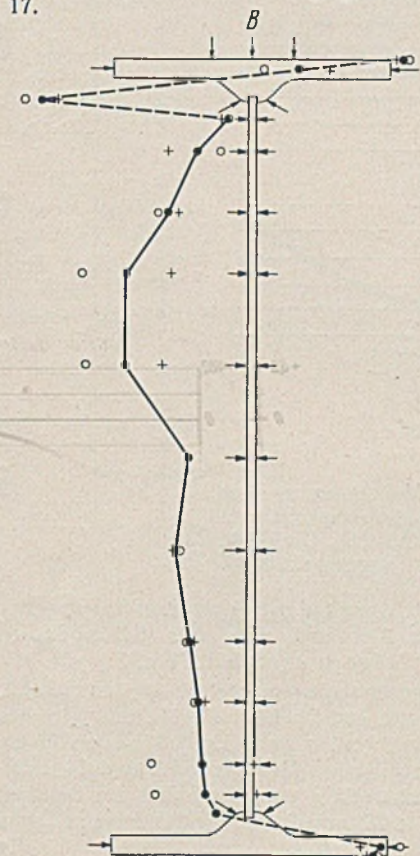


mm/m +0,8 0,6 0,4 0,2 0 0,2 0,4 0,6 -

kg/cm² 1000 0 1000

Ditzingen: +Trägerstoß I, °II, xI, °II, °III, °IV

Bild 19.

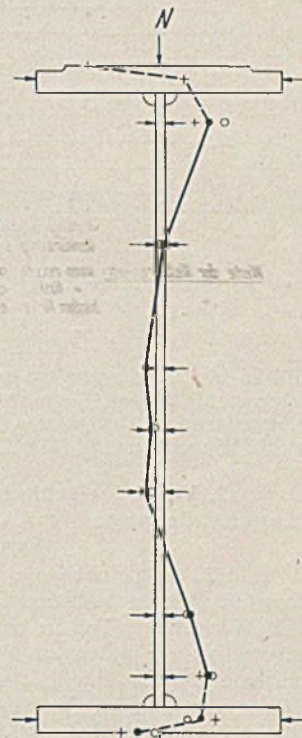


mm/m +1,2 1,0 0,8 0,6 0,4 0,2 0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 -

kg/cm² 2000 1000 0 1000 2000

Bruchsal: +Stoß I, °Stoß II

Bild 20.

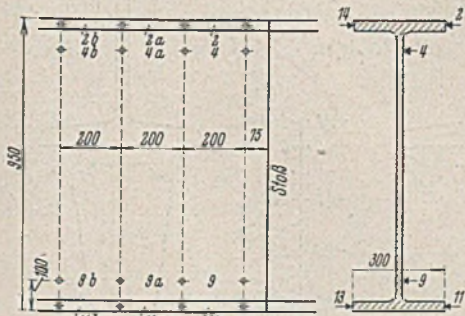


mm/m +0,4 0 -0,4

kg/cm² 1000 0 1000

Nürnberg: +Stoß I, °Stoß II

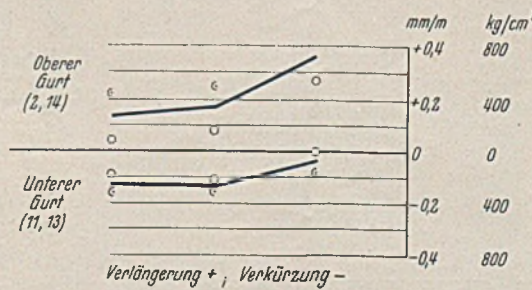
Bild 21.



Anordnung der Meßstrecken.

Bild 22.

Querschnitt.



Verlängerung +, Verkürzung -

Bild 23.

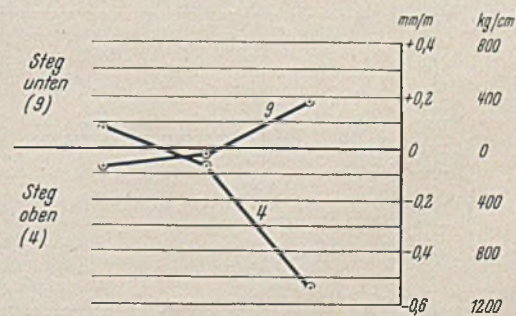


Bild 24.

Bild 22 bis 24. Ergebnisse von Messungen an der Brücke bei Rohr. Veränderlichkeit der Spannungen mit wechselndem Abstand von der Stoßstelle.

Die Linienzüge der Bilder 18 bis 21 zeigen zunächst, daß die Verteilung der beim Schweißen aufgetretenen Längenänderungen für die verschiedenen Träger sehr verschieden ausgefallen ist. Die Träger der Bilder 19 u. 20 enthielten im Steg große Verlängerungen, in den Einzelwerten bis 1,1 mm/m reichend. Im Träger des Bildes 21 blieben die Längenänderungen des Steges am kleinsten. In den unteren Gurten sind an den angegebenen Stellen vorwiegend Verkürzungen und nur kleine Verlängerungen aufgetreten. Im oberen Gurt der Träger der Bilder 18, 20 u. 21 entstanden zum Teil erhebliche Verlängerungen. Im ganzen erscheint das Bild der Formänderungen in Bild 21 am günstigsten. Wenn man annimmt, daß die Formänderungen fast ganz federnde sind, so gelten die unter den Bildern 18 bis 21 angegebenen Spannungsleitern<sup>3)</sup>.

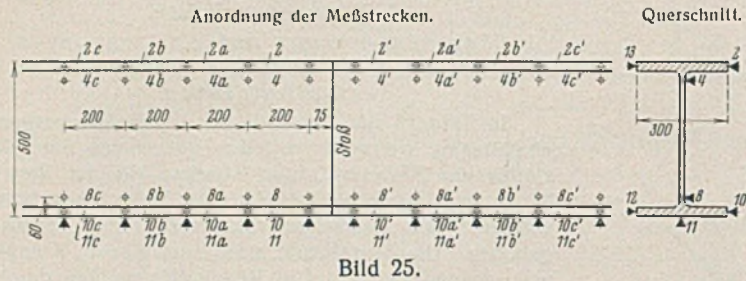


Bild 25.

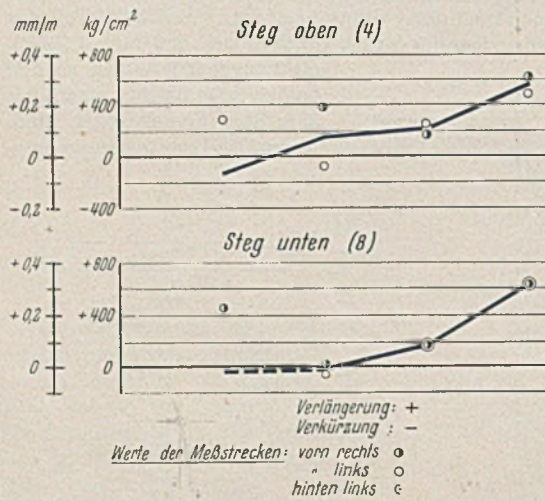


Bild 26.

Bild 25 bis 27. Ergebnisse von Messungen an der Brücke bei Ditzingen. Veränderlichkeit der Spannungen mit wachsendem Abstand von der Stoßstelle. Die Werte in Bild 26 rechts und in Bild 27 links liegen beim Stoß.

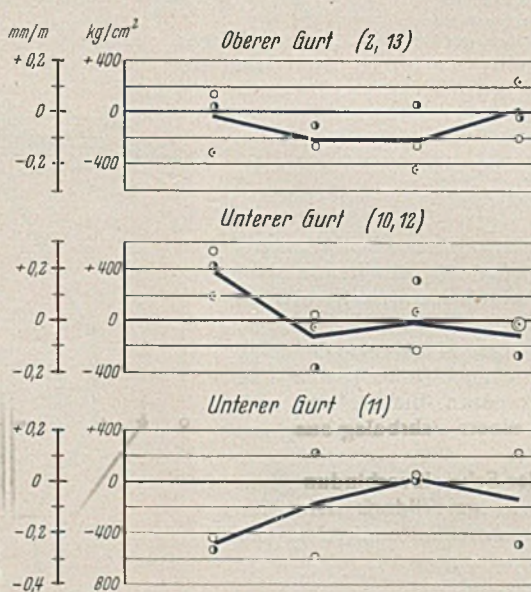


Bild 27.

2. Veränderlichkeit der durch das Schweißen hervorgerufenen Längenänderungen mit dem Abstand von der Stumpfnaht, beobachtet an den Trägern nach Bild 1 u. 5.

Bild 23 zeigt oben die Längenänderungen, welche in den gemäß Bild 22 nebeneinanderliegenden Meßstrecken 2, 2a und 2b bzw. 14, 14a und 14b des oberen Gurtes eines 95 cm hohen Trägers gemessen worden sind. Es sind in allen Fällen Verlängerungen aufgetreten; sie waren am größten in den Meßstrecken 2 und 14 nahe dem Stoß; mit Zunahme der Entfernung der Meßstrecken vom Stoß sind die Dehnungen kleiner ausgefallen. Im unteren Gurt (vgl. Bild 23, unten) sind Verkürzungen aufgetreten, in diesem Falle nahe dem Stoß die kleinsten.

Bild 24 enthält die Ergebnisse der Messungen auf den in Bild 22 angegebenen Meßstrecken 4, 4a, 4b sowie 9, 9a und 9b.

Ausführlichere Messungen wurden an einem 50 cm hohen Träger nach Bild 5 gemacht; die Bilder 25 bis 27 enthalten die Ergebnisse.

<sup>3)</sup> Dabei ist der Einfachheit halber angenommen, daß E durchweg 2 000 000 betrage.

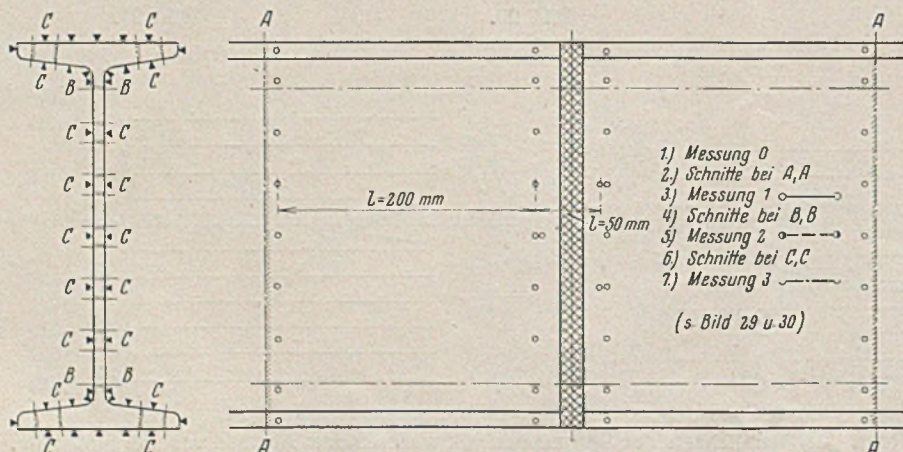


Bild 28. Anordnung der Meßstrecken.

Im ganzen zeigen die Bilder 22 bis 27, daß die durch das Schweißen hervorgerufenen Längenänderungen mit wachsendem Abstand von der Stoßstelle mehr oder minder veränderlich sind. Es ist deshalb zu erwarten, daß in den Stoßstellen selbst höhere Anstrengungen vorhanden sind als neben denselben. Da jedoch im praktischen Betrieb nur in erheblichem Abstand von den Schweißstellen gemessen werden kann, ist ein voller Aufschluß über die Spannungsverteilung nur zu erlangen, wenn die Schweißstelle nachträglich zerlegt wird. Dementsprechend hat der Bericht vorgeschlagen, die geeignete Durchführung der Schweißarbeit weiterhin an Stücken zu suchen, die zerlegt werden können. Solche Versuche sind eingeleitet. Ein Beispiel aus den zugehörigen Vorversuchen ist in den Bildern 28 bis 30 wiedergegeben. Hier handelt es sich um den Träger 37.2,2, der dem Schweißversuch bei Biegebelastung unterworfen war ( $\sigma_n = 1 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_o = 14 \text{ kg/cm}^2$ ; 2 149 700 Lastspiele, ohne daß ein Schaden auftrat<sup>4)</sup>). In Bild 29 u. 30 sind die Dehnungen eingetragen, welche nach dem Zerlegen des Trägers und Auftrennen in schmale Streifen gemessen wurden, und zwar in Bild 29 die Dehnungen der 200 mm langen, außerhalb der Stoßstelle gelegenen Strecken, in Bild 30 der die Stoßstelle enthaltenden 50 mm langen Strecken. Hier ist u. a. scharf erkennbar, daß die Flanschen des Trägers in der Stoßstelle (Bild 30) bedeutende Spannungen enthielten, während in den außen gelegenen, unmittelbar anschließenden Strecken gemäß Bild 29 sehr kleine Anstrengungen gefunden wurden.

3. Entwicklung der Längenänderungen in dem Träger nach Bild 15 bis 17 und nach Bild 21.

Die Bilder 31 bis 33 enthalten in den ausgezogenen Linienzügen die Längenänderungen, welche durch das Schließen des Stumpfstoßes in den einzelnen Teilen (Stegblech, oberer Gurt und unterer Gurt) aufgetreten sind. Die ausgezogenen Linienzüge gelten also für den Zustand nach dem Schweißen der Stumpfstoße des Stegblechs und der Gurte allein. Die strichpunktierten Linien gelten für den Zustand nach Beendigung der Schweißarbeiten, also nach dem Zusammenbau des Trägers.

Hier ist zunächst zu beachten, daß die spitzen Teile des unteren Gurtes (Bild 33) an den Meßstellen hohe Druckanstrengungen erhielten. Der obere Gurt erhielt beim Fertigschweißen des Trägers erhebliche Biegeanstrengungen, was an dem großen Unterschied der Längenänderungen auf den Breitseiten erkennbar ist.

<sup>4)</sup> Vgl. Stahlbau 1937, S. 9 u. f.

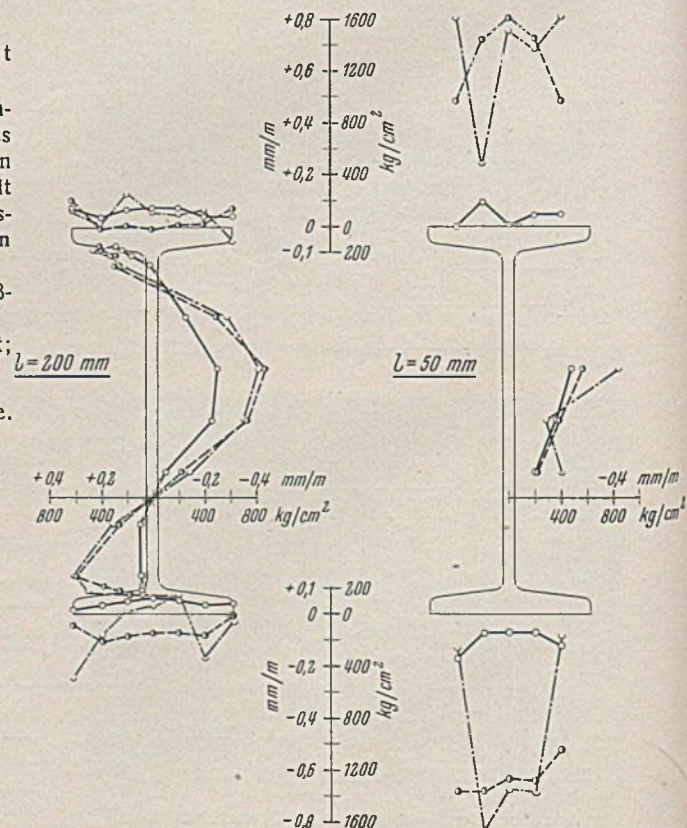
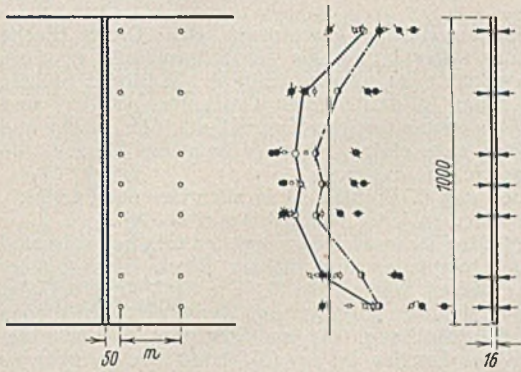


Bild 29.

Bild 30.

Bild 28 bis 30. Anstrengungen, die beim Zerlegen eines 30 cm hohen Trägers frei wurden.

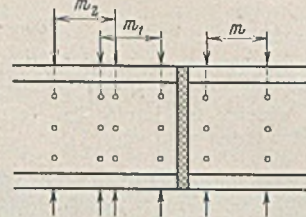


Messung  $M_1$  (offene Kreise):  
Nach dem Schweißen der Stumpfstoße der Einzelteile,  
Messung  $M_2$  (volle Kreise):  
Nach dem Fertigschweißen des Trägers.  
Bild 31. Stegblech.

$m_{v_1}$   
 $m_{v_2}$  }  $M_1$   
 $m_{h_1}$   
 $m_{h_2}$  }  $M_2$



Bild 32. Oberer Gurt.



Stoß  
1 }  $M_1$   
2 }  $M_2$   
1 }  $M_1$   
2 }  $M_2$

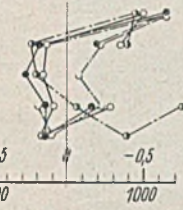


Bild 33. Unterer Gurt.

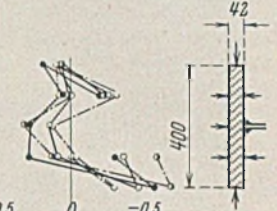
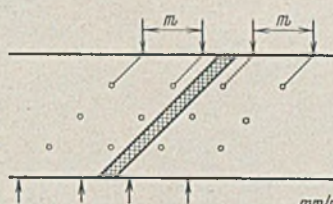
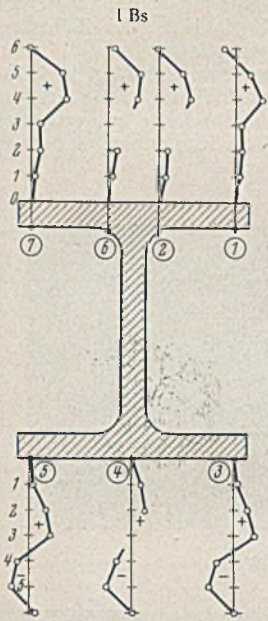


Bild 31 bis 33, Ergebnisse von Messungen an der Brücke von Oberkonnorsreuth.



0 10 20 30 40 50 1/500 mm bei  $l=200$  mm  
0 200 400 600 800 1000  $kg/cm^2$

Bild 34.

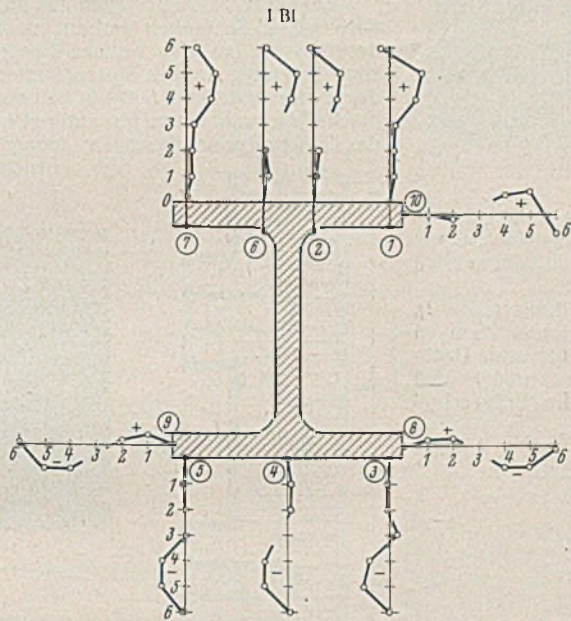


Bild 35.

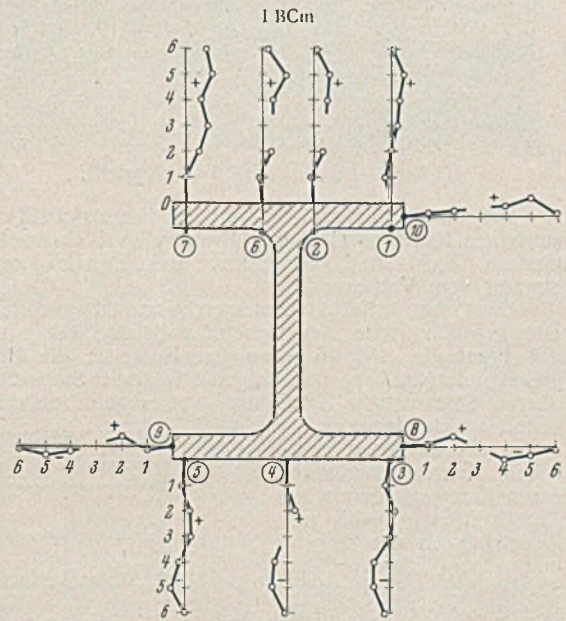


Bild 36.

Gang der Messungen:

- 6 Träger bei Auflager A gehoben
- 5 Tonnenbleche fertig geschweißt
- 4 Träger bei Auflager A gesenkt
- 3 Träger bei Auflager E gehoben
- 0 Nullablesung, Träger bei E gesenkt.

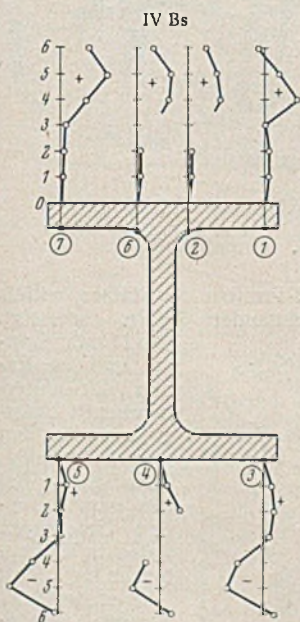


Bild 37.

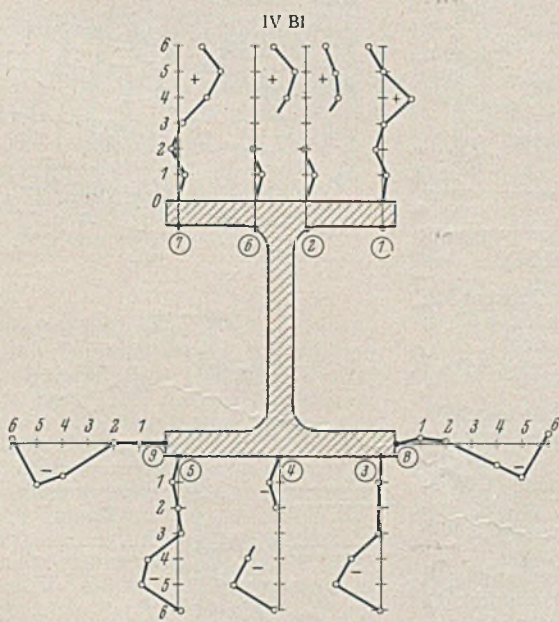


Bild 38.

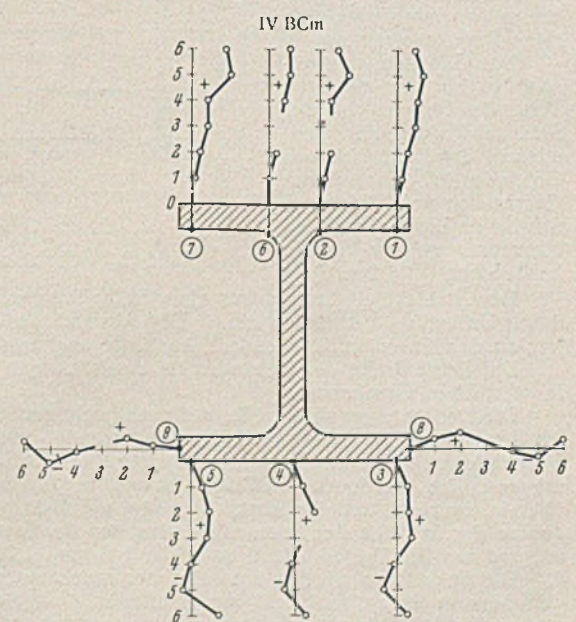


Bild 39.

Gang der Messungen:

4. Längenänderungen im 50 cm hohen Träger nach Bild 5 durch das Aufschiessen der Tonnenbleche.

Die Längenänderungen, welche mit dem Aufbringen der Tonnenbleche entstanden, sind in den Bildern 34 bis 39 dargestellt. Am Schluß der Arbeit waren die Dehnungen verhältnismäßig klein; die Zuganstrengungen reichten bis  $250 kg/cm^2$ . — Weitere Mitteilungen sind für später vorbehalten.

- 0 Nullablesung, Träger bei E gesenkt
- 1 Beginn der Tonnenblechschweißung in der entgegengesetzten Brückenhälfte C—E
- 2 Nach der Schweißung in den Feldern C bis E
- 3 Träger bei Auflager E gehoben
- 4 Träger bei Auflager A gesenkt
- 5 Tonnenbleche in Felder A bis C fertig geschweißt
- 6 Träger bei Auflager A wieder gehoben.

Bild 34 bis 39, Messungen an der Brücke bei Ditzingen. Vgl. a. Bild 8 u. 9.

Verschiedenes.

Geschweißte Stahlkonstruktionen des Offiziershauses in Warschau. Dieses in der Krakowskie Przedmieście Nr. 11 gelegene Gebäude zählt zu den größten Bauten, welche im Laufe der letzten Jahre in der Hauptstadt Polens errichtet worden sind (Bild 1).



Bild 1. Ansicht.

Der architektonische Entwurf des Hauses wurde vom unlängst verstorbenen Professor Czesław Przybylski, einem der begabtesten polnischen Architekten, entworfen. Der Entwurf der Stahlkonstruktion stammt vom Verfasser.

Das Gebäude hat acht Stockwerke und ist gänzlich unterkellert (Bild 2). Die gesamte Höhe des Gebäudes beträgt bis zum Gesims 25 m an der Frontseite und 26 m an der Hofseite; die Höhe bis zum Dachgiebel beträgt 27 m. Das Gebäude ist im 1. Stock für Büros und in den oberen Stockwerken für Offizierswohnungen bestimmt. Im Erdgeschoß befinden sich Magazine.

Aus verschiedenen möglichen Konstruktionslösungen hat man eine gemischte Konstruktion gewählt mit Außenwänden aus Ziegeln und einem geschweißten Stahlskelett. Das Stahlskelett wurde zwecks größtmöglicher Ausnutzung der Gebäudefläche angewendet. In Anbetracht der verhältnismäßig geringen Höhe des Gebäudes hat sich die gemischte Konstruktion sparsamer erwiesen als die reine Stahlkonstruktion.

Das Gebäude ist zweischiffig, nur im mittleren Teile des Flügels von der Seite des Krakowskie Przedmieście erweitert sich das Gebäude in den unteren Geschossen und bildet vier Schiffe im Erdgeschoß und Mezzanin und drei Schiffe im 1. Stock (Bild 2 u. 3).

Das Stahlskelett besteht aus einer Reihe Stützen, die in Deckenhöhe durch Unterzüge verbunden sind. Der Abstand der Stützen ist 4,40 m; nur an den Ecken mußten andere Abstände angewendet werden.

Die lichte Breite des Gebäudes im zweischiffigen Teil beträgt 9,90 m in sämtlichen Geschossen.

Die Deckenträger sind größtenteils senkrecht zur Straßenlinie angelegt. An den Stützen wurden Doppelträger angewendet zwecks Ausbildung von Ventilationsschächten. Einige der Doppelträger tragen 41 cm dicke Brandmauern. Die Anordnung der Träger ist mit der Stützenanordnung (4,40 m) übereinstimmend und ihr Abstand beträgt grundsätzlich 1,37 m mit Ausnahme der in Nähe der Ecken liegenden, wo der Grundriß unregelmäßig ist, und wo der Trägerabstand zwischen 1 m und 1,70 m beträgt.

Die Eckstützen wurden untereinander durch einen Unterzug und mit den Mauern durch senkrecht zur Straßenlinie angelegte Querunterzüge verbunden. In dem auf diese Weise entstehenden Trapezfeld mit bogenartiger Basis wurden die Träger senkrecht zu dem die Stützen verbindenden Unterzug gelegt.

In der Querrichtung ist das Gebäude durch mit Anker versehene Deckenträger verbunden. Die Anker sind aus ungleichschenkeligen, 500 mm langen, an die Träger geschweißten Winkeln hergestellt (Bild 4).

Der Stützenquerschnitt besteht aus zwei mit den Flanschen zueinander gerichteten  $\square$  16- bis  $\square$  28-Profilen, die in Abständen von 450 bis 600 mm durch Bindebleche verbunden sind. Wo der Querschnitt  $2 \square$  28 sich als unzureichend erwiesen hat, wurde ein Kastenquerschnitt angewendet,

der mittels durchlaufender Bleche geschlossen ist. Diese Bleche wurden etwas enger oder etwas breiter als die Stützenbreite gewählt, um Platz für die Schweißnähte zu schaffen (Bild 5). Sämtliche Stützen der ersten Hauptreihe haben in den unteren Geschossen (Keller- und Erdgeschoß) einen solchen kastenförmigen Querschnitt. Im ersten und zweiten Geschoß befinden sich einige schwerer belastete Stützen, die ebenfalls einen Kastenquerschnitt haben.

Der Abstand zwischen den  $\square$ -Profilen ist in allen Geschossen gleich, so daß die Breite der Stützen in jeder Höhe 310 mm beträgt.

Die Stützenstöße befinden sich auf jedem zweiten Geschoß und sind Längsstöße mit inneren Querplatten aus dickem Blech im Kopf der unteren und im Fuß der oberen Stütze (Bild 6). Die Stoßfläche befindet sich 300 mm über dem Fußboden. Zur Deckung der Stoßstellen dienen zwei Laschen, 500 bis 600 mm lang, die am Steg der  $\square$ -Profile befestigt sind. Die Breite der Laschen ist um 20 bis 40 mm geringer als das untere  $\square$ -Profil. Damit ist sowohl bei der Verbindung mit der oberen als mit der unteren Stütze, für die Ausführung der Flanschnähte, genug Platz geschaffen. Die Gurtbleche der unteren Stütze sind in den kastenartigen Stützen ebenfalls um etwa 300 mm über die Stoßlinie geführt. Es entsteht also ein viereckiges Rohr, in welches die obere Stütze gesteckt wird und deren vorläufig offene Ecken zur Anbringung der Schweißnähte dienen.

Die Stützenfüße bestehen aus dicken Platten, die mit den Fundamenten mittels  $3/4$ "-Schrauben verbunden sind (Bild 7). In Höhe der Zwischendecken sind an den Stützen besondere Montagewinkel für die Unterzüge befestigt. In den Stützen mit offenem Querschnitt wurden in Höhe der Zwischendecken 500 bis 600 mm lange und 290 mm breite Knotenbleche, die von unten bis unter die Montagewinkel reichen und von oben das Deckenniveau überragen, angeschlossen. Diese Knotenbleche sind an

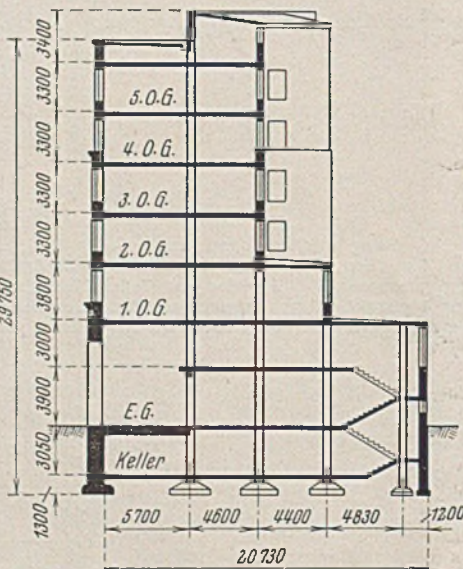


Bild 2. Schnitt a-a (Bild 3).

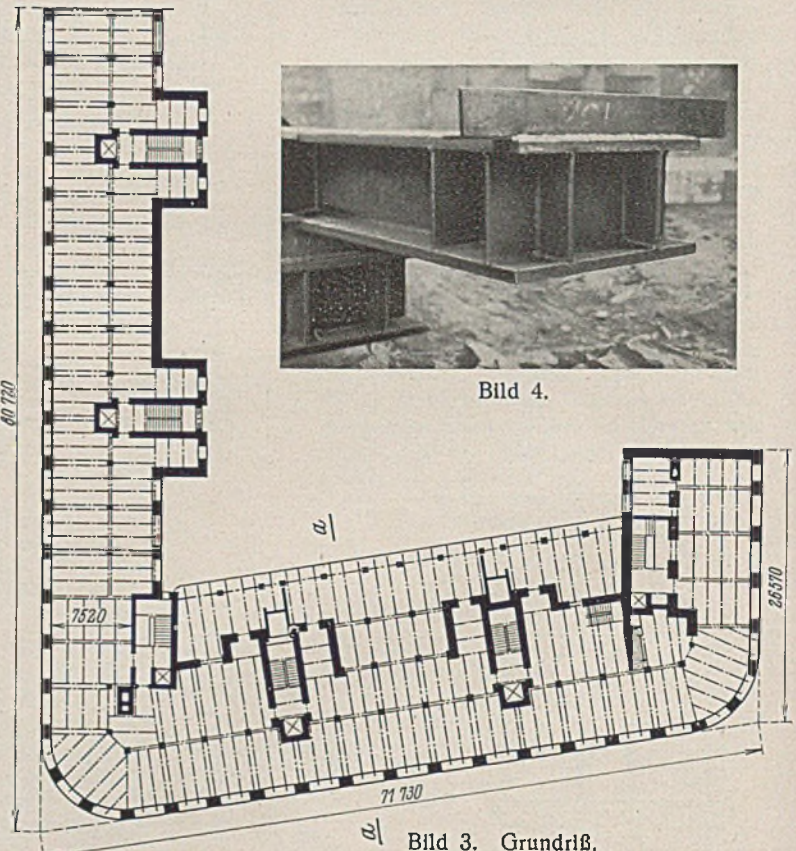


Bild 3. Grundriß.

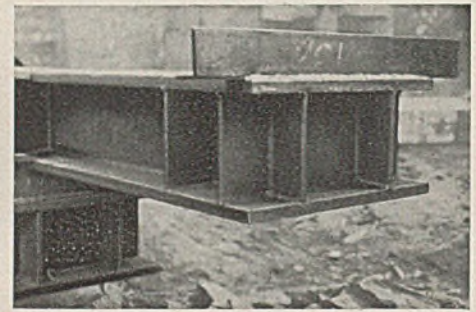


Bild 4.

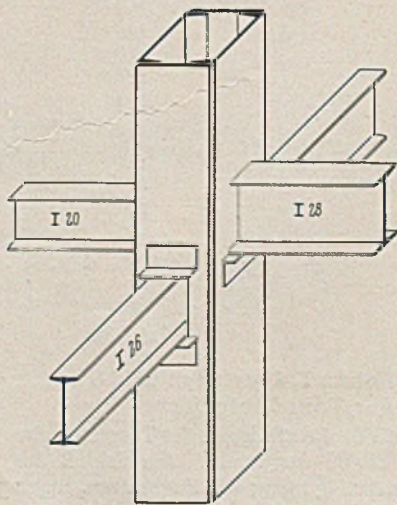


Bild 5.

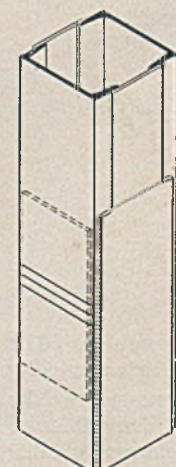


Bild 6.

den  $\square$ -Profilen der Stützen mittels durchlaufender Nähte, befestigt.

Die Montagewinkel und die Enden der unterbrochenen Unterzüge sind an den Knotenblechen befestigt. — Bei den durchlaufenden Unterzügen fielen die Knotenbleche fort. Statt dieser wurden normale Bindebleche unmittelbar unterhalb und oberhalb der Unterzüge in geringen Abständen (5 bis 10 mm) von der Ober- und Unterkante der Träger eingebaut.

Der Unterzug selbst ruht auf einem I-Sattel, welcher in der Achse der Stütze befestigt ist (Bild 8).

Die Gurtplatten der Kastenstützen wurden zwecks Durchführung der durchlaufenden Unterzüge mit rechtwinkligen Öffnungen versehen (Bild 5). Hier wurden keine Sättel angewendet, da der Druck des Unterzuges unmittelbar auf die Gurtbleche übertragen wird. Zwecks Vergrößerung der Unterstüpfungsfläche wurden hier Winkel hinzugefügt, ähnlich wie bei den Trägern, welche an die Stütze stoßen. Der Einschnitt in den Gurtblechen reicht beinahe bis zur Oberfläche der Winkel. In dem Zwischenraum ist eine Naht untergebracht, welche die Winkel mit der Stütze verbindet.

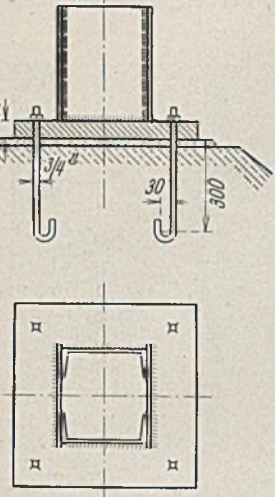


Bild 7.

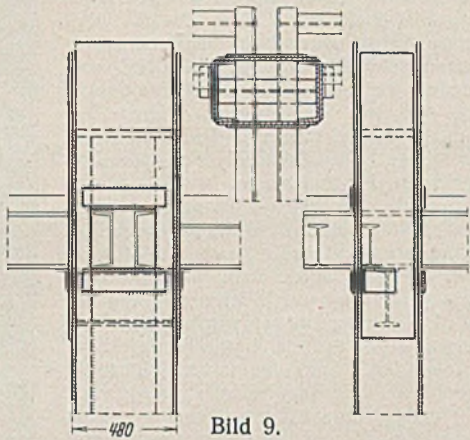


Bild 9.

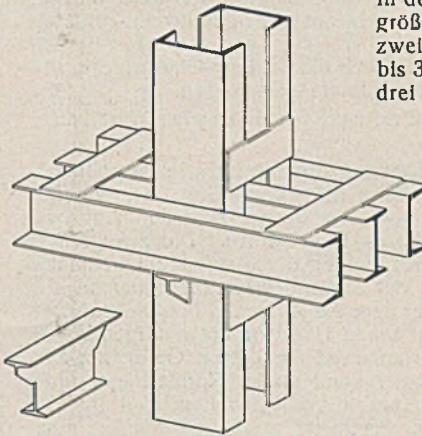


Bild 10.

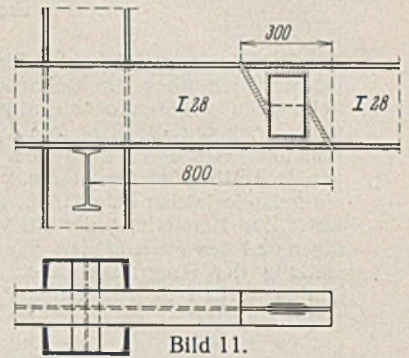


Bild 11.

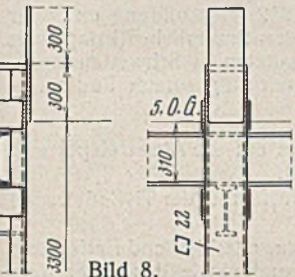


Bild 8.

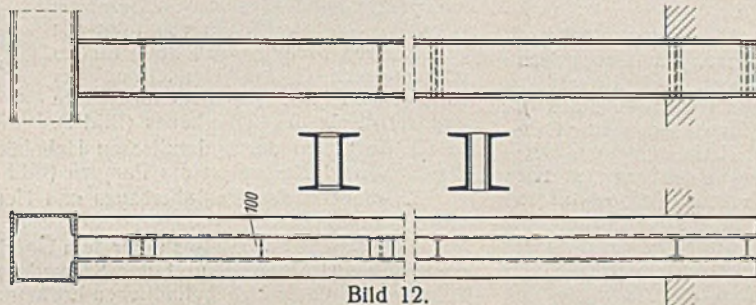


Bild 12.

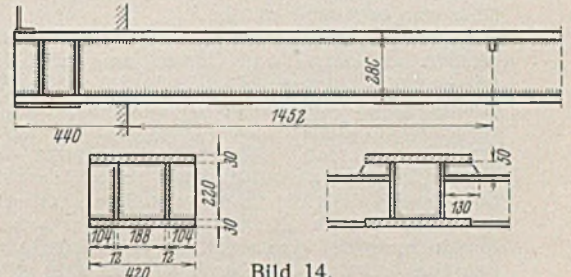


Bild 14.

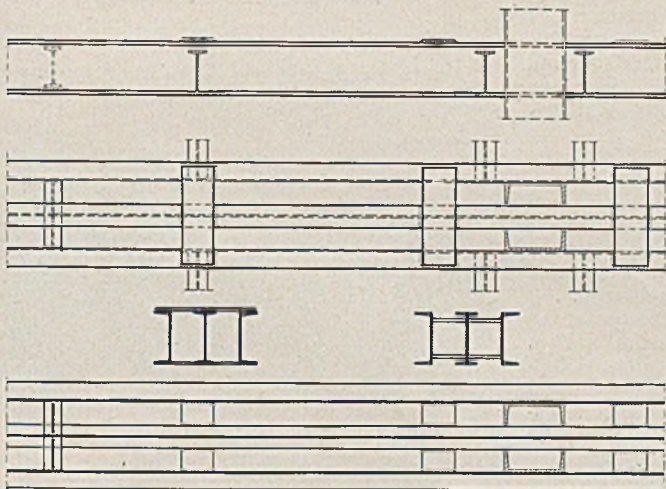


Bild 13.

Die Stütze Nr. 1 (Bild 9) besteht ebenfalls aus zwei C-Profilen, welche in den unteren Geschossen durch Gurtbleche verstärkt sind. Es ist eine Randstütze, die von der Nachbarsseite außermittig durch Unterzüge belastet ist. Diese Unterzüge tragen die Giebelwand. Um das Biegemoment in dieser Stütze auf ein Minimum zu reduzieren, wurden Längsunterzüge bis zur Nachbarwand durch sie hindurchgeführt. Auf dem ausgekragten Ende sind die Giebelwand tragende Unterzüge abgestützt. Die Innenbalken, welche den C-Steg der Stütze in einer geringen Entfernung von der Achse treffen (80 mm), wurden unmittelbar mit der Stütze verbunden. Die Längsunterzüge liegen auf I-Sätteln, die in der Stützenachse befestigt sind. Durch diese Konstruktion wurde eine fast axiale Übertragung der Belastung auf die Stütze erzielt. Ein kleines Biegemoment entsteht infolge der exzentrischen Befestigung der Innenbalken der Wandunterzüge.

Die Laschen sind 440 mm breit. Bei einer so beträchtlichen Breite der Laschen haben sich die Außennähte auf den Laschenkanten als nicht ausreichend erwiesen. Es wurden hier deshalb Nähte innerhalb der Stütze angebracht, und zwar je eine Naht für eine jede Lasche in den entgegengesetzten Ecken der Stütze. In den restlichen zwei Innenecken wurden Nähte nur teilweise ausgeführt, und zwar auf der Länge, die für die Elektrode erreichbar war, wobei diese durch die Öffnungen an den Stützenenden und durch die Öffnungen für die Unterzüge geführt wurden.

Auf den Stützen 29 und 30 ruhen Unterzüge, welche aus zwei nebeneinanderliegenden C-Profilen und einem dazwischenliegenden I-Profil bestehen. Die beiden C-Profile laufen außen an der Stütze vorbei, während das I-Profil hindurchgesteckt ist. Die Abstützung dieser Unterzüge erfolgt durch I-Sättel, welche durch die Stege der Stützen der C-Profile durchgesteckt sind und zwecks Verringerung des erforderlichen Ausschnittes, wie Bild 10 zeigt, besonders zugeschnitten wurden.

Die Unterzüge sind größtenteils in den Zwischendecken versteckt, wobei ihre Unterflanschen mit den Unterflächen der Balken ausgeglichen sind. Aus diesem Grunde konnte deren Höhe auf 28 cm begrenzt werden.

In den Wohngeschossen wurden Unterzüge aus I 28 angewendet. In den Bürogeschossen, wo die Belastung größer ist, wurden Doppelunterzüge aus zwei I 26 und in der Stützenreihe 29 bis 30 ebenfalls Unterzüge aus drei Profilen angewendet worden.

Die einfachen Unterzüge wurden als durchlaufende Balken, die durch Stützenmitte geführt sind, ausgeführt. Die Balkenstöße wurden in der Entfernungsmitte von ungefähr 0,15 der Feldspannweite von der Stützenachse nach Bild 11 angeordnet. Die Kanten der zu verbindenden Träger wurden für X-Nähte abgeschrägt und durch Stoßnähte verbunden, wobei man noch die Stöße durch Anschweißen der Montagelaschen verstärkt hat.

Die aus zwei C-Profilen hergestellten Doppelunterzüge (Bild 12) wurden zwischen den Stützen befestigt. An den Anschlußstellen der Deckenbalken, sowie in der Nähe der Stützen und auf den Mauerauflägern sind die C-Profile teils durch I 10 (Bild 12, rechts) teils durch 100 mm lange I-Profile von gleicher Höhe wie die C-Profile (Bild 12, links) verbunden. Diese zweite Art der Bindung ist besser, da der Füllbeton sich auf den Flanschen der bindenden I-Profile stützen kann. Die dreiteiligen Unterzüge (Bild 13) wurden in drei Teilen angeliefert und auf der Baustelle zusammengeschlossen. Die bindenden Elemente sind ähnlich den in den Doppelunterzügen angeordnet. An den Deckenbalkenanschlüssen, den Stützen und in Feldmitte besteht die Bindung aus kurzen I-Profilen, welche in der Werkstatt an die C-Profile und auf der Baustelle an das mittlere I-Profil geschweißt wurden. In Höhe der unteren Flanschen wurden Bindebleche angeordnet, welche in der Werkstatt mit den C-Profilen und auf der Baustelle mit dem I-Profil verschweißt wurden. Oben wurden Bindebleche durch Kehlnähte befestigt. Diese Laschen wurden in der Werkstatt mit einem der C-Profile und auf der Baustelle mit dem anderen C-Profil und mit dem I-Profil verbunden.

Der dreiteilige Unterzug des obersten Geschosses über dem dritten Geschoss wurde in der Werkstatt fertiggestellt und von oben auf die Stützen aufgeschoben. Als Bindungen wurden I-Profile von derselben Höhe wie der Unterzug angewendet.

Die Querunterzüge wurden in den Kellergeschossen nur im stützenlosen Teile des Gebäudes angewendet. Die Kellergeschoßunterzüge, deren Höhe unbeschränkt war, sind als I-Blechträger ausgeführt worden.

Die Unterzüge der oberirdischen Geschosse sind mit Rücksicht auf die beschränkte Konstruktionshöhe meistens zweifach und zwar entweder aus zwei miteinander verbundenen I-Profilen oder zwei I-Blechträgern oder schließlich als Zwillingsblechträger nach Bild 14 ausgebildet worden. Doppelprofile wurden angewendet, wo Ventilationsschächte durch die Unterzüge geführt werden sollten und Kastenprofile dort, wo auf den Unterzügen keine oder schachtlose Wände abgestützt wurden.

Der lichte Abstand zwischen den Stegen der Zwillingsblechträger gleicht der Stützenbreite, so daß die Stegbleche die Stütze umklammern und an diese angeschweißt werden konnten. Die Flanschen der Blechträger wurden dort innen ausgeschnitten.

Die Zwillingsblechträger sind in den Auflagerstellen der Balken und auf den Mauerauflägern mit Zwischenblechen sowie mit Flachstahlrippen ausgesteift. Die Zwischenbleche sind mittels durchlaufender Nähte an die Stegbleche und an die untere Lasche angeschlossen.

Die Dachkonstruktion besteht aus einer Eisenbetondecke, die auf Stahlbalken liegt und aus einem Stahlgerippe (Unterzug und Stützen), welches auf den Stützen bzw. auf den Unterzügen der Decke des fünften Geschosses ruht. Die Dachneigung beträgt im Frontteil 1:25 und ist zur Mitte des Gebäudes geneigt, wo sich die Rinne mit den Innenabfallrohren befindet (Bild 2). Die Höhe des Bodens beträgt in diesem Teile kaum 1 m. Die Dachneigung auf der Hofseite beträgt 1:5 und der Dachboden ist somit bei durchschnittlicher Höhe von 2,50 m nutzbar. Die Dachfläche ist mit zwei Bitumschichten bedeckt. Die Isolation besteht aus einer Schicht hochgestellter poröser Ziegel.

Dank der ausschließlichen Anwendung des Schweißverfahrens wurden beträchtliche Ersparnisse im Gewicht und im Gesamtpreis sowohl in bezug auf die reine Nietkonstruktion als auch auf die geschweißte-genetete Konstruktion erzielt.

Die gesamte Konstruktion wurde durch die Zakłady Ostrowieckie hergestellt. Als Schweißmaterial dienten „Jotem“-Elektroden.

Prof. Dr.-Ing. Stefan Bryła, Warschau.

Einbau der Reichsbahnüberführung der Bahnlinie Augsburg—Donauwörth über die Reichsautobahn München—Ulm. Die im Bau befindliche Reichsautobahn München—Ulm kreuzt zwischen Augsburg und Gersthofen die Bahnlinie Augsburg—Donauwörth. Die zweigleisige Bahnlinie war durch zwei über zwei Felder durchlaufende Überbauten von je 16,16 m zu überführen. An der Stelle der Kreuzung befand sich ein geländegleicher Bahndamm, unter dem die Autobahn hindurchzuführen war. Zur Herstellung der für den neuen Überbau notwendigen Widerlager und des Mittelpfeilers wurden zunächst die beiden Gleise zur Herstellung der Baugruben durch entsprechend starke Normalträger unter den Schwellen liegend unterfangen und durch Schwellenstapel im Erdreich eingelassen gelagert. In den genügend stark ausgesteiften Baugruben konnten nunmehr die Fundierung und Herstellung der beiden Brückenwiderlager und des Mittelpfeilers in der erforderlichen Tiefe bzw. Höhe vorgenommen werden.

Die neuen Stahlüberbauten sind als Kieskastenüberbauten mit Buckelblechen auf Längs- und Querträgern und halbversenkten Hauptträgern mit einem Hauptträgerabstand von 3,20 m ausgebildet. Der Gleisabstand beträgt 4,0 m. Die beiden Überbauten sollten nun zunächst seitlich der vorhandenen Gleise zusammengebaut und in Zugpausen seitlich eingeschoben werden. Dieser Vorgang setzte die Herstellung von zwei Arbeitsplanums in Auflagerhöhe unter Einhaltung eines ausreichenden Böschungswinkels für den Bahndamm voraus. Die Konstruktionshöhe von Schienenoberkante bis Oberkante Auflager betrug rd. 1,8 m. Die seitliche Einschlebung des ersten Überbaues erforderte zur Aufrechterhaltung des Betriebes auf dem Nachbargleise auch eine entsprechende Sicherung des Erdkerns für das im Betrieb bleibende Gleis, nachdem das Erdreich für den

ersten Überbau bis auf die Höhe von rd. 1,8 m unter Schienenoberkante zu entfernen war. Diese Sicherung war zunächst durch eingerammte Schienen und zwischenliegende starke Dielengedacht, wobei die ersteren noch unter dem Gleis seitlich abzufangen waren. Der Zusammenbau an der Baustelle mit allenerforderlichen Vorbereitungen erforderte naturgemäß eine entsprechende Bauzeit.

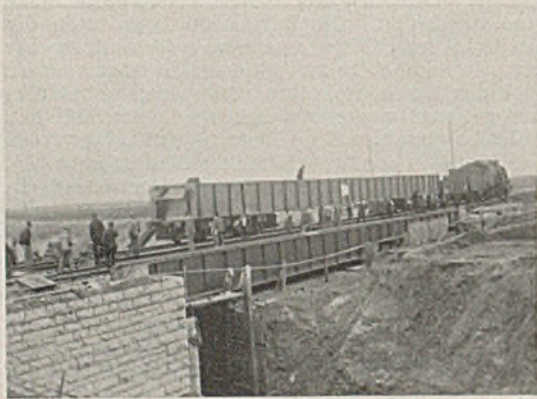


Bild 1. Anfahr des einbaufertigen Überbaues auf Spezial-Tiefadewagen.

Infolge unvorherzusehender Schwierigkeiten bzw. Verzögerungen in der Materialbeschaffung für die Stahlüberbauten und dem zwischenzeitlichen Fortschritt der Bauarbeiten des Autobahneinschnittes war eine bedeutende Abkürzung der Bauzeit geboten, was zunächst nur durch Verlegung eines großen Teiles der Baustellenarbeit für die Stahlüberbauten in das Lieferwerk, verbunden mit Schichtbetrieb, möglich war. Die einbaufertige Herstellung der Überbauten im Lieferwerk bedingte andererseits infolge der Ausmaße derselben (Hauptträgerabstand 3,2 m; Breite über außen gemessen 3,52 m und Gesamtlänge rd. 33,0 m) sowie infolge der bedeutenden Lademaßüberschreitung ziemliche Schwierigkeiten, die jedoch durch das Entgegenkommen der Deutschen Reichsbahn, welche sich nach Prüfung der Ladevorschläge zur Durchführung eines Sondertransportes bereit erklärte, überwunden wurden. Die Verladung eines einbaufertigen Überbaues erfolgte auf zwei Spezialtiefadewagen.

Es galt nun einen Einbauvorgang möglichst unter Ausschaltung einer Zwischenlagerung für die fertigen Überbauten zu finden, wobei ein Einbau mittels Kranwagen, einerseits zufolge des Eigengewichtes eines versandfertigen Überbaues, andererseits durch den Umstand, daß die Bahnlinie elektrifiziert war und folglich für den Kranwagenausleger nicht genügend freie Höhe zur Verfügung stand, von vornherein ausschied. (Aus dem gleichen Grunde kam ein Einbau mit Portalkranen oder Masten nicht in Frage.) Eine weitere Forderung war die Freihaltung des Lichtraumprofils für das im Abstand von 4,0 m befindliche Nachbargleis, nachdem auf diesem Gleis während des Einbaues sich der gesamte Zugverkehr

abwickeln mußte. Außerdem stand für die Vornahme der gesamten Arbeiten nur eine größte Pause von 16 Stunden zur Verfügung, da mit Rücksicht auf die Verkehrsdichte dieser Strecke eine längere Abwicklung des Zugverkehrs auf einem Gleis nicht möglich war.

Durch die verhältnismäßig geringe Baubreite der Spezialtiefadewagen und der bestehenden Hauptträgerentfernung des Ladegutes von 3,20 m ergab sich die Möglichkeit der Absenkung des Überbaues durch hydraulische Hebeböcke, sofern die Freihaltung des Durchfahrtsprofils der Tiefadewagen zur Längsverschiebung dieser unter dem angehobenen Überbau möglich war. Durch entsprechende Abstufung der Absetzstapel wurde auch noch diese Möglichkeit erreicht, so daß der Einbau nunmehr ohne Zwischenlagerung gesichert war. Zum Zwecke der fortlaufenden Absenkung wurden vier hydraulische Perpetuum-Hebeböcke verwendet, welche jeweils paarweise durch eine auf dem Stahlüberbau aufgestellte Pumpe betätigt wurden. Die zum Aufsetzen der hydraulischen Hebeböcke notwendigen Hartholzstapel wurden vom Hebebock entsprechend der notwendigen Durchfahrt für die Tiefadewagen bis Gleisunterkante mit einer Breite von rd. 450 mm bzw. 800 mm ausgeführt, während die Stapel unterhalb der Schienenoberkante auf rd. 1,30 m verbreitert wurden. Zur Erzielung einer ausreichenden Standfestigkeit wurden ferner die unter Schienenoberkante sich im Mittenabstand von 3,20 m (= Hauptträgerentfernung) befindlichen Stapel durch Verbindungsbalken miteinander verbunden. Demnach wickelte sich der Einbau wie folgt ab:

1. Nach Freigabe des zum Einbau vorgesehenen Gleises Herstellung der Absetzstapel über Schienenoberkante und Anfahren des Überbaues (Bild 1).

2. Aufsetzen der hydraulischen Hebeböcke auf die Absetzstapel und Anschließen derselben an die Pumpen (Bild 2).

3. Anheben des Stahlüberbaues und Herausfahren der Tiefadewagen unter dem Überbau.

4. Entfernen des Gleises unter dem Überbau, anschließend Entfernung der Hilfskonstruktionen und der Schwellenstapel sowie des unter dem betreffenden Gleis sich befindlichen Erdkernes bis Oberkante Widerlager.

5. Fortlaufendes Absenken des Stahlüberbaues bis auf Widerlager und Setzen desselben in die Auflager (Bild 3).

6. Einbringen des Schotters mittels Talbot-Wagen vom Nachbargleis aus und Wiedereinbau der Schwellen und Schienen.

Die Sicherung des beim Einbau des ersten Überbaues in Betrieb befindlichen Nachbargleises erfolgte mit Rücksicht auf die Elektrifizierung der Strecke und die dadurch bedingten Schwierigkeiten bei der Herstellung von Rammpfählen zwischen den Gleisen durch Einbau von Hilfsträgern und Schwellenstapeln bis auf Widerlageroberkante.

Die zur Vornahme der Arbeiten zur Verfügung stehende Zeit wurde beim Einbau des ersten Überbaues um zwei Stunden und beim Einbau des zweiten Überbaues um drei Stunden unterschritten.

Die Vergebung der Arbeiten sowie die Bauleitung lag in Händen der O. B. R. München bzw. der Bauabteilung Augsburg-Ost der Reichsautobahnen, die Ausführung der Tiefbau- und Erdarbeiten in Händen der Bauunternehmung Leonhard Moll, München, und die Lieferung und der Einbau der Stahlüberbauten in Händen der Firma Eisenwerk Gebrüder Frisch K.-G., Augsburg.

K. Hellmuth VDI, Augsburg.



Bild 2. Ausbildung eines für die kontinuierliche Abstapelung benutzten Schwellenstapels mit aufgesetzter Pumpe.



Bild 3. Absenken des Überbaues und Entfernung der unter demselben noch sichtbaren Hilfsträger und Stapel für die Gleissicherung.

INHALT: Aus Untersuchungen über die beim Schweißen von Brückenträgern entstehenden Spannungen. — Verschiedenes: Geschweißte Stahlkonstruktionen des Offiziershauses in Warschau. — Einbau der Reichsbahnüberführung der Bahnlinie Augsburg—Donauwörth über die Reichsautobahn München—Ulm.

Verantwortlich für den Inhalt: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg.  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 9.  
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.