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 gesamte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 RM und Postgeld

4. Jahrgang | BERLIN, 13. November 1931 | Heft 23

Elektrische Schweißungen mit einer neuen Schmelzmantel-Elektrode.[1]

Alle Rechte vorbehalten.

Von Professor C. Bessel, Altona.

Die bedeutenden Fortschritte und wirtschaftlichen Vorteile der elektrischen Lichtbogenschweißung haben die amerikanischen Stahlbaufirmen schon vor 6 bis 8 Jahren dazu bewogen, Stahl-Fachwerkkonstruktionen, wie Dachbinder, Brücken, Gerüste im Hochbau, große Behälter, Krane und Maschinenteile, elektrisch zu schweißen.

Dieser Vorsprung ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die amerikanischen Behörden sich leichter den industriellen Bedürfnissen durch Verfügungen und Anweisungen für das Schweißen angepaßt haben.

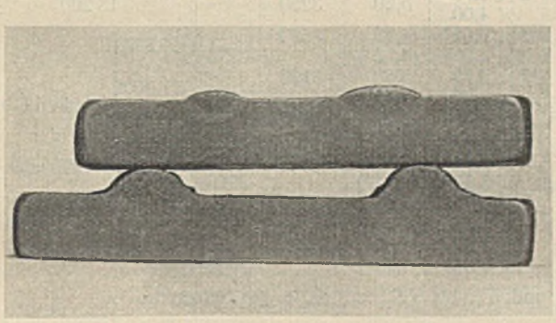


Abb. 1. Die Wirkung des Einbrandes bei gut gezogenen Schweißraupen.
Oben: Raupen in einer Lage, mit einer 3 und einer 4 mm-Elektrode gezogen.
Unten: Raupen aus zwei und drei Lagen, mit einer 4 mm-Elektrode gezogen.
Der hell geätzte Streifen zeigt den Bereich der Einflußzone.

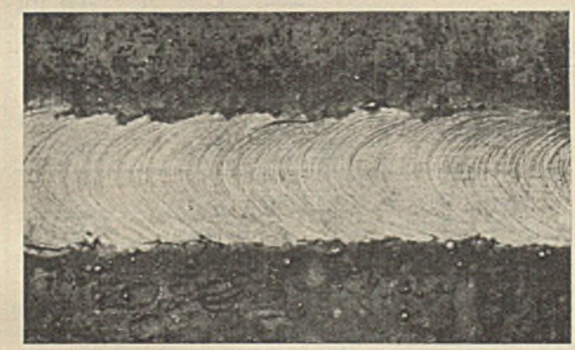


Abb. 3. Dieselbe Naht von etwa 100 mm Länge.
Die vorbildliche Regelmäßigkeit in der Erstarrung der Schmelze ist durch gleichmäßig geschwungene, fischmaulähnliche Linien ausgeprägt.

In Deutschland sind die ersten ministeriellen Bestimmungen im vorigen Jahr erschienen, die dann Mai 1931 durch DIN 4100 — Vorschriften für geschweißte Stahlbauten[2]) — abgelöst wurden. Für die Elektroschweißung kann es nur von Nutzen sein, wenn das Vertrauen der Auftraggeber und der Aufsichtsbehörden durch den Nachweis einwandfreier Schweißungen gewonnen wird.

Bei der Ausführung elektrisch geschweißter Ingenieurbauwerke sollen die Arbeiter unter Leitung eines Schweißingenieurs und des Aufsichtsbeamten der Behörde verschiedene Probeschweißungen vornehmen, die

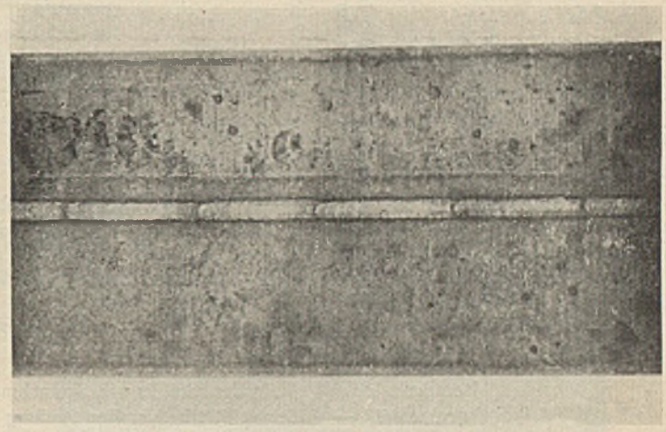


Abb. 2. Die Breitseite einer V-Naht an einem 700 mm langen Kesselblech. Hervorragend glatter und dichter Fluß. Gleichmäßigkeit in der Höhe der Raupe.

Abb. 4.
Die Scheitelseite der V-Naht (Spitze) von etwa 100 mm Länge zeigt guten Durchfluß.

nach den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten geprüft werden. In § 1 dieser Vorschriften wird besonders zum Ausdruck gebracht, daß nur solche Auftragnehmer betraut werden, bei denen die Zulassungsprüfung nach § 8 zur Zufriedenheit ausgefallen ist und die über geeignete Fachingenieure verfügen. Der Schweißingenieur muß also besondere Kenntnisse der Schweißtechnik und Erfahrungen auf diesem Gebiete besitzen. Er muß nicht nur mit den Eigenschaften der Werkstoffe im kalten und warmen Zustande, mit den Vorgängen bei der Erstarrung der Stahllegierungen, mit dem inneren Gefügeaufbau und mit den störenden Nebenerscheinungen, wie Gasblasen, Lunkern, Schlackeneinschlüssen, Seigerungen, vertraut sein, sondern er muß auch die Bedeutung der Wärme- und Schrumpfspannungen, der Verwerfungen, der Kerbwirkung und die Folgen der Kaltverformungen richtig einzuschätzen verstehen.

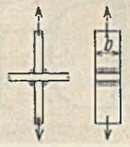
[1]) Mit der Veröffentlichung dieses Beitrages wird lediglich der Zweck verfolgt, dem Leser die auf dem wichtigen Gebiet der Schweißung erkennbaren Maßnahmen zur Gütehebung bekannt zu geben. Selbstverständlich bedeutet dies keinerlei Stellungnahme zugunsten umhüllter-Elektroden, zumal auch mit nackten Elektroden schon Schweißungen von anerkennenswerter Güte ausgeführt werden konnten. Die Schriftleitung.

[2]) Heftausgabe 0,80 RM. Berlin 1931. Wilhelm Ernst & Sohn. Vgl. a. Kommerell, Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten. 3. Aufl. Berlin 1931. Wilhelm Ernst & Sohn.

Tafel 1.

Ergebnisse der Prüfung. Material: Flußstahl.

Prüfung von 16 elektrisch geschweißten Stabkreuzen. Stirnkehlschweißung nach den Vorschriften für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten. III 1 u. 2a.



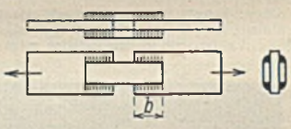
Zeichen der Stäbe	Aussehen der Raupen		Charakteristik der Schweiße: Einbrand[2])	Fehler	Gefüge	Abmessungen: 2 a b (cm)	Querschnitt (cm²)	Schweißfestigkeit bzw. Spannung in der Schweiße (kg/cm²)	Festigkeit des Werkstoffes (kg/cm²)	Bruchbelastung (kg)	
JS_1	Waagerechte Naht	Senkrechte Naht	Sehr gut	1 Schlackenstelle	Grob- und feinkristallinisch	2 × 0,65 × 3,515	4,57	3672		16 780	
JS_2	Glatter, dichter Fluß, porenfrei, ziemlich gleichmäßig in der Höhe der Raupe	Guter Fluß, etwas ungleichmäßig in der Höhe der Raupe, teilweise mit einigen Poren durchsetzt	„ „	—	Desgl.	2 × 0,645 × 3,508	4,53	3687		16 700	
JS_3			„ „	—	„	2 × 0,65 × 3,519	4,57	3740		17 090	
JS_4			„ „	—	„	2 × 0,675 × 3,502	4,73	3207		15 170	
JS_5			„ „	Außerhalb der Schweiße gerissen		2 × 0,585 × 3,535	4,14 4,30[1])	3986	3837	16 500	Außerhalb der Schweiße gerissen
JS_6			„ „	Einige kleine Schlacken	Grob- und feinkristallinisch	2 × 0,64 × 3,486	4,46	3471		15 480	
JS_7			„ „	—	Desgl.	2 × 0,635 × 3,52	4,47	3669		16 400	
JS_8			„ „	—	„	2 × 0,63 × 3,496	4,40	3843		16 910	
El_1			„ „	—	„	2 × 0,70 × 4,015	5,62	3271		18 380	
El_2			„ „	—	„	2 × 0,70 × 4,00	5,60	3250		18 200	
El_3			„ „	Außerhalb der Schweiße gerissen		2 × 0,62 × 4,00	4,96 4,72[1])	3593	3775	17 820	Außerhalb der Schweiße gerissen
El_4			„ „			2 × 0,70 × 4,00	5,60 4,68[1])	3196	3825	17 900	
JS_9			„ „			2 × 0,788 × 3,535	5,57 4,32[1])	3066	3954	17 080	
JS_{10}			„ „			2 × 0,73 × 3,510	5,12 4,24[1])	3283	3965	16 810	
JS_{11}			„ „			2 × 0,713 × 3,55	5,06 4,33[1])	3342	3905	16 910	
JS_{12}			„ „			2 × 0,760 × 3,545	5,39 4,29[1])	3236	4065	17 440	

Der Bruch erfolgte bei allen Stäben mit Ausnahme von JS_5 und El_3 bis JS_{12} mitten in der Schweiße.
[1]) Stabquerschnitt. — [2]) Schweißfläche vor der Prüfung geätzt.

Tafel 2.

Ergebnisse der Prüfung. Material: Flußstahl.

Prüfung von 6 elektrischen Flankenkehlschweißungen auf Scherfestigkeit. Nach den Vorschriften für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten. III 2b.



Zeichen der Stäbe	Abmessungen: 4 a b (cm)	Querschnitt (cm²)	Scherfestigkeit (kg/cm²)	Bruchbelastung (kg)	Aussehen der Raupen	Charakteristik der Schweiße: Einbrand	Fehler	Gefüge
JS_1	4 × 0,43 × 3,07	5,28	2873	15 170	Glatter, dichter Fluß, teilweise mit einigen Poren durchsetzt	Sehr gut	Wenige, kleine Schlacken	Aussehen: weiß, mattglänzend, dicht. Schergefüge
JS_2	4 × 0,43 × 3,08	5,30	2655	14 070		„ „		
JS_3	4 × 0,38 × 3,01	4,57	3558	16 260		„ „		
JS_4	4 × 0,41 × 2,79	4,58	3175	14 540		„ „		
El_1	4 × 0,42 × 2,40	4,032 3,07[1])	3006 Spannung i. d. Schweiße Festigkeit d. Werkstoffes 4007	12 300		Außerhalb der Schweiße gerissen Bruch in den schmalen Laschen		
El_2	4 × 0,40 × 2,45	3,92 3,16[1])	3133 Spannung i. d. Schweiße Festigkeit d. Werkstoffes 3886	12 280				

Der Bruch erfolgte bei den Stäben JS_1 bis JS_4 mitten in den Schweißraupen, die sich teilweise sehr stark gestreckt hatten.
[1]) Stabquerschnitt.

Durch die verschiedensten Versuche in der Praxis und in den Prüflaboratorien hat sich herausgestellt, daß der Auswahl der Elektrode für die einzelnen Schweißungen die größte Bedeutung zukommt. Die Elektroden haben auf die Güteziffern der Schweißung den allein ausschlaggebenden Einfluß.

Stellt man hohe Anforderungen an die Formänderungsfähigkeit des Werkstoffes und der Schweiße, so dürfen nur Elektroden der höheren Güteklasse verwendet werden.

Der Zähigkeitsgrad der Schweiße wird im allgemeinen durch die Biegeprobe bestimmt. An der Biegung nehmen folgende drei Stoffzonen teil: erstens die Schweiße, zweitens die Übergangszone (Einflußzone) und drittens der Werkstoff selbst. Anzustreben ist die Gleichwertigkeit aller drei Zonen. Der Zähigkeitsgrad der Schweiße wird in allen Fällen das Ergebnis der gewählten Elektrode sein. Die Güte der Übergangszone steht in Teilabhängigkeit der Elektrode und der Arbeitsweise des Schweißvorganges. Die Zähigkeit des Werkstoffes ist gegeben. Die Zähigkeit wird aber außerdem durch Unebenheiten, die durch die äußere Form der Raupe in Erscheinung treten, mehr oder weniger beeinflußt. Jeder scharfe Knick in der Raupe wirkt sich als Kerbe aus, und die Folge ist ein Anbruch bzw. ein kleiner Biegewinkel. Aus diesem Grunde ist es notwendig, eine möglichst glatte, ebene Raupe zu schweißen. Blasen, Schlacken, Lunker, nicht verschweißte Stellen, die hauptsächlich in der Nähe der Oberfläche liegen, wirken noch kräftiger als Kerbe und vermindern den Biegewinkel.

Die vorliegende Versuchsreihe, die der Verfasser auf Veranlassung der Eisenhochbau- und Brückenbau-Firma J. Jansen Schütt G. m. b. H., Hamburg nach den ministeriellen Vorschriften für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten durchgeführt hat, soll nachweisen, daß man mit einer besonderen Güte-Elektrode (Schmelzmantel-Elektrode) Schweißungen von einem hohen Zähigkeitsgrad erzielen kann. Zur Vervollständigung der

Tafel 3.

Ergebnisse der Prüfung. Material: Flußstahl.

Prüfung von 10 elektrisch geschweißten Flachstäben auf Zugfestigkeit.

Stumpfschweißung nach den Vorschriften für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten. III 2c.

Zeichen der Stäbe	Abmessungen $b \times s$ Breite × Dicke cm	Querschnitt cm²	Festigkeit kg/cm² Schweißflächen vollständig bearbeitet	Festigkeit kg/cm² [1]) Schweißflächen unbearbeitet	Bruchlast kg	Bemerkungen
El_1	3,06 × 1,05	3,21	3738	—	12 000	20 % Dehnung auf 20 mm Meßlänge
El_2	3,01 × 1,02	3,07	3974	—	12 200	21 % Dehnung auf 20 mm Meßlänge
JS_1	3,51 × 1,22	4,28	—	Stabfestigeit: 4089 [2])	17 500	Außerhalb der Schweiße gerissen
JS_2	3,60 × 1,18	4,25	—	3786 [2])	16 090	Gefüge: Sehr feinkristallinisch, vollständig poren- und fast schlackenfrei
JS_3	3,66 × 1,20	4,39	—	Stabfestigkeit: 4123	18 100	Außerhalb der Schweiße gerissen
JS_4	3,68 × 1,21	4,45	Stabfestigkeit: 4173	—	18 570	Außerhalb der Schweiße gerissen
JS_5	3,51 × 1,23	4,32		3440 [2])	14 860	Gefüge: Sehr feinkristallinisch, in der Mitte dünne Schlackenschicht, einige Blasen
JS_6	3,56 × 1,22	4,34		3659 [2])	15 880	Gefüge: Kleine Schlackenstelle, wenige Blasen, sehr feinkristallinisch
JS_7	4,06 × 1,18	4,79		Stabfestigkeit: 4228	20 250	Außerhalb der Schweiße gerissen
JS_8	4,09 × 1,16	4,74	Stabfestigkeit: 4116	—	19 510	

[1]) Auf den Stabquerschnitt bezogen. — [2]) Unbearbeitet mit Ausnahme der Wurzelnaht.

Tafel 5.

Zerreißversuch längs der Schweißnaht. Festigkeit des Werkstoffes 36 kg/mm².

Zeichen der Stäbe	Abmessungen Breite × Dicke cm	Gesamtquerschnitt cm²	Querschnitt der Schweiße cm²	Gesamtfestigkeit kg/cm²	Schweißfestigkeit kg/cm²	Bruchlast kg	Dehnung in % auf 100 mm	Dehnung in % auf 170 mm	Bemerkungen
El_1	2,14 × 1,03	2,20	1,19	4114	4550	9050	23	17	Die eine Hälfte des zerrissenen Stabes um 180° gebogen. Kein Anriß. Dorn 10 mm.
El_2	2,14 × 1,03	2,20	1,20	4145	4600	9120	18	14,7	Gefüge der Schweiße: Sehr feinkristallinisch

Tafel 4.

Material: Flußstahl.

Prüfung von 10 elektrisch geschweißten Flachstäben auf Biegefähigkeit.

Biegestempel: Zweifache Blechdicke.

Zeichen der Stäbe	Lage der V-Naht beim Biegen	Biegewinkel	Charakteristik der Schweiße	Bemerkungen	
El 1		122°	sehr feinkristallinisch, wenige Poren und winzige Schlacken	Dehnung der Zugfaser am Rande der Schweiße 15% auf 10 mm Meßlänge	
El 2		138°		Dehnung 35% auf 10 mm Meßlänge	
El 3		180°	—		
El 4		180°	—		
El 5		170°	—		
El 6		180°	—		
El 7		105°	mittelfein und feinkrist. Gefüge, wenige Blasen* u. winzige Schlackenstellen		
El 8		124°			
El 9		180°	—	geglüht	in kalt. Zustande normal um 180° gebog., dann unt. d. Presse bis z. Berührg. der Schenkel weitergeb.
El 10		180°	—	in warm. Zustande gehämmert, dann geglüht	

*Nach dem ersten Anriß erfolgte Biegen bis zum vollständigen Bruch.

Versuche hat der Verfasser einige Schweißungen, die die Bezeichnungen *El* erhalten haben, hinzugefügt. Die Abnahmeversuche fanden im Prüflaboratorium der Vereinigten Staatslehranstalten in Altona in Anwesenheit der Ingenieure der Altonaer Baupolizei statt.

Folgende Versuche kamen in Frage:

16 Stirnkehlschweißungen,
6 Flankenkehlschweißungen,
10 Stumpfschweißungen,
10 Biegeproben,
2 Zerreißversuche längs der Schweißnaht.

Sämtliche Proben wurden mit Gleichstrom unter Verwendung der Elektrogen-Schmelzmantel-Elektrode „Rekord" geschweißt.

Für die einzelnen Versuche hat der Verfasser Protokolle aufgestellt, die die Wertziffern für den Nachweis der gestellten Bedingungen und außerdem die Charakteristik der Schweiße enthalten. Letztere ist aus verschiedenen Gründen aufgeführt worden. Die Charakteristik, die Angaben über den Einbrand, Fehler und das Gefüge enthält, gibt Aufschluß über die metallurgischen Eigenschaften des verschweißten Werkstoffes, und das Aussehen der Raupe ist ein Fingerzeig für die Eigenart der Schweißung. Das Aussehen der Raupe bedingt durchaus nicht die physikalischen Eigenschaften der Schweiße, man kann aber an der äußeren Form der Raupe erkennen, ob man beim Schweißen Schwierigkeiten gehabt hat oder nicht. Es folgen die einzelnen Versuchsreihen:

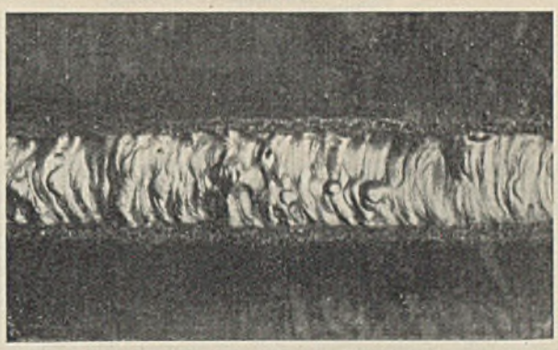


Abb. 5. Eine senkrecht gezogene Naht von etwa 100 mm Länge an einem Stabkreuz. Der Fluß ist auch gut und dicht, aber etwas ungleichmäßig in der Höhe der Raupe. Man erkennt einige Poren.

Tafel 1. Ergebnisse der Prüfung von 16 elektrisch geschweißten Stabkreuzen. Stirnkehlschweißung. Die Durchschnitts-Schweißfestigkeit beträgt 3534 kg/cm², die Stabfestigkeit ist 3900 kg/cm², der Vergleichswert ist 91%; dieser Wert muß als besonders günstig angesprochen werden. Der Einbrand ist gut, das Gefüge fast fehlerfrei. Der Bruch trat mitten in der Raupe ein. Bedingung: 3000 kg/cm².

Tafel 2. Ergebnisse der Prüfung von 6 elektrischen Flankenkehlschweißungen. Die mittlere Schweißfestigkeit ist 3065 kg/cm². Der Bruch erfolgte mitten in der Schweiße. Bedingung: 2400 kg/cm²,

Tafel 3. Ergebnisse der Prüfung von 10 elektrisch geschweißten Flachstäben auf Zugfestigkeit. Stumpfschweißung. Bedingung: 3000 kg/cm². Bei zwei Stäben wurde die Dehnung der Schweiße gemessen, sie betrug im Mittel 20,5%, bezogen auf 20 mm Meßlänge.

Tafel 4. Ergebnisse der Prüfung von 10 elektrisch geschweißten Flachstäben auf Biegefähigkeit. Die Probe soll sich mindestens um 60° biegen lassen. Es wurden außerordentlich günstige Biegewinkel erreicht, der Durchschnittsbiegewinkel betrug 155°. *El* 9 und *El* 10 wurden wie die anderen Stäbe im kalten Zustande um 180° gebogen, ohne daß ein Anriß eintrat. Dieselben Stäbe wurden dann durch Glühen und Hämmern

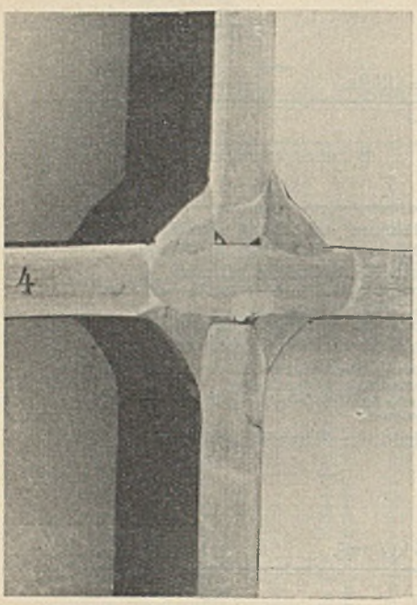


Abb. 6.
Der Einbrand bei einer Kehlnaht.
Stabkreuz *El* 4 vor dem Zerreißversuch.

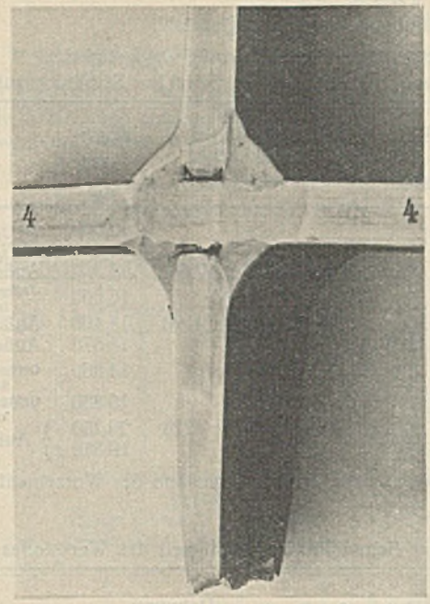


Abb. 7. Stabkreuz *El* 4 nach dem Zerreißversuch. Bruch außerhalb der Schweiße. Eingetretenes Recken der senkrechten Stäbe mit der Schweiße.

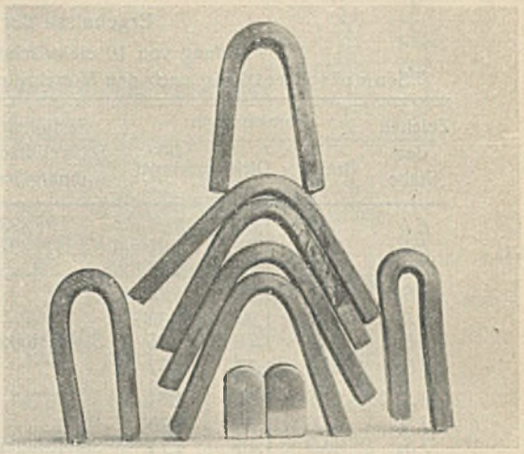


Abb. 8 Biegestäbe nach Tafel 4.

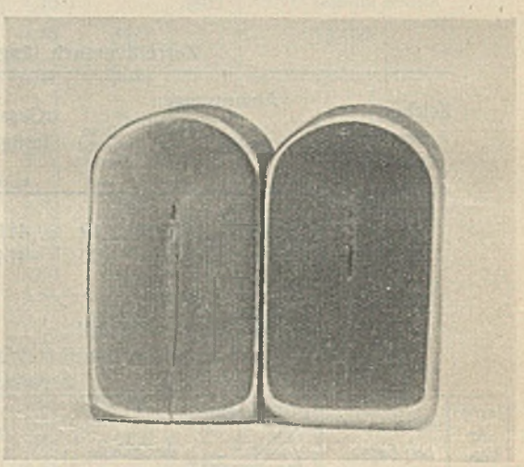


Abb. 9. Durch Glühen und Hämmern vergütete Stäbe *El* 9 und 10 (s. Tafel 4).
Durch vorschriftsmäßiges Glühen (kurz über Ac 3) und durch Hämmern im rotwarmen Zustande kann das Schweißgefüge verbessert bzw. verfeinert werden.

vergütet, darauf im kalten Zustand bis zur Berührung der Schenkel weitergebogen. Kein Anriß.

Tafel 5. Ergebnisse des Zerreißversuches längs der Schweißnaht. Diese Prüfung liegt außerhalb des Rahmens der Vorschriften. Hervorzuheben sind hier die guten Dehnungen. Güteprüfung der Schweiße durch Biegen. Die eine Hälfte des schon zerrissenen Stabes wurde um 180° gebogen, ohne daß ein Anriß eintrat. Es darf hinzugefügt werden, daß diese Prüfung keinen unmittelbaren Schluß auf die Güte der Schweiße zuläßt, da der Probestab aus drei verschiedenen Stoffstreifen besteht.

Die beigefügten Abbildungen bringen charakteristische Einzelheiten der Schweiße.

Zusammenfassung.

Die Fortschritte in der Durchbildung hochwertiger Elektroden verschiedener Art sind heute so weit gediehen, daß die mit diesen hergestellten Schweißverbindungen bedeutende Verbesserungen der physikalischen Eigenschaften aufweisen. Es werden gute Festigkeitswerte und Biegewinkel bis zu 180° erreicht. Die Schweiße ist schmiedbar.

Abb. 10. Mikrobild der Schweißnaht. V = 215.
Das Gefüge der Schweiße besteht aus regelmäßigen, scharf umgrenzten Kristallen. Es ist rein ferritisch mit geringen Perlitanteilen und sehr geringen Verunreinigungen, das Gefüge der Einflußzone ist vergütet (nicht überhitzt). Folgerung: gute Festigkeit, hohe Dehnung, der Werkstoff ist kalt und warm verformbar (schmiedbar).

Abb. 11.
Mikrobild von dem Ende der Einflußzone, etwa 5 mm von der Schweißnaht entfernt. Links Einflußzone, rechts normales Gefüge des Mutterwerkstoffes. V = 215.

Die metallographische Prüfung bringt den Beweis, daß man mittels richtig gewählter Elektrode sowohl ein fast schlacken- und blasenfreies Feingefüge als auch eine Verfeinerung des Gefüges der Einflußzone erzielt.

Bei der zu diesen Versuchen verwendeten Elektrode war der Lichtbogen stabil, der Abbrand gleichmäßig, und der Spritzverlust gering. Das magnetische Blasen des Lichtbogens wird durch die Umhüllung im günstigen Sinne beeinflußt, so daß selbst lange Nähte und besonders Eckschweißungen ohne störende Einwirkungen der Blasflamme ausgeführt werden können.

Der häufig erhobene Einwand, ummantelte Elektroden ergäben stets Schlackeneinschlüsse, ist nach den bei der Durchführung der Versuche gewonnenen Erfahrungen des Verfassers nicht stichhaltig. Bei leicht

schräger Haltung der Elektrode in Richtung der Schweißnaht wird die leichtflüssige Umhüllungsschlacke durch den Lichtbogen etwas zurückgetrieben. Der Eisenkrater liegt frei, die Schweißnaht kann genau beobachtet werden. Der dünnflüssige Elektrodenwerkstoff breitet sich flach aus, eine seitliche Bewegung der Elektrodenspitze in Halbkreisform oder im Zickzack ist deshalb nicht nötig. Es genügt ein gerader Zug, um mit Sicherheit dichte Nähte zu erzielen. Die Umhüllungsschlacke läßt sich an den Rändern der flachen Schweißraupen mühelos entfernen. Senkrecht- und Überkopfschweißungen werden am zweckmäßigsten mit einer Elektrodenstärke von 3 mm Durchmesser ausgeführt.

Von besonderem Werte erwies sich die große Einfachheit des Schweißens mit dieser Elektrode, da ungelernte Arbeiter im allgemeinen nach kurzer Übung imstande sind, zuverlässige Schweißungen auszuführen.

Gottliebstaler Brücke im Zuge der Staatsstraße Lobenstein—Hirschberg.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Oberingenieur F. Zoepke, Dortmund.

Der Bau der großen Saaletalsperre am Kleinen Bleiloch bei Saalburg hat die Errichtung dreier großer Brücken über den Stausee notwendig gemacht. Zwei dieser Brücken, nämlich die Wetterabrücke, etwa 2,5 km nördlich von Saalburg, und die Saalburger Brücke wurden im Jahre 1929 erbaut (s. Stahlbau 1929, S. 56), die dritte Brücke, die am oberen Ende des Stausees in der Nähe von Gottliebstal (s. auch Stahlbau 1929, Heft 5, S. 56, Abb. 1) liegt, ist im Jahre 1930 fertiggestellt worden.

Im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Brücken, die neben der Staatsstraße Schleiz—Lobenstein noch ein Normalspurgleis der Kleinbahn Schleiz—Saalburg—Ebersdorf überführen, ist die Gottliebstaler Brücke eine reine Straßenbrücke, die lediglich die Staatsstraße Hirschberg — Lobenstein überleitet (Abbild. 1). Bei der Projektierung der beiden ersten Brücken war man sich über die Wahl des Baustoffes nicht von vornherein ganz klar gewesen. Mit Rücksicht auf den schwankenden Wasserspiegel und das gute Einpassen der Brücken in die Landschaft hatte man zum Schluß doch dem Stahl den Vorzug gegeben. Bei der Gottliebstaler Brücke dagegen hat der Stahl gleich von Anfang an das Feld behauptet. Für seine Wahl waren dieselben Gesichtspunkte wie bei der Saalburger Brücke maßgebend. Bei angefülltem Staubecken verbleibt zwischen Wasserspiegel und Unterkante Brücke nur eine Durchfahrthöhe von 1,80 m. Es kam somit auch hier nur eine Balkenbrücke in Frage, hatten doch die beiden anderen Brücken gezeigt, wie gut sich diese Brückenform der

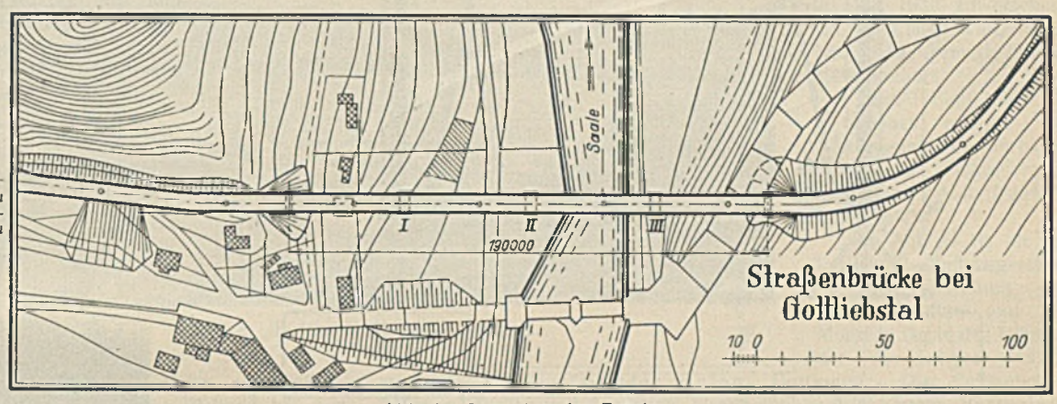


Abb. 1. Lageplan der Brücke.

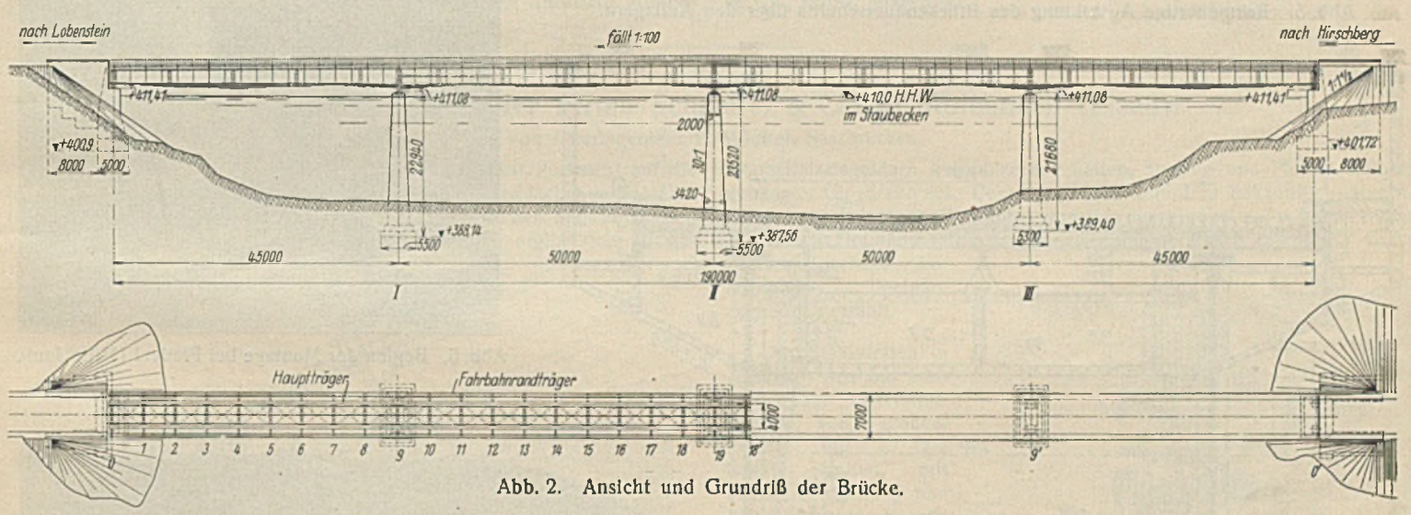


Abb. 2. Ansicht und Grundriß der Brücke.

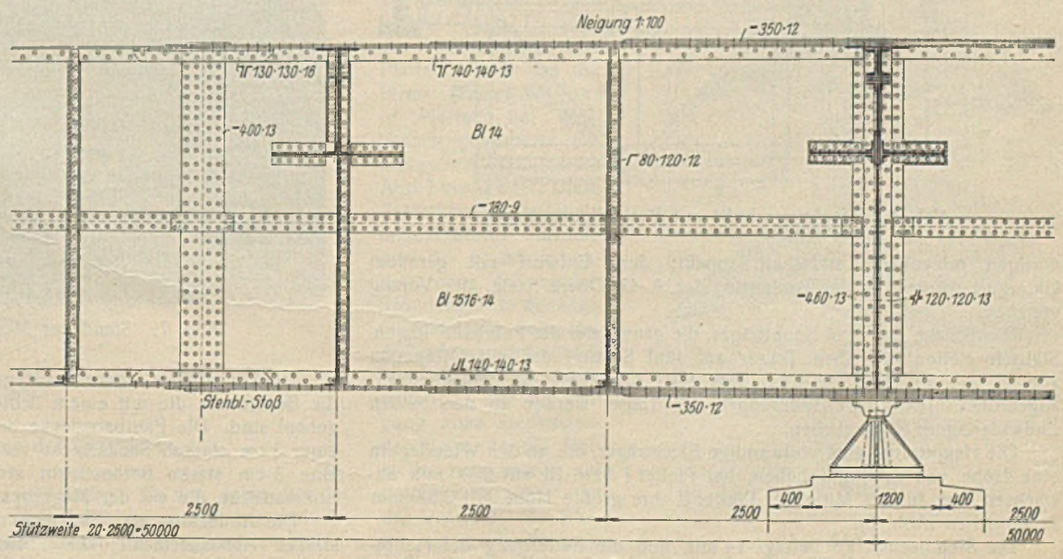


Abb. 3. Hauptträger bei Pfeiler II.

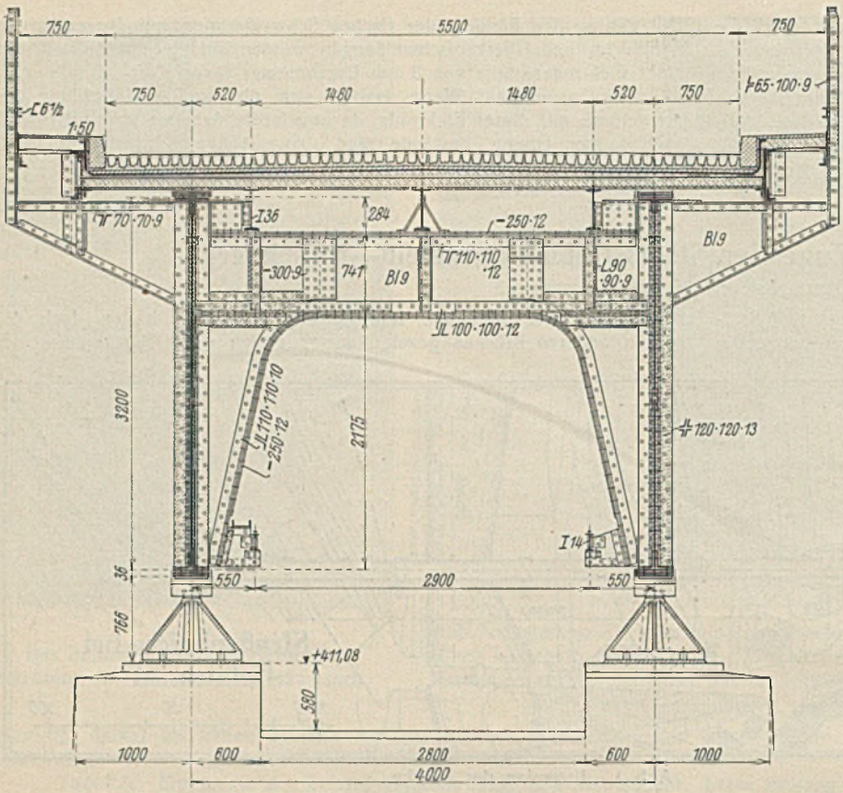


Abb. 5. Rahmenartige Ausbildung des Brückenquerschnitts über den Auflagern.

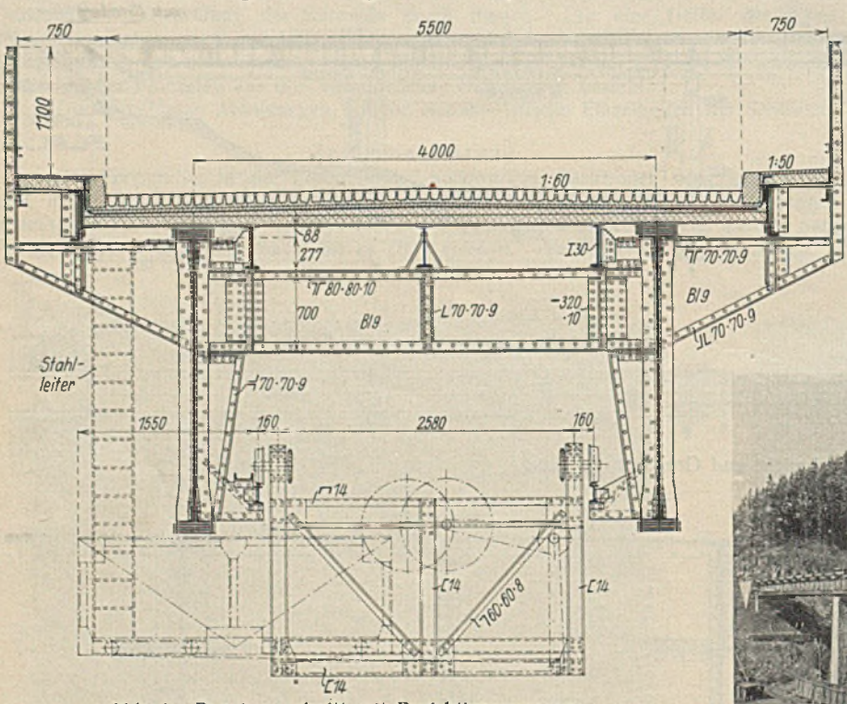


Abb. 4. Regelquerschnitt mit Besichtigungswagen.

dortigen reizvollen Landschaft anpaßt; dem Entwurf mit geradem Untergurt wurde von der Bauherrin, der A.-G. Obere Saale, der Vorzug gegeben.

Die Brücke hat zwei Hauptträger, die ganz unter der Fahrbahn liegen. Statisch stellen dieselben Träger auf fünf Stützen dar mit Öffnungen von 45, 50, 50, 45 m (Abb. 2). Das feste Lager ist auf dem Pfeiler II angeordnet. Die Längenänderungen der Träger werden an den beiden Endwiderlagern ausgeglichen.

Die Hauptträger sind vollwandige Blechträger, die an den Widerlagern eine Höhe von 2250 mm haben, bei Pfeiler I bzw. III auf 2700 mm anwachsen, um in der Mitte bei Pfeiler II ihre größte Höhe mit 3200 mm zu erreichen (Abb. 3).

Die Stehblechstärke beträgt 14 mm und die Entfernung der Hauptträger 4000 mm. In den Seitenöffnungen bestehen die Stehbleche aus einem Stück, in den beiden Mittelöffnungen ist mit Rücksicht auf die Höhe von über 3 m ein durchgehender Mittelstoß eingelegt worden.

Die Gurtplatten sind 350 mm breit, ihre Stärke beträgt 12 mm und ihre größte Anzahl bei Pfeiler I fünf. Die senkrechten Stöße liegen etwa 10 m auseinander, die Aussteifungen sind alle 2,50 m angeordnet, ihre Berechnung erfolgte auf Grund der bekannten Abhandlung von Rode (Eisenbau 1916, S. 210). Zur Aufnahme der Windkräfte ist in Höhe der Unterkante der Querträger ein aus gekreuzten Diagonalen bestehender Windverband angeordnet.

Wie aus Abb. 4 hervorgeht, liegen die Querträger, die alle 5 m vorhanden sind, zwischen den Hauptträgern und sind mit diesen durch Konsolen rahmenartig verbunden. Über den Auflagern sind diese Rahmen zwecks Überleitung der Windkräfte besonders kräftig ausgebildet (Abb. 5).

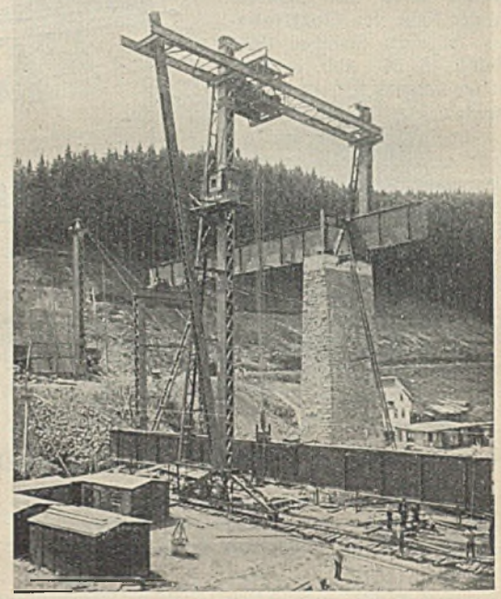


Abb. 6. Beginn der Montage bei Pfeiler I (Mitte Juni).

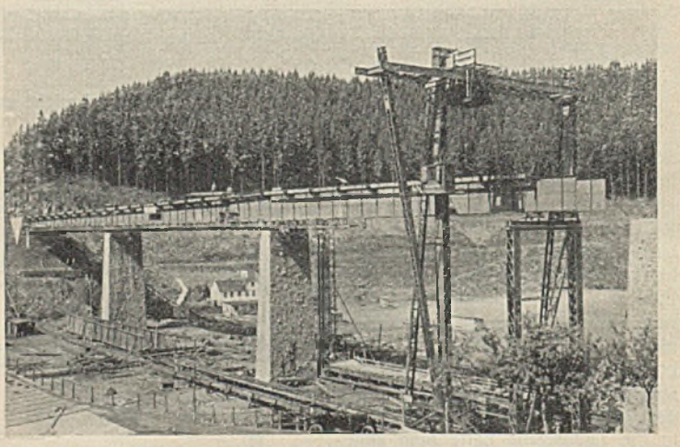


Abb. 7. Stand der Montage am 20. Juli 1930.

Die Längsträger lagern auf den Querträgern auf und tragen ihrerseits die Belageisen, die mit einem lichten Zwischenraum von etwa 3 cm eingebaut sind. Die Fahrbahndecke besteht aus 10 cm-Kleinpflaster, das in einer 3 cm starken Sandschicht verlegt ist. Unter dieser befindet sich eine 3 cm starke Betonschicht als Schutzschicht für die 7 mm dicke Isolierschicht, die auf der Magerbetonschicht liegt.

Die Abdeckung des Fußweges erfolgte durch Beton mit einer 2 cm starken Asphaltschicht. Die Entwässerung der Fahrbahn findet, dem natürlichen Längs- und Quergefälle der Brücke folgend, nach den in den

Bordsteinen angeordneten Ablaufkästen statt. — Zur Besichtigung und Unterhaltung der Brücke dient ein von Hand angetriebener Besichtigungswagen, der auf die ganze Brückenlänge durchlaufen kann (Abb. 4). Der Zugang zu dem Wagen erfolgt durch Einsteigschächte in der Fahrbahn in der Nähe der beiden Widerlager.

Als Baustoff ist für die Hauptträger Unionbaustahl (St 52) und für alle anderen Teile St 37 gewählt. Das Gesamtgewicht der Brücke beträgt etwa 540 t, davon entfallen etwa 260 t auf Unionbaustahl.

Die Montage begann auf der Lobensteiner Seite etwa Mitte Juni. Das Material wurde mit Lastautos in Stücken von 10 m Länge vom Bahnhof Lobenstein herangebracht, auf der Talsohle zusammengebaut und dann montiert. Zur Montage diente ein Portalkran von 16,40 m Spurweite, 30,7 m Höhe und einer größten Tragkraft von 30 t. Als Hilfskonstruktion wurden zwei stählerne Gerüste verwendet, die anfangs in Öffnung I und II und dann in III und IV aufgestellt wurden. Zuerst wurde das Stück von Pfeiler I bis zum Hilfsgerüst in der ersten Öffnung montiert, dann das Stück vom Hilfsgerüst bis zum Lobensteiner Widerlager, anschließend die anderen Öffnungen, und zwar fortschreitend von Pfeiler I bis zum Hirschberger Widerlager. Der Portalkran konnte mit Rücksicht auf das ansteigende Gelände an den Widerlagern für den Einbau der letzten Stücke an den Widerlagern nicht verwendet werden. Diese wurden an der Lobensteiner Seite mit Hilfe eines Drehmastes und an der Hirschberger Seite mit Hilfe eines einfachen Standmastes eingesetzt. Der Stoß im Felde II—III wurde erst vernietet, nachdem er durch Belasten der Nachbaröffnungen in die rechnerisch ermittelte Lage gebracht war.

Abb. 6 zeigt den Beginn der Montage bei Pfeiler I. Ein Hauptträgerstück ist bereits gezogen, das andere liegt fertig zusammengebaut zum Hochziehen bereit. Im Hintergrunde ist der Drehmast, der zum Einbau der letzten Teile dient, sichtbar.

Aus Abb. 7 ist der Stand der Montage am 20. Juli 1930 zu ersehen. Die Montage wurde vorschriftsmäßig am 31. August 1930 beendet.

Vom 1. September bis 1. Oktober erfolgte die Aufbringung des Fahrbahnbelages, am 1. Oktober war die Brücke vorschriftsmäßig fertiggestellt.

In Abb. 8 ist sie im fertigen Zustand dargestellt.

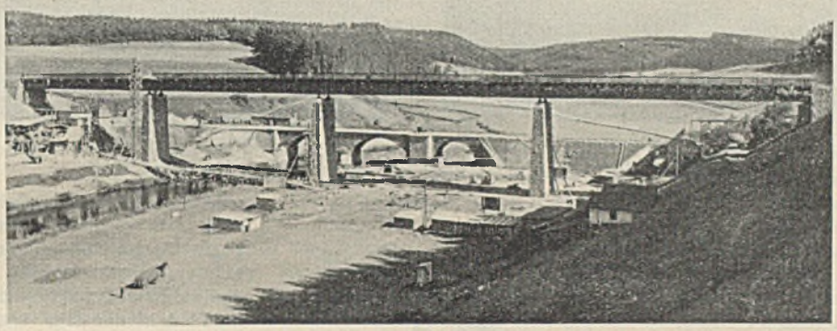


Abb. 8. Brücke in fertigem Zustand.

Die Herstellung der Stahlüberbauten und die Montage lag in den Händen der Vereinigte Stahlwerke A.-G., Dortmunder Union, Dortmund. Die tiefbaulichen Arbeiten wurden von der Firma Eisenbetonbau A.-G., vorm. Vetterlein & Co., Erfurt, ausgeführt.

Alle Rechte vorbehalten.

Erweiterungsbau der Firma Schaeffer & Cie in Mülhausen (Elsaß).

Von Oberingenieur E. Möckel, Saarbrücken.

Für die Erweiterung der Fabrikanlage kamen mit Rücksicht auf die bereits bestehenden umfangreichen Gebäude nur Sheddächer in Betracht. In dem Neubau werden durch Dampf geheizte Maschinen zum Bedrucken von Seiden- und Wollstoffen aufgestellt. Hierdurch ergibt sich zu gewissen Zeiten eine starke Schwitzwasserbildung. Es war daher bei der neuen Anlage unbedingt erforderlich, das Schwitzwasser einwandfrei abzuleiten, da jeder niederfallende Tropfen in den frisch bedruckten Stoffen sichtbare Spuren hinterläßt. Die bestehenden Anlagen weisen durchweg Doppelfalzziegeldach auf hölzernen Latten, Sparren und Pfetten mit angehängter Gipsdecke auf. Derartige Dächer erfordern bekanntlich dauernd Instandsetzung, wenn dieselben absolut dicht gehalten werden sollen. Aus diesem Grunde wurde bei der Erweiterung der Fabrik von 81,4 × 42,2 m die nachstehend beschriebene Dacheindeckung gewählt.

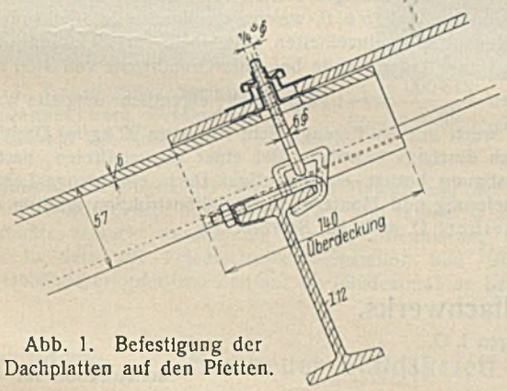


Abb. 1. Befestigung der Dachplatten auf den Pfetten.

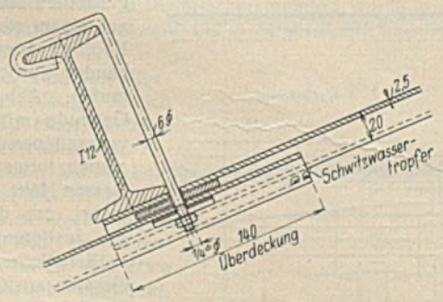


Abb. 3. Befestigung der Unterdecke.

Auf Stahlpfetten in 1385 mm Abstand wurden 6 mm Welleternitplatten von großem Format mit 57 mm hohen Wellen, mit einer Überdeckung von 140 mm an den Pfetten verlegt (Abb. 1). Für die Befestigung der Platten wurde das der Firma Marcel Wagner in Pfastatt bei Mülhausen patentierte Befestigungssystem nach Abb. 2 verwendet. Diese Befestigung gestattet ein ungehindertes Ausdehnen der Stahlkonstruktion, ohne daß hierbei Spannungen in der Eternitbedachung auftreten. Außerdem wird durch die eigenartige Konstruktion der Befestigung etwa eindringendes Wasser in die Tiefwellen und somit auf das Dach abgeleitet. An der Unterseite der Pfetten wurden Welleternitplatten kleinen Formates

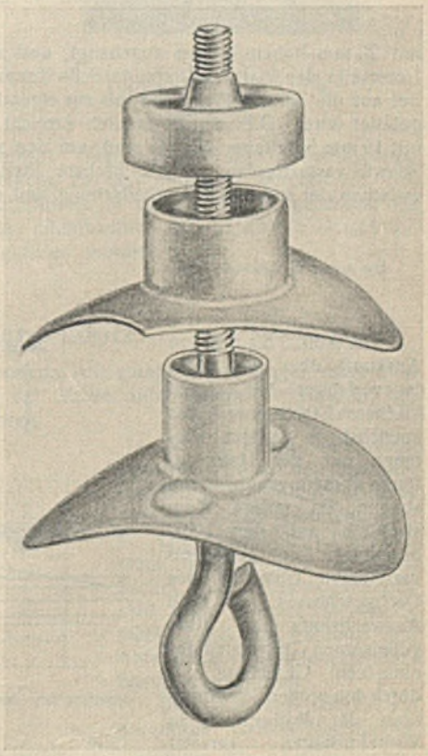


Abb. 2. Befestigungsschraube mit Schutzkappen.

Abb. 5. Innenansicht gegen die Oberlichte.

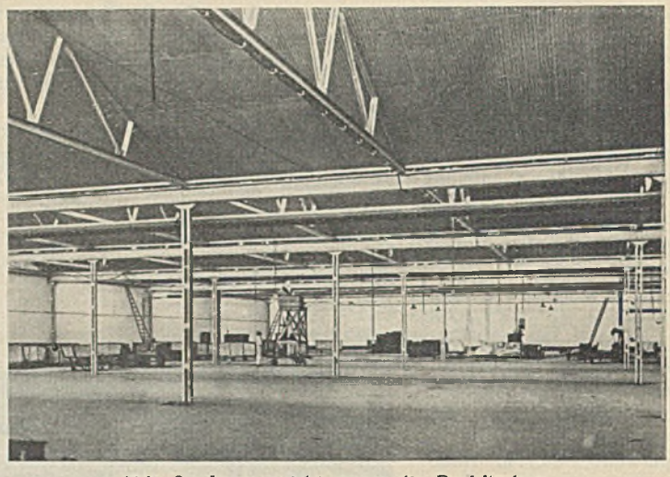


Abb. 6. Innenansicht gegen die Dachflächen.

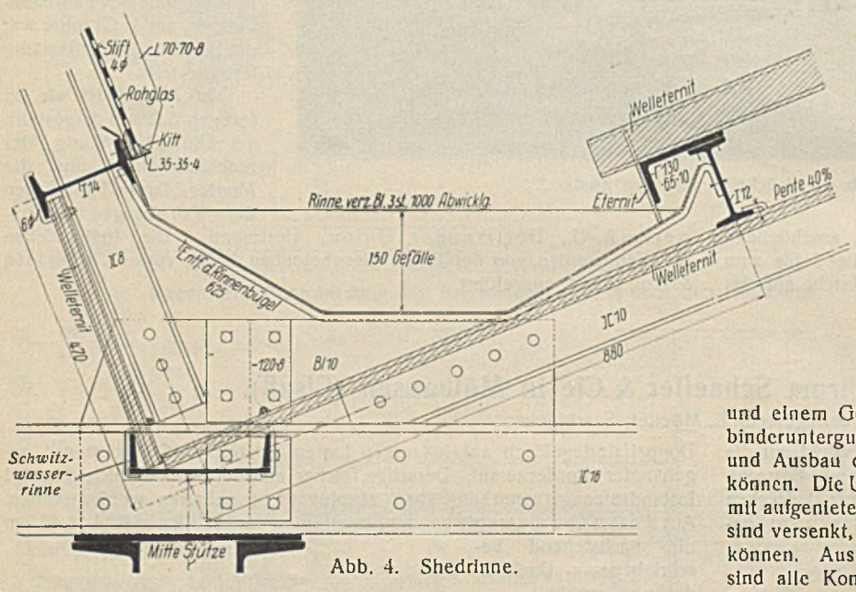


Abb. 4. Shedrinne.

mit 20 mm hohen Wellen angehängt, und zwar derart, daß das an der Unterseite der Platte auftretende Schwitzwasser am Plattenstoß einwandfrei auf die nächste Platte usw. bis zur eigentlichen Schwitzwasserrinne abgeleitet wird. Dies wurde dadurch erreicht, daß diese Platten am Stoß mit 10 mm Spielraum verlegt sind, um den an der Tiefwelle ablaufenden Schwitzwassertropfen auf die nächste Platte abzuleiten (Abb. 3). Die zwischen der äußeren Eternitbedachung und der angehängten Schutzplatte befindliche Luftschicht von etwa 140 mm Stärke = Pfettenhöhe gibt gleichzeitig eine ausgezeichnete Isolierung gegen Temperatureinflüsse. An der Shedrinne ist die äußere Eternitbedachung durch eine besondere, der Wellenform angepaßte Abdichtung aus Eternit geschlossen. Am First ist ebenfalls durch eine aus Eternit angefertigte Abdichtung dafür Sorge getragen, daß weder Wasser noch Schnee in das Innere des Gebäudes eindringen kann. Auch das an den Glasflächen ablaufende Schwitzwasser wird durch eine besondere Abdichtung in die Shedrinnen nach außen abgeleitet (Abb. 4). Da die vorhandene Kanalisation die Abführung des Regenwassers nur nach einer Längsseite des Gebäudes ermöglichte und im Innern des Gebäudes selbst keine Abfallrohre angebracht werden konnten, mußten für die 42 m breite Halle Shedrinnen von 1000 mm Abwicklung und einem Gefälle von 150 mm ausgeführt werden (Abb. 4). Die Shedbinderuntergurte sind aus ⊐⊏-Profilen gebildet, damit daran für den Ein- und Ausbau der Kalander geeignete Konstruktionen angeklemmt werden können. Die Unterzüge der Shedbinder bestehen aus kräftigen ⊐⊏-Profilen mit aufgenieteten Platten. Die Befestigungsniete an den unteren Flanschen sind versenkt, um an beliebigen Stellen Transmissionsböcke anschließen zu können. Aus den Abb. 5 u. 6, welche das Innere des Gebäudes zeigen, sind alle Konstruktionseinzelheiten ersichtlich. Das Gesamtgewicht der Erweiterung einschl. der Wände bei einer Grundfläche von 3450 m² betrug 213,0 t, also $\frac{213\,000}{3450} = \sim 62$ kg/m². Die eigentliche doppelte Welleternitbedachung weist nur ein Eigengewicht von etwa 22 kg/m² Dachfläche auf und hat sich durchaus bewährt. Bei einer einwandfreien, nachgiebigen Eternitbefestigung besitzt ein derartiges Dach eine lange Lebensdauer.

Die Lieferung und Montage der Stahlkonstruktion erfolgte durch die Firma B. Seibert G. m. b. H., Saarbrücken.

Alle Rechte vorbehalten.

Schnellmontage eines Stahlfachwerks.

Von Marinebaurat Pein, Rüstringen i. O.

Die Abb. 2 bis 5 geben Auskunft über ein Montageverfahren bei einem kleineren Stahlbauwerk, das zunächst in vollem Umfange auf der Hafenkaifläche zusammengebaut und sodann als fertige Konstruktion auf dem vorbereiteten und genügend verstärkten Unterbau des Dachgeschosses — nach Auswechslung der alten gußeisernen Tragsäulen der einzelnen Geschosse — durch den großen Schwimmkran der Marinewerft in Wilhelmshaven versetzt worden ist. — Es handelt sich um die Stahlfachwerkkonstruktion für einen sogenannten Justierturm, der auf einem rd. 18 m hohen Kopfbau eines Werkstattgebäudes errichtet werden mußte. Abb. 1 zeigt das Gebäude mit dem bisher vorhandenen niedrigen, hölzernen, turmartigen Aufbau. Dessen Höhe genügte nicht mehr, um die notwendigen Justierungsarbeiten an artilleristischen, optischen Geräten ausführen zu können. Im Laufe der Jahre waren immer zahlreichere hohe Gebäude im Blickfeld errichtet worden, die die erforderliche freie Sicht nach den markanten Punkten der

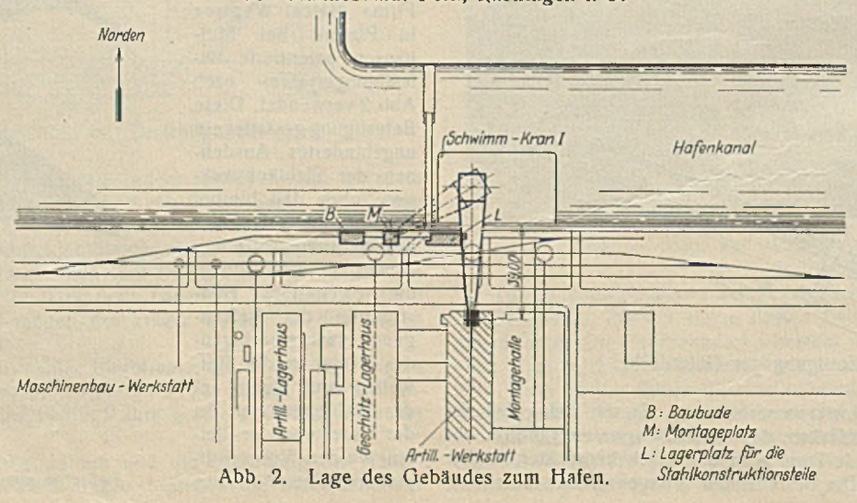


Abb. 2. Lage des Gebäudes zum Hafen.

näheren und weiteren Umgebung behinderten. Die Justierplattform mußte deshalb so hoch gelegt werden, daß eine Visierhöhe von rd. 25 m über Gelände erreicht wurde, wodurch die notwendige Sichtfreiheit ringsherum wiederhergestellt werden sollte in Verbindung mit der Möglichkeit, dann auch weiter entfernt liegende Ziele anschneiden zu können.

Nach Aufstellung verschiedener Entwürfe ergab sich als beste Lösung eine Ausführung als Stahlfachwerkbau. Als Baustoff wurde St 37 · 12 mit 0,3 % Kupferzusatz gewählt, um dadurch gleichzeitig an diesem den Witterungseinflüssen besonders ausgesetzten Bauwerk im Laufe der Jahre Erfahrungen darüber zu sammeln, ob und in welchem Umfang eine solche Cu-Beigabe den nach anderweitigen Feststellungen erheblich langsamer eintretenden und fortschreitenden Oxydierungsprozeß in der Wirklichkeit bestätigen wird. Da die für die Unterhaltung schwer zugänglichen Außenflächen der Stahlkonstruktion ganz besonders schwierig und kostspielig in gutem Rostschutzanstrich zu erhalten sind, so war die Wahl eines dem Rost schwerer zugänglichen Stoffes, der dabei aber eine verhältnismäßig leichte Bauart gestattete, direkt geboten.

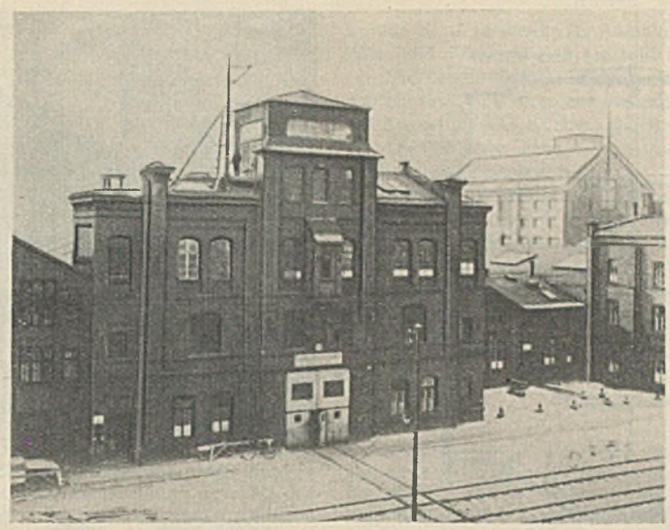


Abb. 1. Werkstattgebäude vor dem Umbau.

Glücklicherweise liegt das Gebäude so günstig zum Hafenufer (Abb. 2), daß die Mitte des Turmaufbaues von dem großen Schwimmkran noch in ausreichender Höhenlage bestrichen werden kann. Danach ist der Montageverlauf nach dem Zusammenbau auf der Kalfläche aus den Abb. 3 u. 4 ohne weiteres ersichtlich. Die Zeit des Konstruktionsaufbaues konnte durch die Hilfe des „langen Heinrichs" von mindestens vier Wochen auf zehn Tage von der Anlieferung ab verkürzt werden, wobei die eigentliche Hochmontage des rd. 14 t wiegenden Stahlbauwerks in wenig mehr als einer Stunde vollständig durchgeführt war.

Abb. 5 zeigt den mit hartbraunen Klinkern in Traßzementmörtel ausgemauerten, außen mit Sikanolanstrich gegen durchschlagende Feuchtigkeit geschützten, innen gegen Kälte und Schwitzwasserbildung mit Masonite-Isolierplatten bekleideten, fertiggestellten Turmaufbau. In den Außenwänden des obersten (Justier-) Raumes sind zur besseren Ausnutzbarkeit die bekannten Stumpfschen hölzernen Patentschiebefenster eingefügt worden. In den darunterliegenden drei Turmgeschossen sind Zweige der

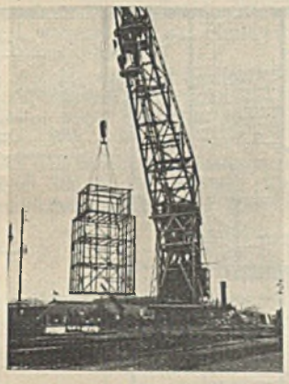


Abb. 3. Transport des gesamten Stahlturmes nach Zusammenbau auf der Kalfläche.

Abb. 4.
Eine Stunde reichte für die eigentliche Hochmontage aus.

Abb. 5.
Turmaufbau nach Fertigstellung.

Die Bauzeit fiel wegen der verspäteten Bewilligung der Baumittel in die an der Nordseeküste besonders nassen und rauhen Wintermonate. Deshalb mußte versucht werden, die für die Offenhaltung des Dachgeschosses in dem mit Feinmechanikerwerkstätten und -lagern vollbesetzten Gebäude erforderliche Zeit auf ein Mindestmaß zu beschränken.

optischen Werkstatt untergebracht. Treppen und eine Schachtöffnung ermöglichen den Werkstattverkehr zu den einzelnen Geschossen. Die Stahlbauteile nebst den Ersatzstützen in den unteren Geschossen des Hauptgebäudes sind durch die Stahlbaufirma Schellhaß & Druckenmüller G. m. b. H., Bremen geliefert worden.

Alle Rechte vorbehalten.

Ein neuer Stahlskelett-Wohnblock in Berlin-Schmargendorf.

In der Ruhlaer Straße in Berlin-Schmargendorf wurde vor kurzem ein neuer Stahlskelettwohnblock mit 142 m Straßenfront und 64 Wohnungen fertiggestellt (Abb. 1).

Die Häuser sind im allgemeinen dreigeschossig. Jedoch wurde das erste Haus, welches sich an bereits vorhandene Bebauung anschließt, fünfgeschossig ausgeführt (Abb. 2).

Über dem dreigeschossigen Teil befindet sich ein durchlaufender Dachgarten, der etwa die halbe Haustiefe einnimmt. Der rückwärtige Teil wurde höher geführt und zu Ateliers ausgebaut (Abb. 3).

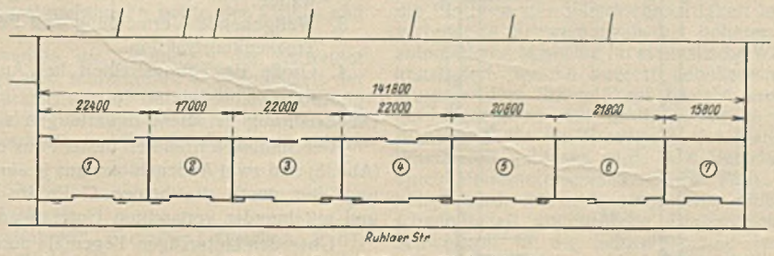


Abb. 1. Grundriß des Wohnblocks.

Die Wohnungen haben Warmwasserversorgung, Zentralheizung, eingebaute Eschebach-Möbel für Küchen und Schlafzimmer, Fliesenverkleidung im Bad und in der Küche, eingebaute Wannen usw. Vorhanden sind ferner Fahrstühle und eine moderne Autogarage für 50 Wagen unter dem Hof (Abb. 3). Diese ist mit der Straße durch Rampen verbunden, die durch das Vordergebäude führen.

Der Grundriß berücksichtigt den Einbau der bauseitig gelieferten Eschebach-Schränke durch besondere Ausnischungen.

Der Außenputz ist in warmem gelben Ton gehalten. Sockel und Türumrahmungen sind grau, letztere steinmetzmäßig bearbeitet. Rinnen und Abfallrohre sind in leuchtendem Signalrot gestrichen.

Bemerkenswert sind die sogenannten Garçon-Wohnungen, bestehend aus Empfangsraum (Diele), Wohnzimmer mit Schlafnische und Bad mit Vorraum (Abb. 4), die hauptsächlich im fünfgeschossigen Teil liegen. Entgegen der Wohnungsanordnung bei Hauszinssteuerbauten

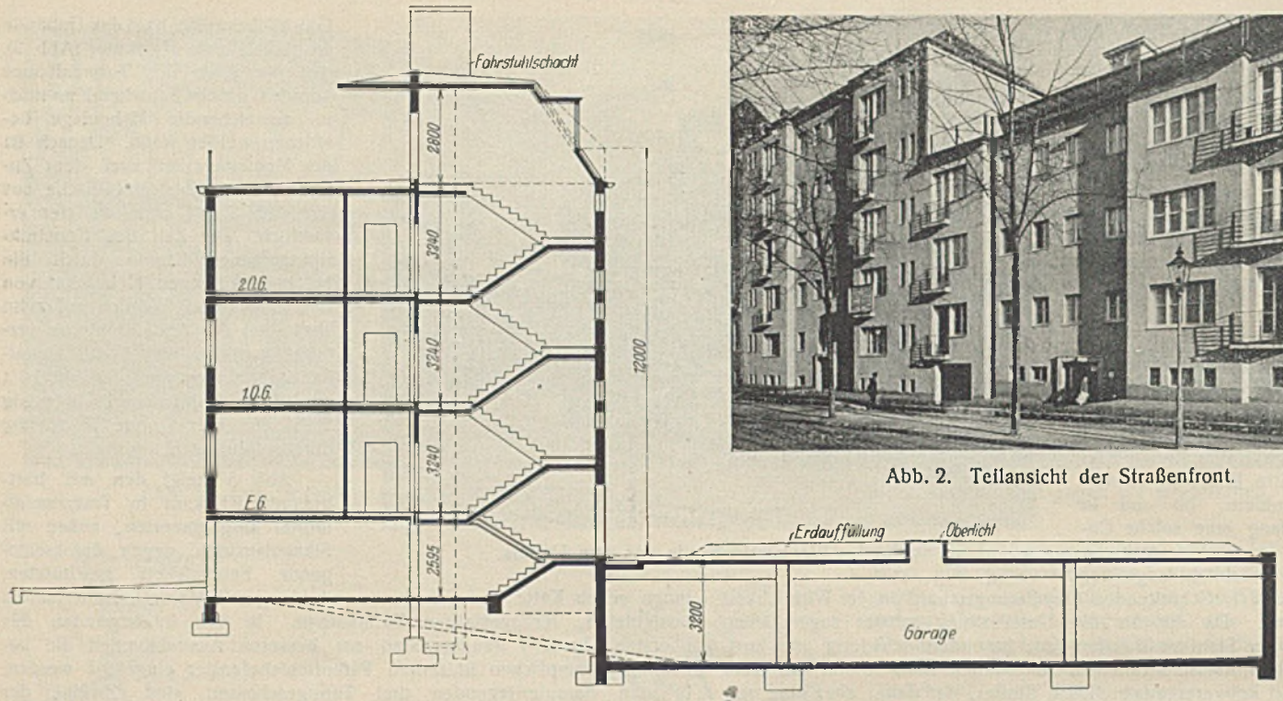


Abb. 2. Teilansicht der Straßenfront.

Abb. 3. Querschnitt der Wohnhäuser.

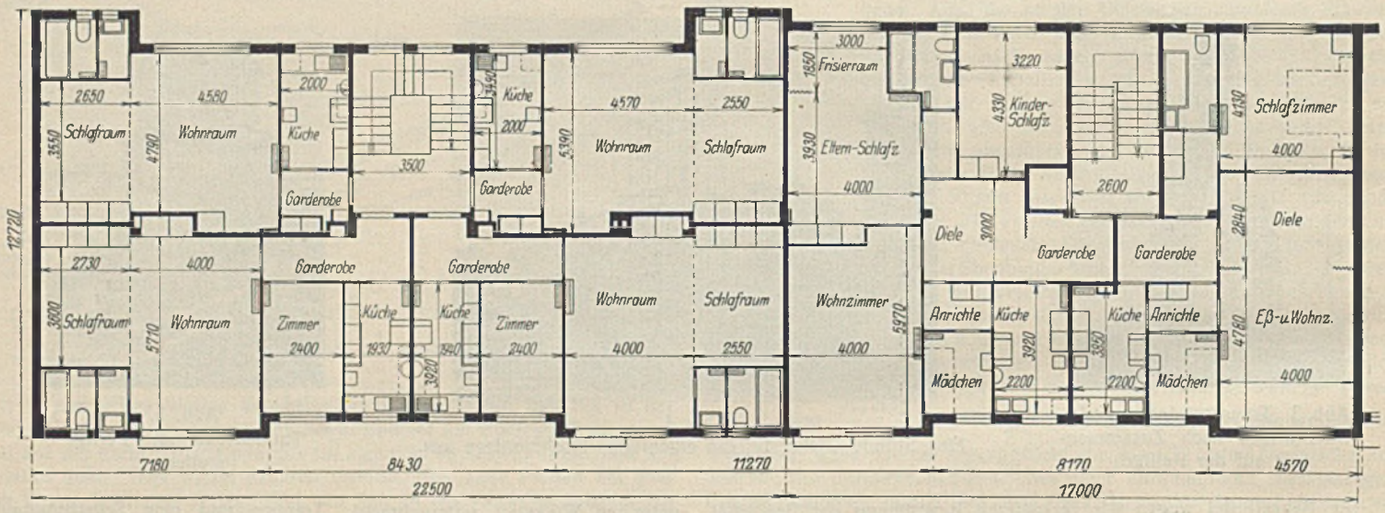


Abb. 4. Wohnungsaufteilungen.

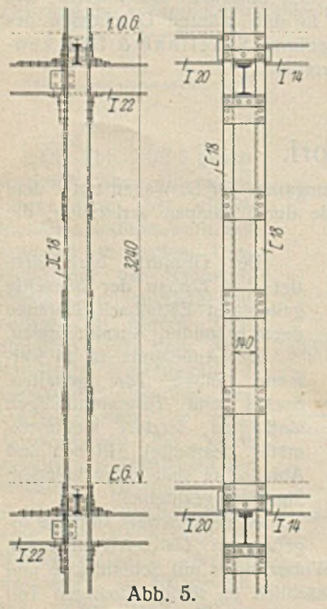


Abb. 5. Mittelstütze.

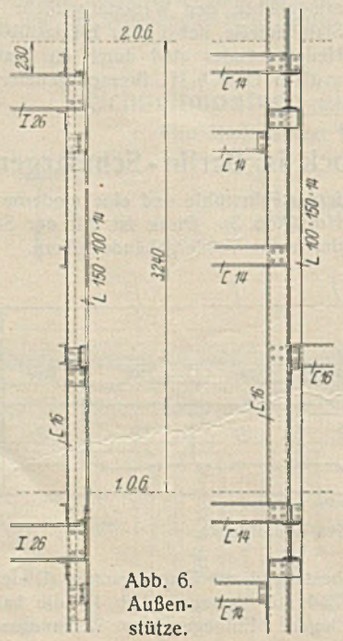


Abb. 6. Außenstütze.

befinden sich hier vier Wohnungen an einem Treppenhaus. Diese Anordnung fand hier in Berlin zum ersten Male Anwendung und hat bisher keine hygienischen Mängel gezeigt. Die Wohnungen liegen zur Hälfte nach Westen (an der Straßenfront) und zur Hälfte nach Osten (an der Gartenseite).

Die Ausführung erfolgte in moderner Stahlskelettbauweise, von der man sich folgende wesentlichen Vorteile versprach:

1. Abkürzung der Bauzeit.
2. Vergrößerung der Wohnfläche durch dünnere Außen- und Innenwände.
3. Weitgehende Vermeidung von Feuchtigkeit durch Anwendung von Trockenkonstruktion.
4. Große Bewegungsfreiheit bei Änderungswünschen noch während der Ausführung usw.

Die Erfahrung hat diese Erwartungen vollauf bestätigt.

Der Stahlskelettrahmen besteht aus einer Mittelstütze aus ⊐ ⊏-Profilen (Abb. 5) und zwei Außenstützen aus je einem ⊏- und einem ⊥-Profil (Abb. 6) und den durch die beiden ⊏-Profile der Mittelstütze durchlaufenden und miteinander verlaschten Unterzügen mit teilweiser Einspannung.

Über den Unterzügen liegen als durchlaufende Träger die eigentlichen Deckenträger. Durch Verwendung von einem ⊏- und einem ⊥-Profil bei den Außenwandstützen war es möglich, diese in der nur 25 cm starken Wandausfachung vollkommen verschwinden zu lassen. Schräge Windverstrebungen wurden nicht ausgeführt. Die eingespannten Massivdecken ergeben die notwendige Versteifung.

Die vorspringenden Austritte ruhen auf Kragträgern. Insgesamt wurden 385 t Stahl verwendet, deren Lieferung und Montage der Firma Krupp-Druckenmüller G. m. b. H., Berlin-Tempelhof, übertragen war.

Die Fundierung ist normal.

Die Vor- und Rücksprünge der Fassade (Abb. 2) ergeben sich aus der äußersten Ausnutzung der zulässigen 12 m-Randbebauung. Diese Rücksprünge bilden für den Stahlskelettbau keine Schwierigkeiten.

Zur Ausfachung der 25 cm starken Außenwände wurde Schlackenbeton aus hochwertiger entschwefelter Hochofenschlacke verwendet. Die Wohnungstrenn- und Treppenhauswände bestehen aus 12 cm starken Schlackensteinen, alle übrigen Innenwände aus Koksschlacke in der üblichen Art.

Für die Decken wurden gestelzte Zementdielen verwendet, die zwischen stählernen Trägern unter Einbau von Holzstegen verlegt worden waren. Letztere dienen zur Aufnahme der Rohrleistenputzdecken. Zwischen Putz- und Zementdielen entsteht dadurch isolierender Luftraum.

Die Zementdielen erhielten einen 3 bis 4 cm starken schallisolierenden Estrich aus Bimsbeton zur Aufnahme von Linoleum für sämtliche Räume, mit Ausnahme der Küchen und Badezimmer, die Terrazzofußboden haben.

Die Balkone haben Asphaltbelag, der Dachgarten solchen aus vergossenen Asphaltplatten.

Das Straßengefälle ist durch verschiedene Höhenlage des Erdgeschoßfußbodens zwischen den Brandmauern ausgeglichen worden.

Die statische Berechnung wurde von dem Ingenieurbüro Berger & Samuely aufgestellt, während die Ausführung der Firma Richter & Schädel übertragen wurde.

Entwurf und Oberbauleitung lagen in Händen von E. Glas, Architekt B. D. A., Berlin. Dr. Bauer, Essen.

Verschiedenes.

Die Kosten der elektrischen Lichtbogenschweißung. Die ständig wachsende Zahl der in dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlungen über die Anwendung der elektrischen Lichtbogenschweißung beweist, daß dieses Arbeitsverfahren namentlich infolge der vielfach hierbei erzielbaren Ersparnisse im Stahlbau mehr und mehr Eingang findet. Des öfteren werden jedoch über die mit der Elektroschweißung erzielbaren Ersparnisse Angaben gemacht, welche genauerer Nachprüfung nicht standhalten.

Im Zusammenhang mit Angaben über die Verminderung der allgemeinen Bearbeitungskosten, welche in diesem Umfang ebenfalls von Betriebsfachleuten ernstlich in Zweifel gezogen werden, führt Dr.-Ing. ehr. Schmuckler[1]) Ermittlungen von Dr. Strelow, Hamburg, an, wonach die Kosten einer Kehlnaht von 15 mm Nahtdicke ohne Tilgung des Anlagekapitals nur 1 RM/m betragen sollen. Auf Rückfrage teilt hierzu Schmuckler mit, daß sich seine Angaben auf eine leichte Kehlnaht beziehen. Außerdem ist dieser Preis von Schmuckler irrtümlich für 15 mm Nahtdicke angegeben, während sich die Strelowschen Ermittlungen auf entsprechende Plattendicken beziehen.

In der Tat ermittelt Strelow[2]) für eine volle Kehlnaht von 15 mm Seitenlänge (nicht Höhe oder Dicke) ohne Überhöhung einen Preis von rd. 3 RM/m wobei die Lohn- und Stromkosten etwas zu niedrig eingesetzt sind.

Nach den nahezu übereinstimmenden und nachgeprüften Angaben verschiedener Stahlbaufirmen, eines elektrotechnischen Werkes, verschiedener Veröffentlichungen[3]) und der Werbeschrift einer Schweißfirma[4]) wird bei

1,2 RM/h Lohnkosten,
0,4 RM/kg Drahtkosten und
0,1 RM/kWh Stromkosten

die Herstellung einer Kehlnaht von 15 mm Seitenlänge im Werk folgende, unmittelbar entstehenden Kosten verursachen:

1. Lohnkosten	. . . . .	1,2 RM/m
2. Drahtkosten	. . . . .	0,4 RM/m
3. Stromkosten	. . . . .	0,5 RM/m
	zusammen:	2,1 RM/m Schweißnaht.

Diese Kosten erhöhen sich noch um einen Amortisationszuschlag von 0,5 RM/m (bei einem mittleren Anschaffungspreis von 1900 RM für ein Schweißaggregat), ferner um den Unkosten-, Risiko- und Gewinnzuschlag von 1,60 RM/m, welcher einem bescheidenen, auf die Lohnkosten bezogenen Gesamtsatz von 133% entspricht.

Bei Schweißungen im Werk betragen mithin die gesamten Kosten für 1 m Kehlschweißnaht von 15 mm Seitenlänge 4,20 RM.

In einer neueren Veröffentlichung[5]) rechnet auch Schmuckler bei Kostenvergleichen mit wesentlich höheren Kosten. Nimmt man bei diesen neueren Schmucklerschen Angaben einen Preis von 175 RM/t für Laschenteile an, so ermitteln sich die Kosten dünnerer Flankenschweißnähte zu 3,4 RM/m bzw. 4,7 RM/m.

Auch der eingangs angeführte, von Strelow ermittelte Preis von etwa 3 RM/m ist hiermit vergleichbar, denn an Unkosten hat Strelow hierbei nur die Verzinsung, Abschreibung und Steuern für die Schweiß- und Bearbeitungsanlage berücksichtigt, während der Unkostenzuschlag für die übrigen Werksanlagen und Werkseinrichtungen sowie der Risiko- und Gewinnzuschlag fehlen.

Bei Baustellenschweißungen werden die Leistungen der Schweißer infolge der örtlich zerstreuten Lage und schlechteren Zugänglichkeit der Schweißstellen, ferner durch die Rücksichtnahme auf schlechte Witterung und schließlich infolge unvermeidlicher Überkopfschweißungen wesentlich geringer. Gerüstbau, stärkerer Verschleiß der Einrichtungen und höhere Stromkosten infolge längerer Kabelleitungen erhöhen die Kosten für Baustellenschweißungen weiterhin, so daß u. U. mit dem doppelten Betrag der Kosten für Werkstattschweißungen gerechnet werden muß. Noch ungünstiger sind selbstverständlich die Verhältnisse für Verstärkungsarbeiten.

Zweifellos wird trotz dieser Richtigstellung die Anwendung der Elektroschweißung in vielen Fällen zu einer Verbilligung der Stahlbauten führen. Viele Bauherren dürften heute infolge der häufigen Hinweise in der Fachpresse von dieser Verbilligung überzeugt sein. Die Erwartungen müssen aber in vernünftigen und erreichbaren Grenzen bleiben, denn wie vorstehend nachgewiesen, können „ergänzungsbedürftige Feststellungen" sehr weit über das Ziel hinausschießen. Die Konstruktionswerke haben bei der Anwendung der Elektroschweißung eine besonders sorgfältige und gewissenhafte Arbeit zu gewährleisten, und sie dürfen in der Beobachtung der erforderlichen Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit nicht durch übertriebene und ungesunde Erwartungen in bezug auf Verbilligung beengt werden. Prof. Rein, Breslau.

[1]) Z. d. VdI 1930, S. 1573 bis 1579.

[2]) Maschinenbau 1927, Heft 11 bis 13.

[3]) „Die elektrischen Schweißverfahren", Sammlung Göschen, S. 61. Berlin und Leipzig. Walter de Gruyter & Co.

Sandelowsky; „Das Arcatomschweißverfahren", Elektroschweißung 1930, S. 215 bis 222.

[4]) Mitteilungen der Kjellberg Elektroden- und Maschinenbau G. m. b. H., Heft 4, Februar 1930.

[5]) Stahlbau 1931, S. 139 u. 140.

Schweißen der Stahlkonstruktion von Gebäuden[1]). Im vergangenen Jahre wurden nach L. D. Meeker in den Vereinigten Staaten weitere vier große Bürogebäude und zahlreiche kleinere Bauwerke ganz oder teilweise mit dem Flammbogen geschweißt. Bei dem 13 Geschosse umfassenden, annähernd 150 Fuß (= 45,7 m) hohen Gebäude der Southern California Edison Co. in Los Angeles wurden rd. 3500 t Stahl verbraucht, wobei nahezu 50 000 Fuß (= 15 240 m) Schweißverbindungen erforderlich waren. Die vertikale Belastung wird von Nieten getragen, während die Versteifungen gegen Wind und Erdbeben geschweißt wurden. Bei dem bei einer Bodenfläche von 110 × 58 Fuß (= 33,5 × 17,7 m) 14 Stockwerke umfassenden Gebäude der Edison Electric Illuminating Co. in Boston, bei dem in Anbetracht der geringen Breite die Versteifung gegen den Wind verschiedene interessante Fragen zu lösen gab, wurden von 1335 t Stahl 1070 durch Flammbogenschweißung zusammengefügt, wobei insgesamt 1205½ Arbeitsstunden erforderlich waren. Das größte wie auch das erste durchweg geschweißte Gebäude stellt das 19 Geschosse umfassende Gebäude der Dallas Power and Light Co. in Dallas dar, das sich bei einer Grundfläche von 100 × 110 Fuß (= 30,5 × 33,5 m) 246 Fuß (= 75 m) über die Fundamente erhebt. Die nur zwei Monate in Anspruch nehmenden Schweißarbeiten wurden unter Verwendung von vier Maschinen von nur fünf Schweißern ausgeführt.

Die 1929 herausgebrachte automatische Flammbogen-Schweißmaschine wurde bei einem 160 × 40 Fuß (48,8 × 12,2 m) messenden Garagenboden sowie auch für den Beschickungsboden eines neuen Siemens-Martin-Ofens benutzt. Dazu kam eine verbesserte transportable halbautomatische Flammbogenschweißanlage, welche auf einem mit Rädern versehenen Rahmen montiert ist und im wesentlichen aus einer durch einen Motor angetriebenen Drahtvorschubvorrichtung und dem Schweißwerkzeug nebst den nötigen Regulierapparaten besteht. Der Elektrodendraht wird hier von einem Haspel aus dem Schweißer zugeführt, so daß die beim Handschweißen erforderliche Erneuerung der Elektroden in Fortfall kommt. Diese halbautomatische Anlage eignet sich besonders für Fälle, wo umfangreiche Schweißarbeiten nötig sind und rein automatisches Schweißen untunlich ist. Weiterhin wurde eine die Einflüsse der Verschiedenartigkeit menschlicher Arbeit ausschaltende, verbesserte Schweißungen bei höherer Arbeitsgeschwindigkeit liefernde automatische Maschine für atomistische Wasserstoff-Flammbogenschweißung konstruiert, welche äußerst dehnbare und dichte Schweißverbindungen erzeugt. Der Schweißkopf besteht aus zwei durch einen Motor vorgetriebenen, an den erhitzten Partien in ein Wasserstoffbad gehüllten Elektroden für die Erzeugung des Flammbogens, durch welch letzteren Wasserstoff geblasen wird. Die Verschiebung des Flammbogens erfolgt durch Mikrometerschrauben. Für Fälle, in denen auch Zusatzmetall benötigt wird, ist noch eine durch einen Motor mit veränderlicher Geschwindigkeit angetriebene Drahtvorschubvorrichtung nebst einer das Schweißgut in die Schweißflamme lenkenden Düse vorhanden. Gesteigerte Nachfrage nach billigerem Wasserstoffgas hat gleichzeitig zur Ausarbeitung von zwei neuen Gasgewinnungsverfahren geführt. In dem einen Falle handelt es sich um eine Zersetzung von wasserfreiem Ammoniak

[1]) „Sheet Metal Industries", London, Bd. 5, Heft 1 vom Mai 1931, S. 49 bis 50.

in Wasserstoff und Stickstoff mittels eines als „Ammoniakdissoziator" bezeichneten Apparats, bei dem Ammoniakgas auf elektrischem Wege auf die richtige, automatisch geregelte Temperatur erhitzt und dann über einen Kontaktstoff geleitet wird. Das so erhaltene Gas kostet nur etwa halb so viel wie in Flaschen bezogener Wasserstoff. Das zweite Verfahren besteht in der Darstellung von „Elektrolene", d. h. gekracktem Stadtgas. Die hierfür erforderlichen Einrichtungen sind kostspieliger und auch nicht in kleinen Einheiten für nur ein bis zwei Handschweißbrenner erhältlich. Bei zwei oder drei atomistischen Apparaten oder sechs und mehr Handbrennern machen sich jedoch die höheren Anlagekosten durchaus bezahlt, da das Gas etwa den vierten Teil von in Flaschen bezogenem Wasserstoff kostet. Dabei kann nahezu jedes Stadtgas entsprechend gekrackt werden.

Manschke.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Zur Lagerung der Druckplatten von Knickmaschinen. In der auf Seite 184 ff. dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlung dieses Titels stellt der Verfasser, Professor Dr. Petermann, Berlin, im Hinblick auf die außerordentliche Empfindlichkeit gedrungener Stäbe gegen geringe Abweichungen des Lastangriffes von der Stabachse unter anderem die Forderung auf, daß Prüfmaschinen für Knickversuche stehend angeordnet werden müßten.

Bei der Nachprüfung des Verhaltens schwerer Brückenstäbe in natürlicher Größe kommen aber Abmessungen in Frage, welche schon zu früheren, wirtschaftlich besseren Zeiten die Anlage stehender Prüfmaschinen mit Rücksicht auf die Kosten usw. verboten, und welche die Anlage solcher stehenden Prüfeinrichtungen heute geradezu unmöglich machen. Dies leuchtet ohne weiteres ein, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die große, im Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, aufgestellte Prüfmaschine des Deutschen Stahlbau-Verbandes, auf welcher bereits eine Reihe größerer Brückenstäbe[1]) geprüft worden ist, eine Gesamtlänge von rund 28 m beansprucht für Längen der Prüfstäbe bis 15,1 m und Druckkräfte bis 3000 t (Abbildung).

Außerdem ist darauf zu verweisen, daß die von Zimmermann aufgestellte Erweiterung der Euler-Theorie den Nachweis dafür erbringt, daß auch ein Stab mit Fehlerhebel bei genauer Einrichtungsarbeit die theoretische Knicklast zu erreichen vermag. In der Tat dürfte dies bei Versuchen mit schweren Brückenstäben auch bereits gelungen sein, insbesondere bei dem Stab Nr. 11[2]), welcher ja bei einem Schlankheitsgrad von $\lambda = 30{,}6$ eine Knicklast von 2187 t, d. h. eine Knickspannung von 2580 kg/cm² (gegenüber einer mittleren Streckgrenze des Materials von 2700 kg/cm²) erreichte.

Der Petermannschen Forderung steht sodann der von Fachleuten verschiedentlich schon erhobene Einwand entgegen, daß man schwere Brückenstäbe so prüfen solle, wie sie im Bauwerk eingebaut sind, also vielfach unter voller oder teilweiser Wirkung der Eigengewichte.

Für die liegende Anordnung schwerer Prüfmaschinen spricht ferner die Möglichkeit, den Einfluß des Eigengewichtes durch geschickte Anordnung von Gegengewichten u. dgl. teilweise oder nahezu ganz auszugleichen. Wenn von dieser Möglichkeit bei den älteren Versuchen mit schweren Brückenstäben nicht immer Gebrauch gemacht worden ist, so liegt dies daran, daß man auch ohne den Eigengewichtsausgleich befriedigende Ergebnisse zu erzielen vermochte.

Deutscher Stahlbau-Verband, Berlin.

[1]) Berichte des Ausschusses für Versuche im Eisenbau A 2: Versuche zur Prüfung und Abnahme der 3000 t-Maschine. — Bohny: Über die Bemessung von Druckstäben, Bauing. 1922, S. 135. — Voß: Prüfung von Druckstäben für Brücken des Kaiser-Wilhelm-Kanals, Bauing. 1922, S. 8.

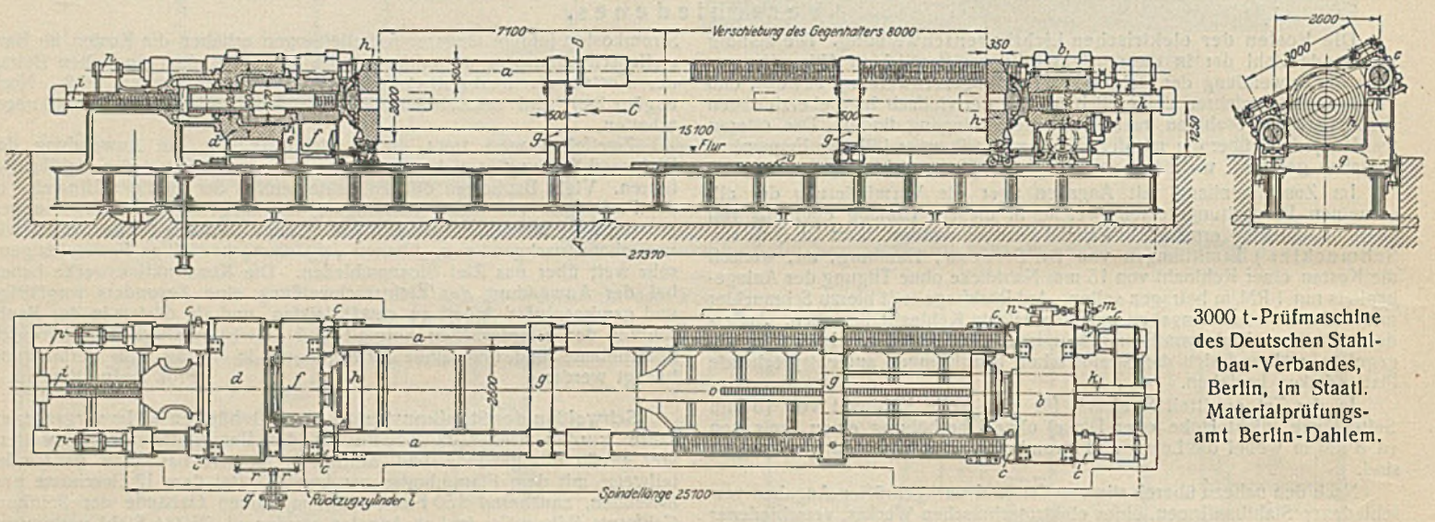
[2]) Bohny: Über die Bemessung von Druckstäben, Bauing. 1922, S. 140.

Erwiderung.

Die Ausführungen des Deutschen Stahlbau-Verbandes sind durchaus berechtigt, soweit es sich um Abmessungen handelt, wie sie die große Maschine des Verbandes in Dahlem hat. Hier fallen die Vorzüge der liegenden Anordnung besonders ins Gewicht. Auch ist zuzugeben, daß der Einfluß des Eigengewichtes ausgeschaltet werden kann, was aber mit einer Erschwerung der Versuchsarbeiten und mit Kosten verbunden ist. Die befriedigenden Ergebnisse, die auch ohne Gewichtsausgleich erreicht worden sind, dürften zum Teil durch die Lagerung der Druckplatten zu erklären sein, die eine teilweise Einspannung und damit eine Erhöhung der Knicklast zur Folge hat.

Für Maschinen kleinerer Abmessungen indessen — für Versuchsanstalten dürfte im allgemeinen eine Knicklänge von 10 m als Höchstmaß und als vollkommen ausreichend anzusehen sein — ist die Forderung der stehenden Anordnung nach wie vor berechtigt, was auch die Ausführungen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg beweisen und ebenso die der Firma Mohr & Federhaff, die stehende Maschinen bis 8 m Knicklänge gebaut hat.

Petermann.



3000 t-Prüfmaschine des Deutschen Stahlbau-Verbandes, Berlin, im Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.

Berichtigung. In meinem Aufsatz „Der Stahlbehälterbau"[1]) wurde auf S. 74 irrtümlich angegeben, daß die Grundformel 17)

$$\pm\frac{S}{r}+\frac{T}{n}=p$$

von Milankovic aufgestellt und von Forchheimer eingeführt worden ist. Dies trifft nicht zu. Als Autor dieser Formel zur Berechnung von Behältern muß Forchheimer angesprochen werden, der sie bereits 1894 in der „Zeitschrift für Bauwesen", Jahrg. 44, S. 403, mitgeteilt hat. Erst später, 1908, hat M. Milankovic in den Arbeiten der südslawischen Akademie der Wissenschaften, Agram, Bd. 175, S. 150, darauf aufmerksam gemacht, daß für $S = T =$ konstant die genannte Gleichung in die der Oberfläche hängender Tropfen übergeht. — Prof. Müllenhoff, Aachen, hat darauf hingewiesen, daß für die Berechnung vollwandiger Kuppeln, bei denen lediglich das Eigengewicht p wirkt, Schwedler bereits 1866 in seinem Aufsatz „Die Konstruktion der Kuppeldächer"[2]) in der „Zeitschrift für Bauwesen" S. 7 usf., die im wesentlichen gleiche Formel 4):

$$p\cos\alpha+\frac{A}{\varrho}+\frac{B}{n}=0$$

abgeleitet hat, worin A und B als Meridian- und Tangentialspannungen die Bedeutung von S und T haben.

Die Formel gilt also für vollwandige Kuppeln und sinngemäß auch für hängende Böden, soweit sie durch ihr Eigengewicht beansprucht werden.

Tritt an die Stelle von $p\cos\alpha$ als senkrecht zur Wandung gerichtete Teilkraft des Eigengewichtes der in diesem Sinne wirkende Flüssigkeitsdruck p, so entsteht die von Forchheimer zur Berechnung von Behältern allgemein aufgestellte Formel.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die Schwedlersche Ableitung vielen Fachkreisen unbekannt geblieben sein dürfte.

E. Kottenmeier.

[1]) Der Stahlbau 1930, Heft 2, 5 u. 7; ferner Sonderdruck S. 39. Berlin 1930. Wilhelm Ernst & Sohn.

[2]) Vgl. auch Hertwig, Johann Wilhelm Schwedler. Sein Leben und sein Werk mit Wiedergabe der wichtigsten theoretischen Abhandlungen und der hauptsächlichsten Konstruktionen. Berlin 1930, Wilh. Ernst & Sohn.

INHALT: Elektrische Schweißungen mit einer neuen Schmelzmantel-Elektrode. — Gottliebstaler Brücke im Zuge der Staatsstraße Lobenstein — Hirschberg. — Erweiterungsbau der Firma Schaefer & Cie in Mülhausen (Elsaß). — Schnellmontage eines Stahlfachwerks. — Ein neuer Stahlskelett-Wohnblock in Berlin-Schmargendorf. — Verschiedenes: Die Kosten der elektrischen Lichtbogenschweißung. — Schweißen der Stahlkonstruktion von Gebäuden. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Berichtigung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.