

# DER STAHLBAU

Schriftleitung:

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

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

Beilage  
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-  
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 RM und Postgeld

8. Jahrgang

BERLIN, 27. September 1935

Heft 20

Alle Rechte vorbehalten.

## Neue Vorschriften für geschweißte, vollwandige Eisenbahnbrücken.

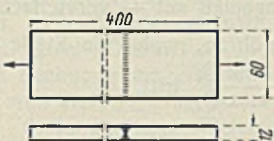

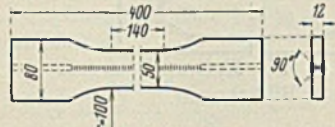
Von Dr.-Ing. Kommerell, Direktor bei der Reichsbahn im Reichsbahn-Zentralamt für Bau- und Betriebstechnik in Berlin.

Wie bereits in Bautechn. 1935, S. 427 u. f., angekündigt, wurden die neuen Vorschriften in Friedrichshafen a. B. am 6. und 7. August von einem 25 köpfigen Ausschuß wieder unter dem Vorsitz von Reichsbahndirektor Geh. Baurat Dr.-Ing. chr. Schaper abschließend beraten. Im folgenden sollen nun die wichtigsten Beschlüsse kurz mitgeteilt werden:

1. Die Vorschriften für geschweißte stählerne Eisenbahnbrücken sollen nicht als Normenblatt, sondern als Reichsbahnvorschriften herauskommen. Die Aufstellung eines Normenblattes allgemein für Brücken, das dann auch die Straßenbrücken umfassen würde, soll der weiteren Entwicklung überlassen bleiben.

2. Es dürfen nur geprüfte und den Schweißdrahtlieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn und den folgenden zusätzlichen Anforderungen entsprechende Schweißdrähte verwendet werden:

Mit den Schweißdrähten müssen sich Stumpfnähtverbindungen herstellen lassen, die, in den Pulsatormaschinen geprüft, bei  $2 \cdot 10^8$  Lastwechseln folgende Ursprungsfestigkeiten auf Zug  $\sigma_U$  ergeben (abgeleitet nach der Wöhlerlinie).

1	2	3
Bezeichnung	St 37	St 52
	kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_U = 14$	kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_U = 15$
unbearbeitet		
	kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_U = 17$	kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_U = 18$
bearbeitet		
	kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_U = 17$	kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_U = 18$
unbearbeitet		

Die Versuche sind mit einer unteren Spannung  $\sigma_n = 1 \text{ kg/mm}^2$  durchzuführen. Die obere Spannung  $\sigma_o$  muß dann um  $1 \text{ kg/mm}^2$  höher sein als die Ursprungsfestigkeiten  $\sigma_U$  der obigen Tabelle. Die Pulsatorversuche sollen im allgemeinen mit bis zu  $2 \cdot 10^8$  Lastwechseln durchgeführt werden. Schweißdrähte werden nicht beanstandet, wenn die verlangten  $\sigma_U$ -Werte sich bei nur  $1,8 \cdot 10^6$  Lastwechseln ergeben.

Im allgemeinen sollen die Pulsatorversuche nur bei der Abnahme der Schweißdrähte vorgenommen werden. Doch soll die Bauleitung die Möglichkeit haben, bei wichtigen Bauwerken sich von der Güte der angelieferten Schweißdrähte und den zu erwartenden Gütewerten der fertigen Bauteile durch Pulsatorversuche ein Bild zu machen. (Die Herstellung der hierzu erforderlichen Proben wird nicht besonders vergütet. Dagegen übernimmt die Reichsbahn die Kosten der Pulsatorversuche selbst.) Es genügt eben oft nicht, nur zu wissen, daß mit einer bestimmten Schweißdrahtmarke die verlangten Ursprungsfestigkeiten erreicht werden können, vielmehr muß es bei besonders wichtigen Nähten möglich sein, auch Dauerfestigkeitsversuche mit den für die Brücke angelieferten Werkstoffen ausführen zu lassen.

Die Dauerfestigkeitsversuche in Pulsatormaschinen wurden bei Brücken als zusätzliche Forderung vorgeschrieben, damit die hohen Ursprungsfestigkeiten erreicht werden, welche die Grundlage für die hohen zulässigen Spannungen bilden. Es wird notwendig sein, daß insbesondere bei St 52 jedes Werk die jeweils geeignetste Schweißdrahtmarke entwickelt, dies

kann nur im engsten Zusammenarbeiten der Stahlwerke mit den Schweißdrahtlieferwerken unter Beteiligung der Stahlbauanstalten geschehen. Da die Reichsbahn beim Bau von Brücken nur mit den Stahlbauanstalten in einem bestimmten Vertragsverhältnis steht, so kann sie keinen unmittelbaren Einfluß auf die Schweißdrahtlieferwerke ausüben, muß es vielmehr den Stahlbauanstalten überlassen, hierin das Nötige zu veranlassen.

Es war vorgeschlagen worden, auch eine Bruchdehnung von 15 % beim statischen Versuch vorzuschreiben; um aber die Entwicklung der Schweißdrähte nicht einzukengen, soll die Bruchdehnung nicht als Abnahmebedingung vorgeschrieben werden, doch soll sie zu Studienzwecken jeweils bei stumpf geschweißten, unbearbeiteten Längsproben festgestellt werden.

3. Die Linien der tatsächlichen (nicht gedachten) zulässigen Spannungen  $\sigma_{D \text{ zul}}$  wurden unter Berücksichtigung neuerer, nach der Goslarer Sitzung vorgenommener Versuche zum Teil etwas geändert und, wie aus den Bildern 1 u. 2 hervorgeht, festgelegt (Spannungshäuschen).

Die wichtigsten Grundlagen der neuen Vorschriften sind die Spannungshäuschen (Bild 1 u. 2). Da die zulässigen Spannungen sich wirtschaftlich am meisten auswirken, so haben naturgemäß im Arbeitsausschuß die Erörterungen hierüber den breitesten Raum eingenommen. Es war unverkennbar, daß einzelne Vertreter des Stahlbaues bestrebt waren, namentlich mit Rücksicht auf den Wettbewerb mit der Eisenbetonbauweise, die zulässigen Spannungen möglichst hoch zu legen. Auf der anderen Seite konnten die hohen zulässigen Spannungen nur angenommen werden, wenn durch die Vorschriften die Gewähr gegeben schien, daß die später bei der Ausführung vorzunehmenden Dauerfestigkeitsversuche in Pulsatormaschinen (Stichproben) in Wirklichkeit die Voraussetzungen erfüllen, die den Spannungshäuschen zugrunde liegen, und wenn zu erwarten ist, daß die Ausführung der geschweißten Brücken eine tadellose sein wird. (Hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der zum Schweißen von Eisenbahnbrücken zuzulassenden Stahlbauanstalten.) Jedenfalls ist die Verantwortung einerseits des Arbeitsausschusses bei der Festsetzung der Spannungshäuschen, andererseits der Stahlbauunternehmen bei der Ausführung geschweißter Brücken groß.

In einzelnen Fällen ist man über die im Kuratoriumsbericht abgeleiteten Dauerfestigkeitswerte noch hinausgegangen, wenn neuere Versuche bei den Materialprüfungsanstalten dies zulässig erscheinen ließen. Durch die Kuratoriumsversuche hat sich gezeigt, daß die Stumpfnähte wegen des günstigeren Kraftflusses den Kehlnähten bedeutend überlegen waren. Die Kuratoriumsversuche bezogen sich nur auf Zugstäbe, bei denen die Stäbe im Dauerversuch in der Regel bei A oder B, also beim Beginn der Kehlnähte (Querschnittsänderung) gerissen sind. ( $\sigma_U = 8 \text{ kg/mm}^2$  bei unbearbeiteten vollen Kehlnähten, Bild 2a.) Da es sich aber bei den Nähten zur Verbindung des Stegbleches mit der Gurtung entweder um durchgehende Kehlnähte oder um Stumpfnähte handelt, so wurden auf meine Veranlassung in Wittenberge und in der Mechanischen Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamts Dauerzugversuche in Pulsatormaschinen mit durchgehenden längsbeanspruchten Kehlnähten und Stumpfnähten gemäß den Bildern 2b u. 2c durchgeführt. Diese Versuche zeigten das erwartete Ergebnis, daß nämlich solche durchgehenden Kehlnähten und Stumpfnähte mindestens ebenso hoch beansprucht werden dürfen wie Stumpfnähte senkrecht zur Krafttrichtung. Tatsächlich wurden Ursprungsfestigkeiten von  $\sigma_U = 18 \text{ kg/mm}^2$  ohne weiteres erreicht. (Zum Vergleich wurden entsprechend Bild 2b statt der durchlaufenden Kehlnähte auch unterbrochene geprüft, wobei die Ursprungsfestigkeit wegen der Kerbwirkung wesentlich abgesunken war.)

Aus den „Spannungshäuschen“ geht hervor, daß die für die Querschnittsbemessung wichtige Linie I bei St 37 für geschweißte und ge-



netete Brücken gleich ist (gleiche  $\gamma$ -Werte). Im schwellenden Bereich sind die  $\sigma_{Dzul}$ -Linien mit Ausnahme der Linie IV bei St 52 überall unter  $45^\circ$  angenommen, d. h. die Schwingweite (= Unterschied der zulässigen Spannung  $\sigma_{Dzul}$  und der unteren Spannung  $\sigma_u$ ) ist hier bis zur

Erreichung der Höchstgrenze überall gleich groß, nämlich so groß, wie  $\sigma_{Uzul}$  angenommen (Ursprung).

Bei den einzelnen Linien ist angegeben, wenn eine besondere Bearbeitung der Nahte erforderlich ist und wie hoch dann die  $\sigma_{Dzul}$ -Werte sein dürfen.

Die Linie IV für die Hauptspannung ist bei St 52 bis auf  $23 \text{ kg/mm}^2$  bei einer unteren Spannung  $\sigma_u = 10,45$  heraufgesetzt worden.

Bei Brücken aus St 52 ist für Brücken mit schwachem Verkehr (bis zu 25 Zügen am Tage auf jedem Gleis) ein neues Schaubild, die Linie VIIa, VIIb hinzugekommen.

Die aus den Bildern 1 u. 2 ersichtlichen  $\sigma_{Dzul}$ -Werte bilden die Grundlage für das Berechnungsverfahren.

4. Wenn es nicht erforderlich wäre, die Schweißnahtverbindungen je nach der Art der Schweißnaht und ihrer Lage unterschiedlich zu behandeln, so könnten die Einflüsse wechselnder oder schwellender Belastung wie bei genieteten Brücken nach dem  $\gamma$ -Verfahren (BE § 36) berücksichtigt werden. Es wäre also

$$(1) \quad \sigma = \gamma \cdot \frac{\max M_1}{W_n}$$

wobei  $\gamma$  derjenige den Einfluß einer wechselnden oder schwellenden Beanspruchung (Dauerbeanspruchung) berücksichtigende Beiwert ist, mit dem der zahlenmäßig größte Grenzwert der Biegemomente usw. aus ständiger Last und Verkehrslast (mit Stoßzahl  $\varphi$ ) vervielfacht werden muß, damit die Bauteile wie solche behandelt werden können, die keine wechselnde oder schwellende Beanspruchung erhalten.

Die unterschiedliche Dauerfestigkeit der verschiedenen Schweißnahtverbindungen wird nun durch einen weiteren Beiwert  $\alpha$  (Formzahl) berücksichtigt, der aus den „Spannungshäuschen“ der Bilder 1 u. 2 abgeleitet ist und aus den Tafeln 2 u. 3 hervorgeht. Es muß sein:

$$(2) \quad \sigma_1 = \frac{\gamma \max M_1}{\alpha W_n} \leq \sigma_{zul} \quad \left( \begin{array}{l} 1400 \text{ bei St 37} \\ 2100 \text{ „ St 52} \end{array} \right)$$

Querkräfte sind sinngemäß mit  $\frac{\gamma}{\alpha}$  vervielfacht in die Rechnung einzuführen, wobei an Stelle von  $\frac{\min M_1}{\max M_1}$  der Wert  $\frac{\min Q_1}{\max Q_1}$  tritt.

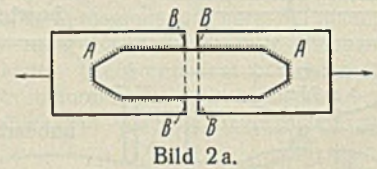


Bild 2a.

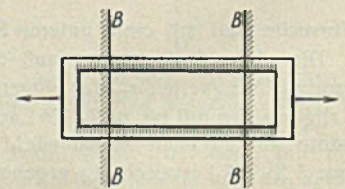


Bild 2b.

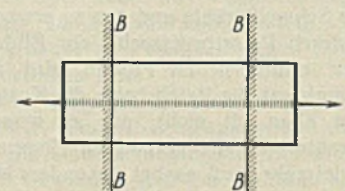


Bild 2c.

Die Methode mit den  $\alpha$ -Werten (Formzahl  $\alpha$ ) hat, wie schon in Bautechn. 1935, S. 433, ausgeführt wurde, den großen Vorteil, daß alles auf denselben Maßstab bezogen wird, nämlich  $\sigma_{zul}$ .

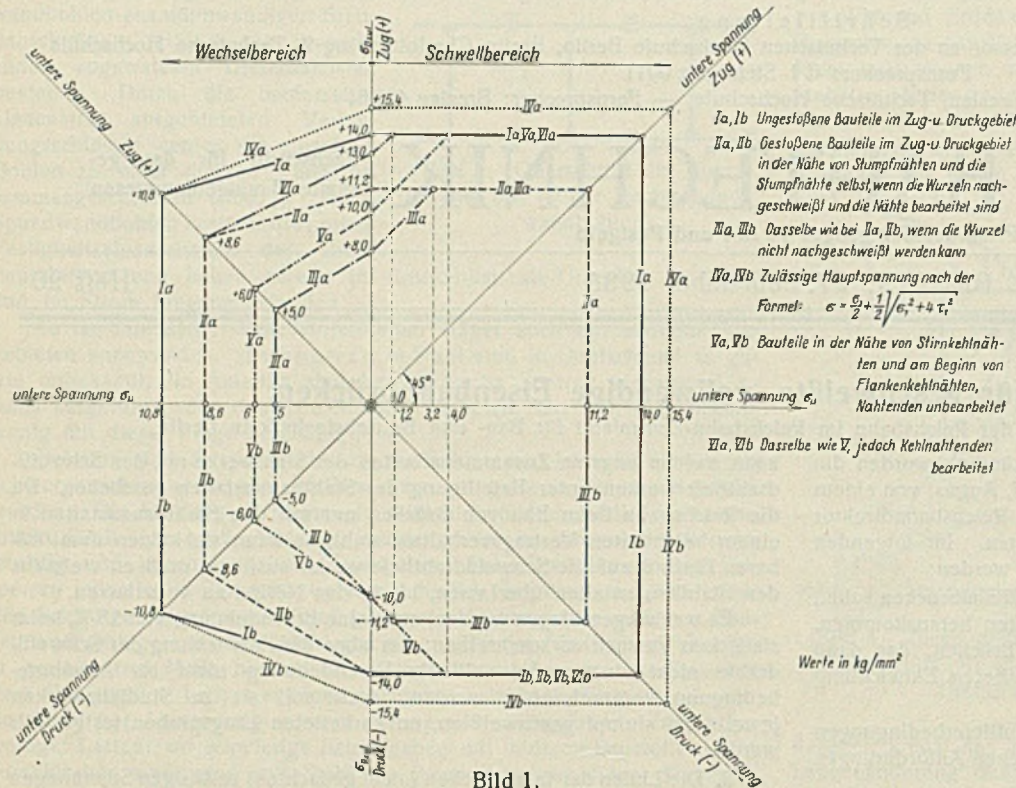


Bild 1.

Schaubild der zulässigen Spannungen  $\sigma_{Dzul}$  bei geschweißten Brücken aus St 37.

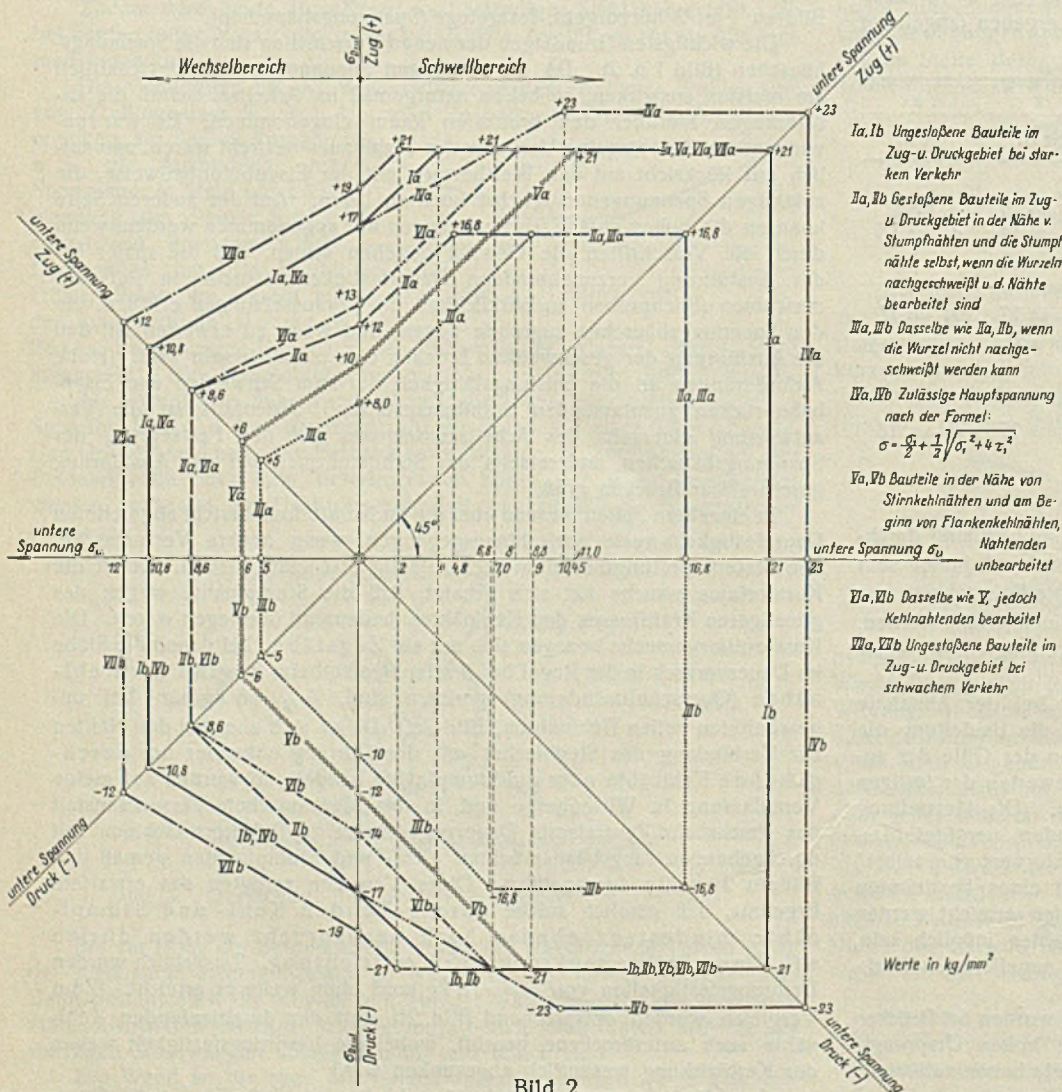


Bild 2.

Bild 2. Schaubild der zulässigen Spannungen  $\sigma_{Dzul}$  bei geschweißten Brücken aus St 52.



5. Die  $\gamma$ -Werte wurden aus den „Spannungshäuschen“ abgeleitet, und zwar für den Fall  $\alpha = 1$ , der z. B. vorliegt, wenn im Druckgurt eine Stumpfnäht bester Ausführung (Güte I) angeordnet wird. Die  $\gamma$ -Werte sind vom Verhältnis  $\frac{\min M_1}{\max M_1}$  und von dem Vorzeichen von  $\min M_1$  und  $\max M_1$  abhängig.

Es ist aus (2) mit  $\alpha = 1$

$$\gamma = \frac{\sigma_{zul}}{\max M_1} = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{Dzul} W_n}$$

z. B. ergibt sich für den Sonderfall  $\min M_1 = -\max M_1$  aus dem Spannungshäuschen Bild 1, Linie Ia, bei geschweißten Brücken aus St 37

$$\sigma_{Wzul} = \pm 10,8 \text{ kg/mm}^2,$$

also  $\gamma_{-1} = \frac{14}{10,8} \approx 1,3$  wie bei genieteten Brücken.

Die neuen  $\gamma$ -Linien sind in den Bildern 3 u. 4 dargestellt.

Die  $\gamma$ -Werte sind für die Querschnittsermittlung maßgebend. Danach stimmt die  $\gamma$ -Linie bei geschweißten, vollwandigen Eisenbahnbrücken aus St 37 vollständig mit derjenigen für genietete Brücken überein. Bei Brücken aus St 52 ist der Verlauf etwas verschieden. Im schwellenden Bereich ist bei den geschweißten Brücken aus St 52 und starkem Verkehr (mehr als 25 Züge im Tag)  $\gamma = 1$ , wenn  $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq +0,19$  ist; bei schwachem Verkehr (bis zu 25 Zügen im Tag) ist bei solchen Brücken  $\gamma = 1$ , wenn  $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq +0,095$  ist.

Die  $\gamma$ -Werte sind entweder mit Hilfe der Formeln in Tafel 1 zu berechnen oder der Tafel 1 zu entnehmen. Diese Tafel tritt an Stelle der Tafel 17 der BE bei genieteten Brücken. Statt  $W_n$  ist  $W$  zu setzen, wenn nicht in einzelnen Fällen, wie z. B. an Stellen, an denen im Zuggurt Montagelöcher oder Nietanschlüsse angeordnet sind, ein Lochabzug berücksichtigt werden muß.

Zwischenwerte von  $\gamma$  sind geradlinig einzuschalten. Es genügt, die  $\gamma$ -Werte mit zwei Dezimalen in die Rechnung einzuführen. ( $\gamma$  muß stets  $\geq 1$  sein.)

6. In ähnlicher Weise wie die  $\gamma$ -Werte wurden die  $\alpha$ -Werte aus den Spannungshäuschen (Bild 1 u. 2) abgeleitet.

Aus der Formel (2) wird

$$\alpha = \frac{\gamma}{\sigma_{zul}} \cdot \frac{\max M_1}{W_n}$$

$$\text{Mit } \sigma_{Dzul} = \frac{\max M_1}{W_n}$$

( $\sigma_{Dzul}$  nach den Spannungshäuschen) wird

(3)

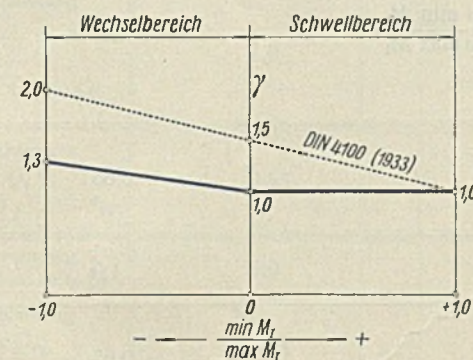


Bild 3.  $\gamma$ -Werte für geschweißte Brücken aus St 37.

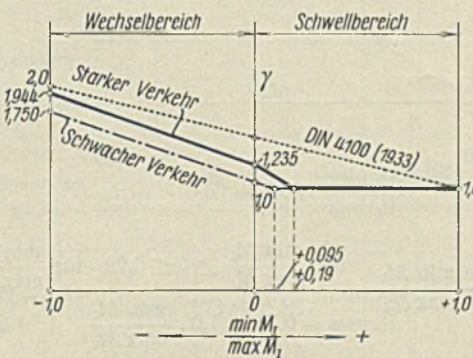


Bild 4.  $\gamma$ -Werte für geschweißte Brücken aus St 52.

$$\alpha = \frac{\gamma}{\sigma_{zul}} \cdot \sigma_{Dzul}$$

Hiernach sind die  $\alpha$ -Werte der Tafeln 2 u. 3 berechnet. Dies soll an einem Beispiel gezeigt werden:

Als Beispiel sollen die  $\alpha$ -Werte für die Linie IIIa berechnet werden. Es handelt sich dabei um gestoßene Bauteile da, wo Stumpfnähte angeordnet sind, wenn ein Nachschweißen der Wurzel nicht möglich ist und wenn die größte Spannung Zug (+) ist (Tafel 2, Zeile 6). Nach dem Spannungshäuschen für St 37 (Bild 1) ist

$$\text{für } \min M_1 = -\max M_1 \quad \sigma_{Dzul} = 5,0 \text{ kg/mm}^2, \\ \sigma_{zul} = 14 \text{ kg/mm}^2,$$

also mit  $\gamma_{-1} = 1,30$  aus Tafel 1

$$\alpha_{-1} = \frac{1,3 \cdot 5,0}{14} = \text{rd. } 0,46.$$

Für  $\min M_1 = 0$  ist  $\sigma_{Dzul} = 8,0 \text{ kg/mm}^2$ ,

$$\gamma_0 = 1,00, \text{ also}$$

$$\alpha_0 = \frac{1 \cdot 8}{14} = 0,57.$$

Tafel 1. Beiwerte  $\gamma$  zur Berücksichtigung der Dauerbeanspruchung.

1	2	3	4
	St 37	St 52	
		starker Verkehr (mehr als 25 Züge im Tag)	schwacher Verkehr (bis zu 25 Zügen im Tag)
		Im Wechselbereich	Im Wechselbereich
$\frac{\min M_1}{\max M_1}$	$\gamma = 1,0 - 0,3 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	$\gamma = 1,235 - 0,709 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	$\gamma = 1,105 - 0,645 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$
		Im schwellenden Bereich	Im schwellenden Bereich
		$\gamma = 1,235 - 1,237 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	$\gamma = 1,105 - 1,102 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$
		(gültig bis $\frac{\min M_1}{\max M_1} \leq 0,19$ )	(gültig bis $\frac{\min M_1}{\max M_1} \leq 0,095$ )
		(Anwendung nur mit Genehmigung der Hauptverwaltung)	
-1,0	1,30	1,944	1,750
-0,9	1,27	1,873	1,686
-0,8	1,24	1,802	1,621
-0,7	1,21	1,731	1,557
-0,6	1,18	1,660	1,492
-0,5	1,15	1,590	1,428
-0,4	1,12	1,519	1,363
-0,3	1,09	1,448	1,299
-0,2	1,06	1,377	1,234
-0,1	1,03	1,306	1,170
0	1,00	1,235	1,105
+0,095			1,000
+0,10		1,111	
+0,19		1,000	
+0,2			
+0,3			
+0,4			
+0,5	1,00		1,00
+0,6			
+0,7		1,00	
+0,8			
+0,9			
+1,0			

Für  $\min M_1$  mit  $\sigma_u = 3,2 \text{ kg/mm}^2$ ,  
 $\max M_1$  mit  $\sigma_o = 11,2 \text{ kg/mm}^2$  wird  
 $\frac{\min M_1}{\max M_1} = \frac{3,2}{11,2} \approx 0,29$  und  $\sigma_{Dzul} = 11,2 \text{ kg/mm}^2$ ,

$$\gamma_{0,29} = 1, \text{ also}$$

$$\alpha_{0,29} = \frac{1 \cdot 11,2}{14} = 0,80.$$

Für  $\frac{\min M_1}{\max M_1} > 0,29$  ist  $\sigma_{Dzul} = 11,2 \text{ kg/mm}^2$ ,

$$\gamma = 1, \text{ also}$$

$$\alpha_{>0,29} = 1 \cdot \frac{11,2}{14} = 0,80.$$

An Stelle der sich nach genauer Rechnung ergebenden leicht gekrümmten Linien für die  $\alpha$ -Werte, die vom Verhältnis  $\frac{\min M_1}{\max M_1}$  abhängig sind, ist mit ausreichender Genauigkeit ein geradliniger Verlauf zwischen den Grenzwerten angenommen, z. B. zwischen  $\alpha_{-1}$  und  $\alpha_0$ . Es ist also allgemein

$$\alpha = a + b \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$$

Im wechselnden Bereich muß mit  $\min M_1 = 0$   $\alpha_0 = a = 0,57$  sein,

ferner mit  $\frac{\min M_1}{\max M_1} = -1$   $\alpha_{-1} = 0,46$ , also

$$0,46 = 0,57 + b(-1), \text{ also}$$

$b = 0,11$ , somit ist im Wechselbereich allgemein

$$(4) \quad \alpha = 0,57 + 0,11 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1} \text{ (wie in Tafel 2 angegeben).}$$



Tafel 2. Beiwerte  $\alpha$  bei St 37.

1	2	3	4	5	6
Lfd. Nr.	Bauteil und Nahtart	Art der Beanspruchung	Wechselbereich	$\alpha$ -Werte Schwellender Bereich	Bemerkungen
1	Ungestoßen durchgehende Bauteile und Decklaschen*)	Zug	1,0	1,0	Schaubild Ia Ib *) s. Zelle 18
2		Druck	1,0	1,0	
3		Abscheren	0,8	0,8	
4	Gestoßene Bauteile, da wo Stumpfnähte angeordnet sind, wenn ein Nachschweißen der Wurzel möglich ist	Größte Spannung Zug (+)	0,8	0,8	Schaubild IIa
5		Größte Spannung Druck (—)	$\alpha = 1 + 0,2 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	1,0	II b
6		Größte Spannung Zug (+)	$\alpha = 0,57 + 0,11 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,29$ für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,29$ $\alpha = 0,57 + 0,79 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$ $\alpha = 0,8$	III a
7				für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,11$ für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,11$ $\alpha = 0,71 + 0,82 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$ $\alpha = 0,8$	
8		Größte Spannung Druck (—)	$\alpha = 0,71 + 0,25 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$		III b
8	Durchlaufende Stumpf- oder Kehlnähte zur Verbindung des Stegblechs mit den Gurten	Hauptspannung $\sigma = \frac{1}{\alpha} \left[ \frac{\sigma_1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 + 4 \tau_1^2} \right] \leq \sigma_{zul}$	$\alpha = 1,1 + 0,1 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	1,1	IV a IV b
9	Schweißnähte und Stegblech am Übergang zwischen Stegblech und Gurt	Abscheren $\tau_1' = \frac{\gamma \max Q_1 S}{\alpha J l} \leq \sigma_{zul}$	0,65	0,65	
10	Stumpfnäht am Stegblechstoß	Hauptspannung (Formel wie Zelle 8)	1,0	1,0	
11		Scherspannung $\tau_1' = \frac{\gamma \max Q_1 x}{\alpha t h_s} \leq \sigma_{zul}$	0,65	0,65	
12	Kehlnähte am biegefesten Anschluß eines Trägers	Hauptspannung $\sigma = \frac{1}{\alpha} \sqrt{\sigma_1^2 + \tau_1^2} \leq \sigma_{zul}$	0,75	0,75	
13		Scherspannung $\tau_1' = \frac{\gamma \max A_1}{\alpha \Sigma (a l)} \leq \sigma_{zul}$	0,65	0,65	
14	Bauteile in der Nähe von Stirnkehlnähten und an Stellen, an denen Flankenkehlnähte beginnen oder endigen. Kehlnähte selbst sind nach Zeile 19 zu berechnen	Größte Spannung: Zug (+) oder Druck (—)	$\alpha = 0,71 + 0,15 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,29$ für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,29$ $\alpha = 0,71 + 1,0 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$ $\alpha = 1,0$	V a V b
15		Größte Spannung: Zug (+)	$\alpha = 0,93 + 0,13 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,07$ für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,07$ $\alpha = 0,93 + 1,0 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$ $\alpha = 1,0$	VI a
16		Größte Spannung: Druck (—)	$\alpha = 1 + 0,2 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	1,0	VI b
17					
18	Decklaschen und durchschießende Platten an den Fahrbahnlangsträgern, wenn die Flankenkehlnähte nicht durchgehend geschweißt sind	Wie Zeilen 14 bis 17	Wie Zeilen 14 bis 17	Wie Zeilen 14 bis 17	
19	Kehlnähte	Jede Beanspruchungsart mit Ausnahme der Hauptspannungen (Zeile 8) und Zug und Druck in der Nahtlängsrichtung	0,65	0,65	

20 Die Stegblechstumpfstöße sollen durchstrahlt werden, sie müssen in denjenigen Teilen bearbeitet werden (so daß ein allmählicher Übergang von der Raupe zum Blech entsteht), in denen der Unterschied der oberen und unteren Spannung  $\sigma_o - \sigma_u \geq 0,8 \cdot 14 \geq 1120$  ist. Hierin ist:

$\sigma_o = \frac{\max M_1}{W_n} \quad \sigma_u = \frac{\min M_1}{W_n}$



Tafel 3. Beiwerte  $\alpha$  bei St 52.

1	2	3	4	5			6
Lfd. Nr.	Bauteil und Nahtart	Art der Beanspruchung	Wechselbereich	$\alpha$ -Werte Schwellender Bereich			Bemerkungen
1	Ungestoßen durchgehende Bauteile und Decklaschen*)	Zug	1,0	1,0			Schaubild 1a
2		Druck	1,0	1,0			1b
3		Abscheren	0,8	0,8			*) s. Zelle 18
4	Gestoßene Bauteile, da wo Stumpfnähte angeordnet sind, wenn ein Nachschweißen der Wurzel möglich ist	Größte Spannung Zug (+)	$\alpha = 0,71 - 0,09 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,71$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,29$ $\alpha = 0,54 + 0,9 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,29$ $\alpha = 0,80$	Schaubild 11a
5		Größte Spannung Druck (—)	$\alpha = 1,00 + 0,20 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	1,0			11b
6		Größte Spannung Zug (+)	$\alpha = 0,47 + 0,01 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,47$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,52$ $\alpha = 0,28 + 1,0 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,52$ $\alpha = 0,8$	111a
7		Größte Spannung Druck (—)	$\alpha = 0,59 + 0,13 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,59$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,40$ $\alpha = 0,40 + 1,0 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,40$ $\alpha = 0,8$	111b
8	Durchlaufende Stumpf- oder Kehlnähte zur Verbindung des Stegblechs mit den Gurten	Hauptspannung $\sigma = \frac{1}{\alpha} \left[ \frac{\sigma_1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 + 4 \tau_1^2} \right] \leq \sigma_{zul}$	1,0	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 1,00 - 0,47 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,45$ $\alpha = 0,77 + 0,73 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,45$ $\alpha = 1,1$	IVa IVb
9	Schweißnähte und Stegblech am Übergang zwischen Stegblech und Gurt	Abscheren $\tau_1' = \frac{\gamma \max Q_1 S}{\alpha J t} \leq \sigma_{zul}$	0,55	0,55			
10	Stumpfnah am Stegblechstoß	Hauptspannung (Formel wie Zeile 8)	1,0	1,0			
11		Scherspannung $\tau_1' = \frac{\gamma \max Q_{1,x}}{\alpha t h_s} \leq \sigma_{zul}$	0,55	0,55			
12	Kehlnähte am biegefesten Anschluß eines Trägers	Hauptspannung $\sigma = \frac{1}{\alpha} \sqrt{\sigma_1^2 + \tau_1^2} \leq \sigma_{zul}$	0,65	0,65			
13		Scherspannung $\tau_1' = \frac{\gamma \max A_1}{\alpha \Sigma (\alpha l)} \leq \sigma_{zul}$	0,55	0,55			
14	Bauteile in der Nähe von Stirnkehlnähten und an Stellen, an denen Flankenkehlnähte beginnen oder endigen Kehlnähte selbst sind nach Zeile 19 zu berechnen	Größte Spannung Zug (+)	$\alpha = 0,59 + 0,03 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,59$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,52$ $\alpha = 0,35 + 1,24 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,52$ $\alpha = 1,0$	Va
15		Größte Spannung Druck (—)	$\alpha = 0,71 + 0,15 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,71$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,43$ $\alpha = 0,48 + 1,21 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,43$ $\alpha = 1,0$	Vb
16		Größte Spannung Zug (+)	$\alpha = 0,76 - 0,04 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,76$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,38$ $\alpha = 0,52 + 1,26 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,38$ $\alpha = 1,0$	VIa
17		Größte Spannung Druck (—)	$\alpha = 0,82 + 0,02 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0 \leq 0,19$ $\alpha = 0,82$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,19 \leq 0,33$ $\alpha = 0,576 + 1,286 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$	für $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,33$ $\alpha = 1,0$	VIb
18	Decklaschen und durchschießende Platten an den Fahrbahnträgern, wenn die Flankenkehlnähte nicht durchgehend geschweißt sind	wie Zeilen 14 bis 17	wie Zeilen 14 bis 17	wie Zeilen 14 bis 17			
19	Kehlnähte	Jede Beanspruchungsart mit Ausnahme der Hauptspannungen (Zeile 8) und Zug und Druck in der Nahtlängsrichtung	0,55	0,55			

20 Die Stegblechstumpfstöße sollen durchstrahlt werden; sie müssen in denjenigen Teilen bearbeitet werden (so daß ein allmählicher Übergang von der Raupe zum Blech entsteht) in denen der Unterschied der oberen und unteren Spannung  $\sigma_o - \sigma_u \geq 1120$  ist. Hierin ist:  $\sigma_o = \frac{\max M_1}{W_n}$ ;  $\sigma_u = \frac{\min M_1}{W_n}$ .



Im schwellenden Bereich ist für  $\frac{\min M_1}{\max M_1} \leq 0,29$

$$\alpha = a + b \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1}$$

Also für  $\frac{\min M_1}{\max M_1} = 0,29$ ; da dort  $\alpha_{0,29} = 0,80$  ist

$$0,80 = 0,57 + b \cdot 0,29, \text{ also}$$

$$b = + \frac{0,23}{0,29} = + 0,79, \text{ also}$$

$$\alpha = 0,57 + 0,79 \cdot \frac{\min M_1}{\max M_1} \text{ (wie in Tafel 2 angegeben).}$$

Die  $\alpha$ -Werte gehen aus den Tafeln 2 u. 3 hervor. Sie sind bei Brücken aus St 52 und schwachem Verkehr ebenso groß wie bei starkem Verkehr<sup>1)</sup>. Nur die  $\gamma$ -Werte sind verschieden.

7. Querschnittsermittlung. Die Querschnitte werden mit Hilfe der Formeln

$$(2) \quad \sigma_1 = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{\max M_1}{W_n} \leq \sigma_{zul} \begin{pmatrix} 1400 \text{ bei St 37} \\ 2100 \text{ bei St 52} \end{pmatrix} \text{ und}$$

$$\sigma_1 = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{P_1}{F} \leq \sigma_{zul} \text{ ermittelt.}$$

Der Wert  $\gamma$  ergibt sich aus Tafel 1. Für die  $\alpha$ -Werte sind die Tafeln 2 und 3, Zeilen 1, 2, 4 bis 7 und 14 bis 18, maßgebend. Zunächst ist dann mit dem größten Auflagerdruck  $\max A_1 = A_g + \varphi A_p$  die größte Scherspannung in der neutralen Faser des Stegbleches

$$(13) \quad \tau_1 = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{\max A_1 S}{J t} \leq \sigma_{zul} \begin{pmatrix} 1400 \text{ bei St 37} \\ 2100 \text{ bei St 52} \end{pmatrix}$$

nachzuweisen. Dieser Nachweis ist notwendig, damit das Stegblech nicht zu dünn wird.

In der Formel (13) ist  $S$  das statische Moment des halben Querschnitts.  $\gamma$  ergibt sich aus Tafel 1, wobei an Stelle von  $\frac{\min M_1}{\max M_1}$  der Wert  $\frac{\min A_1}{\max A_1}$  zu setzen ist.

Der Wert  $\alpha$  ergibt sich aus den Tafeln 2 und 3, Zeile 3, wie bei genieteten Brücken zu  $\alpha = 0,8$ .

Sodann ist die Hauptnaht zwischen Gurt und Steg an der Stelle  $x$  zu berechnen: Ist  $\max M_{1x}$  das größte Biegemoment,  $Q_{1x}$  die zugehörige Querkraft, oder bei  $\max Q_{1x}$  das zugehörige Biegemoment  $M_{1x}$ , so sind folgende zwei Bedingungen zu erfüllen:

a) Die Scherspannung  $\tau_1'$  des Stegbleches am Übergang vom Steg zur Gurtung darf die zulässige Scherspannung für Schweißnähte nicht überschreiten.

Es muß sein

$$(14) \quad \tau_1' = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{\max Q_{1x} S}{J t} \leq \sigma_{zul} \begin{pmatrix} 1400 \text{ bei St 37} \\ 2100 \text{ bei St 52} \end{pmatrix}$$

Der  $\gamma$ -Wert ergibt sich aus Tafel 1 mit  $\frac{\min Q_{1x}}{\max Q_{1x}}$ ; der  $\alpha$ -Wert aus Tafel 2, Zeile 9, zu  $\alpha = 0,65$  bei St 37 und aus Tafel 3, Zeile 9, zu  $\alpha = 0,55$  bei St 52.

In der Formel (14) ist

$S$  das statische Moment der Gurtung über der Schweißnaht in bezug auf die Neutralachse,

$J$  das Trägheitsmoment des ganzen Querschnitts und

$t$  die Dicke des Stegbleches.

Ein Nachweis für die Kehlnähte nach der Formel (14) ist nicht erforderlich, wenn das Kehlmaß  $a \geq \frac{t}{2}$  ist.

b) Ist  $c$  der Abstand des Übergangs des Steges zum Gurt von der Neutralachse, so muß mit

$$(15) \quad \sigma_1 = \frac{\gamma M_{1x} c}{J}$$

und

$$(16) \quad \tau_1 = \gamma \cdot \frac{Q_{1x} S}{J t}$$

nachgewiesen werden, daß die Hauptspannung

$$(17) \quad \sigma = \frac{1}{\alpha} \left( \frac{\sigma_1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 + 4 \tau_1^2} \right) \leq \sigma_{zul} \begin{pmatrix} 1400 \text{ bei St 37} \\ 2100 \text{ bei St 52} \end{pmatrix}$$

Für  $\alpha$  gilt der Wert der Tafeln 2 u. 3, Zeile 8, wenn an der fraglichen Stelle  $x$  das Stegblech nicht gestoßen ist. Die ungünstigsten Verhältnisse sind zu berücksichtigen.

<sup>1)</sup> Die in Elektroschweißung 1935, S. 164, vertretene Anschauung, daß auch die übrigen zulässigen Spannungen entsprechend erhöht werden dürfen, beruht auf keinem Beschluß. Es wurde vielmehr neuerdings entschieden, daß die  $\alpha$ -Werte dieselben bleiben wie bei starkem Verkehr.

Ist das Stegblech bei  $x$  gestoßen und ist  $\max Q_{1x}$  die größte am Stoß mögliche Querkraft, so muß nachgewiesen werden, daß

$$(18) \quad \tau_1' = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{\max Q_{1x}}{t h_s} \leq \sigma_{zul}$$

ist, wo  $h_s$  die Stegblechhöhe ist. Der Wert  $\alpha$  ergibt sich aus den Tafeln 2 u. 3, Zeile 11. Ist ferner  $\max M_{1x}$  das am Stegblechstoß berechnete größte Biegemoment,  $J$  das Trägheitsmoment des gesamten Querschnitts, so muß mit

$$(19) \quad \sigma_1 = \frac{\gamma \max M_{1x} \cdot \frac{h_s}{2}}{J}$$

und

$$(20) \quad \tau_1 = \frac{\gamma Q_{1x}}{t h_s}$$

nachgewiesen werden, daß

$$(21) \quad \sigma = \frac{1}{\alpha} \left( \sigma_1 + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 + 4 \tau_1^2} \right) \leq \sigma_{zul} \text{ ist.}$$

$\tau_1$  berechnet sich aus Formel (20) für eine Querkraft  $Q_{1x}$ , die bei derselben Belastung wie bei  $\max M_{1x}$  auftritt. [Falls die Formel (21) mit der größtmöglichen Querkraft  $\max Q_{1x}$  nach der Formel

$$(22) \quad \tau_1' = \gamma \cdot \frac{\max Q_{1x}}{t h_s}$$

befriedigt werden kann, brauchen  $Q_{1x}$  und  $\tau_1$  nicht ermittelt zu werden.] Der Wert  $\alpha$  ergibt sich aus den Tafeln 2 u. 3, Zeile 10, zu  $\alpha = 1$ .

8. Gurtplattenstoß. Die Gurtplatten dürfen bei Beachtung der  $\alpha$ -Werte der Tafeln 2 u. 3, Zeilen 4 bis 7, im Druck- und Zuggebiet ohne Laschendeckung stumpf gestoßen werden. An der Stoßstelle  $x$

muß sein  $\sigma = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{\max M_{1x}}{W_n} \leq \sigma_{zul}$ . Im Zuggebiet müssen die Stumpfnähte unter  $45^\circ$  angeordnet und so gut wie möglich bearbeitet werden

(I. Güte). [Nachschweißen der Wurzel, wenn irgend möglich, und Schaffen eines allmählichen Übergangs von der Schweißbraupe zum Blech, keine Vertiefungen zulässig, sonst, wenn aus baulichen Gründen die Wurzel nicht nachgeschweißt werden kann (Stumpfnähte II. Güte), Herabsetzung der Spannungen nach Maßgabe der  $\alpha$ -Werte der Tafeln 2 u. 3, Zeilen 6 u. 7.]

Auch hierbei müssen die Stumpfnähte unter  $45^\circ$  angeordnet und die Nahtübergänge bearbeitet werden (Bild 5).

In den Vorschriften wird das Aufzeichnen der Biegemomentenlinie und die mit den errechneten Spannungen ausnutzbare Momentendeckungsline für zweckmäßig erklärt.

Bei stumpf gestoßenen Gurtplatten verschiedenen Querschnitts muß unter Berücksichtigung der für den Querschnittszuwachs erforderlichen Anschlußlänge  $l$  (Bild 6 u. 7) der Stumpfstoß  $A$  so gelegt werden, daß die Biegemomentenlinie durch die Momentendeckungsline nicht geschnitten wird.

Bei Stumpfnähten unter  $45^\circ$  kann für die Bemessung der Länge  $l$  die Nahtmitte (Bild 7) genommen werden.

Bei durch Kehlnähte angeschlossenen Gurtplatten ist sinngemäß zu verfahren.

9. Anschluß der Aussteifungen oder Trägeranschlüsse. Irgendwelche Bauteile, z. B. Aussteifungen oder Trägeranschlüsse, dürfen erst von da ab durch Kehlnähte ( $a \geq 3 \text{ mm}$ ) an das Stegblech im Zugteil angeschlossen werden, wo die Biegespannung im Stegblech höchstens

$$(23) \quad \sigma = \alpha \sigma_{zul}$$

ist. Der Abstand  $x$  von der Neutralachse wird

$$(24) \quad x = \frac{h}{2} \cdot \frac{\alpha \sigma_{zul}}{\sigma_{zul}} = \alpha \cdot \frac{h}{2} \text{ (Bild 8).}$$

Der Wert  $\alpha$  ergibt sich aus den Tafeln 2 u. 3, Zeilen 14 und 16. Ist z. B. bei St 37  $\frac{\min M_1}{\max M_1} \geq 0,07$  und sind die Flankenkehlnähtenden aufs



Bild 5. Gurtplattenstoß im Zuggurt.

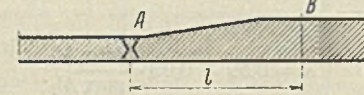


Bild 6. Stumpfgestoßene Gurtplatten verschiedenen Querschnitts.

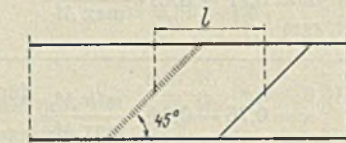


Bild 7.

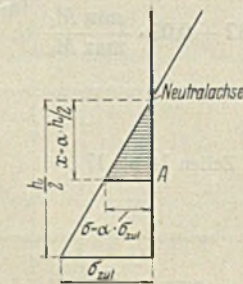


Bild 8.



beste bearbeitet, so ist nach Tafel 2, Zeile 16, der Wert  $\alpha = 1,0$ , und es wird  $x = \frac{h}{2}$ , d. h. die Aussteifungen dürfen in diesem Fall bis herab zum Zuggurt angeschweißt werden.

10. Die Anschlüsse der Querträger an die Hauptträger sind so zu bemessen, daß ein Spannungsmoment  $\max M$  von mindestens 25% des größten Feldmoments der Querträger aufgenommen werden kann. Die durchschießenden Platten der Fahrbahnlangsträger dürfen im Druckbereich der Querträger mit diesen verschweißt werden.

11. Bauliche Durchbildung. Hier sei nur auf einige der wichtigsten Beschlüsse hingewiesen:

a) Stöße sind nach Möglichkeit zu vermeiden, soweit es wirtschaftlich vertretbar ist. Hier hat man daran gedacht, bei kleineren Brücken die Gurtplatten in gleicher Dicke ohne Stoß auf die ganze Länge durchgehen zu lassen.

b) Unterbrochene Nähte und Schlitznähte dürfen (wegen der Kerbwirkung) bei Brücken nicht ausgeführt werden.

c) An allen Stellen, an denen Kehlnähte beginnen oder endigen, sollen nach Möglichkeit die Enden bearbeitet werden, so daß von den größeren  $\alpha$ -Werten der Tafel 2 u. 3, Zeilen 14 u. 15, Gebrauch gemacht werden kann (Linien VIa und VIb der Spannungshäuschen, Bild 1 u. 2).

d) Die Aussteifungen und Trägeranschlüsse dürfen an Gurtungen, die nur Druck bekommen, unmittelbar angeschweißt werden (Ausnahme gegen die Tafel 2 u. 3), an Gurtungen, die auch Zug bekommen, nur dann, wenn unter Berücksichtigung der  $\alpha$ -Werte nach Tafel 2 u. 3, Zeilen 14 und 16, die zulässigen Biegespannungen in der Gurtung nicht überschritten werden; andernfalls sind zwischen den Zuggurt und die Aussteifung die bekannten Plättchen scharf einzupassen, die nicht mit der Gurtung verschweißt werden dürfen. Unter allen Umständen müssen die Gurtungen gegenseitig spaltlos abgestützt werden.

e) Bei Blechträgern mit Stegblechhöhen  $\geq 1,0$  m und bei Trägern mit großen Querkraften sind die Stegbleche auf Ausbeulen zu untersuchen<sup>2)</sup>. Bei Trägern, die nicht hierauf untersucht werden, soll der Abstand der Aussteifungen nicht größer als 1,30 m sein.



Bild 9.



Bild 10.



Bild 11.

f) Die Stumpfnähte in Gurten sollen möglichst zur Gurtschwerlinie symmetrischen Querschnitt haben (Bild 9, 10 u. 11). (In den Verhandlungen wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, daß zu diesen Nähten auch U-Nähte, Bild 9 u. 10, gehören.)

g) Müssen gleichzeitig zwei miteinander verschweißte Gurtplatten gestoßen werden, so ist der Stoß an dieselbe Stelle zu legen (Bild 12 u. 13), damit die Wurzel nachgeschweißt werden kann.

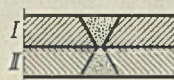


Bild 12.  
Zwei V-Nähte.



Bild 13.  
Zwei U-Nähte.

h) Wechselt bei den Gurtplatten die Dicke, so soll der Übergang zur dickeren Platte ein allmählicher sein (Bild 14).



Bild 14. Längsschnitt von Gurtplatten mit Wechsel in der Dicke.

<sup>2)</sup> Schaper, Grundlagen des Stahlbaues, S. 98. Berlin 1933, Wilh. Ernst & Sohn.

Auch beim Übergang von einem dünneren Stegblech zu einem dickeren muß für einen allmählichen Übergang gesorgt werden.

i) Beim Stumpfstoß des Stegbleches muß die Nahtwurzel nachgeschweißt werden, auch muß der Übergang von der Schweißraupe zum Blech nach Maßgabe der Tafeln 2 u. 3, Zeile 20, bearbeitet werden.

12. Ausführung. Hier ist besonders bemerkenswert:

a) Bei tragenden Nähten ist an den zu schweißenden Flächen die Walzhaut zu entfernen. (Sonst schlechter Einbrand.)

b) Bei allen tragenden Stumpfnähten muß die Wurzel nachgeschweißt werden (Stumpfnähte I. Güte). Von dieser Maßnahme darf nur abgesehen werden, wenn das Nachschweißen aus baulichen Gründen nicht möglich ist. In diesem Falle müssen aber die  $\alpha$ -Werte der Tafeln 2 u. 3, Zeilen 6 u. 7, der Berechnung zugrunde gelegt werden (Stumpfnähte II. Güte).

c) Bei Stumpfnähten müssen — wenn nicht U-Nähte ausgeführt werden — die Kanten so abgeschrägt werden, daß der Öffnungswinkel  $\geq 70^\circ$  ist. (Besser ist ein größerer Winkel von etwa  $90^\circ$ , weil man die Wurzel leichter schweißen kann.)

d) Bei allen Gurtplattenstößen und bei den Stegblechstößen, soweit gemäß den Tafeln 2 u. 3, Zeile 20, der Unterschied der größten und kleinsten Biegespannung  $\sigma_o - \sigma_u \geq 11,2$  kg/mm<sup>2</sup> ist, ferner bei sonstigen wichtigen Stumpfnähten, bei denen es ausdrücklich in der

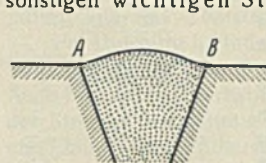


Bild 15.

Zeichnung vorgeschrieben ist, muß bei A und B ein allmählicher Übergang von der Schweißraupe zum Blech durch Abschmirlen od. dgl. geschaffen werden (Bild 15). Rillen quer zur Krafrichtung dürfen nicht entstehen, vielmehr muß die Oberfläche an diesen wichtigen Stellen glatt und ohne Vertiefungen sein. Vorhandene Ausschleifungen im Blech bis zu 5% der vorhandenen Blechdicke werden nicht beanstandet.

e) Alle Stumpfnähte I. Güte müssen alsbald nach ihrer Herstellung geröntgt werden.

f) An tragende Bauteile dürfen bloß zur Erleichterung der Aufstellung keine Teile angeschweißt werden, die nicht in den genehmigten Zeichnungen vorgesehen sind, auch wenn sie nur vorübergehend benutzt und später wieder beseitigt werden sollen. Wo nötig, sind kleine Löcher (möglichst in Teilen, die nicht hoch beansprucht sind) zu bohren. Die Löcher sind später durch Niete — nicht durch Zuschweißen — zu schließen (Kerbwirkung).

g) Es ist peinlich zu verhüten, daß das Tragwerk durch Schweißspritzer oder Schweißtropfen beschädigt wird, auch darf der Lichtbogen nur an solchen Stellen gezündet werden, an denen Schweißraupen ohnedies aufgelegt werden sollen (Kerbwirkung).

h) Besonders wichtig ist, daß die beim Schweißen unvermeidlichen Schrumpfungen sich soweit wie möglich auswirken können, damit in den Bauteilen nur möglichst geringe Schrumpfspannungen entstehen. Die zusammenzuschweißenden Teile dürfen daher nicht zu starr vorher festgelegt werden, damit die zu verschweißenden Teile dem Schrumpfen folgen können.

i) Schweißstellen, die den vorstehenden Bestimmungen nicht entsprechen, sind vorsichtig und sachgemäß zu entfernen und durch einwandfreie zu ersetzen. Flickstellen und deren Umgebung sind nach dem Ausbessern mit dem Brenner leicht zu erwärmen.

13. Schlußbemerkungen. Die neuen Vorschriften für geschweißte, vollwandige Eisenbahnbrücken werden demnächst erscheinen. Diese Vorschriften bringen viel Neues, sie tragen den Erkenntnissen, die durch die Kuratoriumsversuche gewonnen wurden, Rechnung.

## Verschiedenes.

Neuartige elektrisch geschweißte Spezialträger für Verbundbrücken. Seit einer Reihe von Jahren erfreuen sich sogenannte Verbundbrücken für kleinere Stützweiten, z. B. als Straßen-Unter- und -Überführungen, Bahnsteigunterführungen, Durchlässe usw., im Brückenbau besonderer Beliebtheit wegen der Einfachheit der Herstellung, der Billigkeit und der äußerst geringen Unterhaltungskosten. Ein weiterer Vorteil liegt neben dem Vorzug klarer statischer Verhältnisse, z. B. dem Gewölbe gegenüber, auch in der Geschlossenheit der Fahrbahn und der besten Lichtraumaussnutzung des unten hindurch führenden Verkehrsweges.

Wie allgemein bekannt, werden derartige Verbundbrücken meistens aus Walzträgern hergestellt, die in geringen Abständen voneinander verlegt und mit einem Beton mittlerer Güte ausbetoniert werden.

Im Bereich der Reichsbahndirektion Stuttgart wurden nun vor einiger Zeit mehrere solcher Überbauten erstellt, deren stählernes Traggerippe aber nicht aus Walz- oder genieteten Blechträgern, sondern aus elektrisch geschweißten Spezialträgern bestand (Bild 1).

An ein Stegblech wurden als Gurte je zwei abgefahrene Eisenbahnschienen, Fuß gegen Fuß, mit durchgehenden Längskehlnähten angeschweißt. Diese Lösung ist als sehr wirtschaftlich zu bezeichnen, wie aus der weiter unten durchgeführten Kostenvergleichsberechnung hervorgeht. Andererseits sind aber auch wegen der seit mehreren Jahren in der Durchführung begriffenen Umstellung des Eisenbahnoberbaues auf Reichsprofil bei jeder Direktion größere Mengen noch gut erhaltener Schienen älteren Profils vorhanden.

Es soll nun etwas näher auf eine solche Verbundbrücke eingegangen werden. Die Ansicht der Spezialträger und den Querschnitt des gesamten Überbaues zeigen die Bilder 1 u. 2. Die Stützweite beträgt 10 m, der gegenseitige Abstand der neun Spezialträger 410 mm, wie aus der Querschnittsskizze hervorgeht. Die Außenbreite des eingleisigen Überbaues wurde zu 4 m festgelegt, und die gesamte Höhe ergab sich durch die Forderung nach möglichst niederer Konstruktion zu 1,15 m. Die Stegblechhöhe des Spezialträgers ist am Auflager 350 mm, in Trägermitte 550 mm. Der



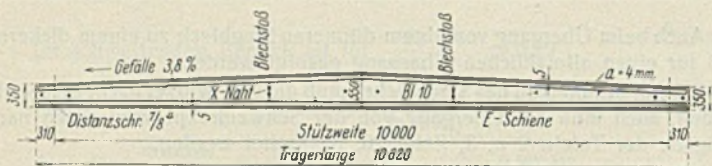


Bild 1. Ansicht des Spezialträgers.

Obergurt liegt demnach in einer Neigung von etwa 3,8 %. Dieses Gefälle genügt vollkommen zur Abführung des Niederschlagswassers. Gerade in der Neigungsmöglichkeit des Trägerobergurtes ist ein weiterer Vorteil den Breitflanschträgern gegenüber zu sehen. Bei letzteren ist zur Erreichung des gleichen Gefälles, ganz abgesehen von der ohnehin größeren Auflagerhöhe (IP 45), ein Aufbeton von 20 cm in Brückenmitte erforderlich, was eine Eigen-gewichtsvermehrung zur Folge hat. Bei den Spezialträgern paßt sich der Füllbeton ganz den Trägergurt an. Die Beton-deckung am Ober- und Untergurt ist mit je 50 mm ausreichend zur Vermeidung der Rostgefahr. Das 10 mm dicke Stegblech ist zwecks Material-ersparnis zweimal gestoßen und die Fugen mit einer X-Naht verschweißt. Die Schienen, in diesem Fall das württembergische E-Profil, für welches eine Höhe im abgefahrenen Zustand von 135 mm statt 140 mm der statischen Berechnung zugrunde gelegt wurde, werden, wie bereits erwähnt, Fuß gegen Fuß mit je zwei Kehlnähten von  $\alpha = 4$  mm an das Stegblech angeschweißt, wobei sie für den Obergurt in Trägermitte geknickt sind. Das Stegblech steht um je 5 mm oben und unten gegen-über den Schienenaußenkanten vor, um einwand-freie Schweißnähte ziehen zu können (Bild 3). Die Schienen wurden zuerst wie üblich an einzelnen Punkten an das Stegblech angeheftet und danach die Schweißnähte wechselseitig gelegt, um Ver-werkungen der Träger zu vermeiden. Als Träger-auflager dienen auch hier Kranbahnschienen „Rothe Erde“, auf die die Träger unter Zwischenschaltung eines angeschweißten Winkels 50/90/17 aufgesetzt wurden. Die Stegbleche sind an dieser Stelle um 5 mm eingeschnitten (Bild 4). Dasselbst sind auch noch zwei senkrecht stehende Flachstäbe 45/20 an die Schienenköpfe angeschweißt, um ein Klappen der Träger bei der Montage zu verhindern (Bild 5 u. 6). An beiden Auflagern und in der Mitte ist der Abstand der Spezial-träger durch je eine Distanz-schraube  $\frac{7}{8}$  engl. Zoll  $\phi$  fest-gelegt.

Der statischen Berechnung, die an und für sich nichts Neues bietet, wurde der Lastenzug N und als Raumeinheitgewicht für Schwellen, Schotter, Beton und das Stahlgewicht der Bewehrung zusammen  $2,3 \text{ t/m}^3$  zugrunde gelegt.

Anschließend wird an Hand einer vergleichenden Kosten-berechnung für die oben näher beschriebene Stahlkonstruktion die Wirt-schaftlichkeit der geschweißten Spezialträger den Walzträgern, vornehmlich dem Breitflanschträger gegenüber, nachgewiesen. Es ist bei dieser Gelegenheit gleich zu erwähnen, daß bei Verwendung von normalen I-Trägern die Ersparnis der Stahlkonstruktion naturgemäß sinkt, daß sich aber hierbei die Betonkosten wegen der größeren Höhe der I-Träger vermehren, so daß auch in diesem Fall die Wirtschaftlichkeit der Spezial-träger klar zutage tritt.

Für ein Größtmoment in Brückenmitte von 406 tm, bezogen auf ein Gleis, wären bei ungefähr gleicher Biegungsspannung zwischen Breitflansch- und Spezialträger 9 Stück IP 45 nötig. Dafür ergibt sich eine Biegungs-beanspruchung von  $1205 \text{ kg/cm}^2$ , gegenüber  $1230 \text{ kg/cm}^2$  bei geschweißten Spezialträgern. Die Durchbiegung in Trägermitte beträgt bei Verwendung von Breitflanschträgern IP 45, berechnet nach der angenäherten Formel der Reichsbahnvorschriften,  $1,29 \text{ cm}$  gegenüber  $1,20 \text{ cm}$  beim Schienen-träger (zulässig  $= 1000/700 = 1,43 \text{ cm}$ ). Die Anwendung von Breitflansch-trägern IP 42 $\frac{1}{2}$  an Stelle von IP 45 ist nicht möglich, da bei aus-reichender Biegungsspannung die Durchbiegung das zulässige Maß über-schreitet. Man erhält also bei Annahme von Breitflanschträgern IP 45 die nachstehenden Stahlgewichte und Preise:

9 Träger IP 45, je 10 600 mm lang  $= 95,4 \times 182 = 17\,370 \text{ kg}$ ,  
für Auflagerknaggen usw. . . . . rd.  $= 130 \text{ kg}$ ,  
zus.  $= 17\,500 \text{ kg}$ .

Die Tonne fertig bearbeiteter Träger kommt einschließlich Reichs-bahndienstfracht usw. auf 180 RM frei Bahnstation. Somit ergibt sich ein Gesamtpreis bei Anordnung von Breitflanschträgern zu  
 $17,500 \times 180 = 3150 \text{ RM}$ .

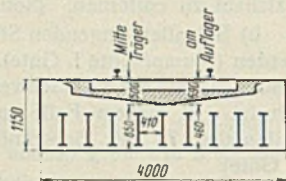


Bild 2. Querschnitt des Überbaues.

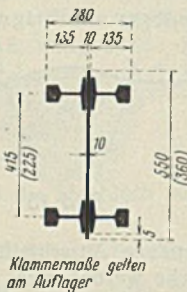


Bild 3. Querschnitt des Trägers.

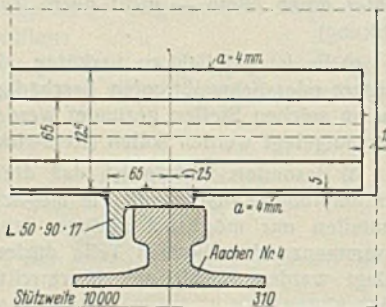


Bild 4. Auflagerpunkt.

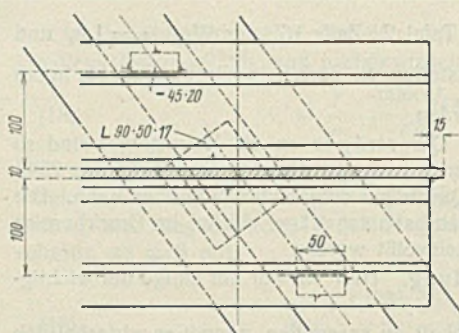


Bild 5. Grundriß des Auflagerpunktes.

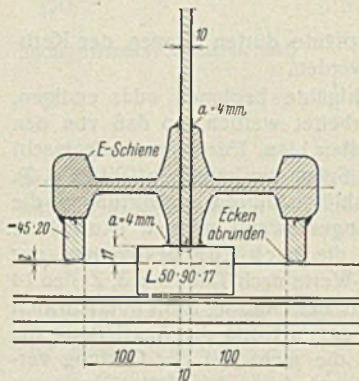


Bild 6. Querschnitt des Auflagerpunktes.

So ergab sich z. B. gelegentlich der Ausführung eines anderen Überbaues mit 14 m Spannweite eine Ersparnis von rd. 50 % gegenüber Breitflanschträgern (normale I-Träger sind hierbei überhaupt nicht mehr möglich) und von etwa 55 % beim Vergleich mit entsprechenden, statisch günstigen, genieteten Blechträgern. Breitflanschträger mit aufgeschweißten Gurtplatten scheiden hier von vornherein aus, da die Preisspanne dabei noch beträchtlicher ist.

Das Stegblech dieses letzteren Spezialträgers ist 12 mm stark, in Trägermitte ist es 1100 mm, am Auflager 800 mm hoch. Sonst ist der Trägerquerschnitt der gleiche, wie vorstehend geschildert. Dabei ist allerdings noch zu bemerken, daß für die Spezialträger die Verhältnisse in diesem letzteren Falle deswegen so besonders günstig lagen, weil statt 9 nur 7 Träger zur Anwendung kamen, da für die Bauhöhe eine Beschränkung nicht erforderlich war.

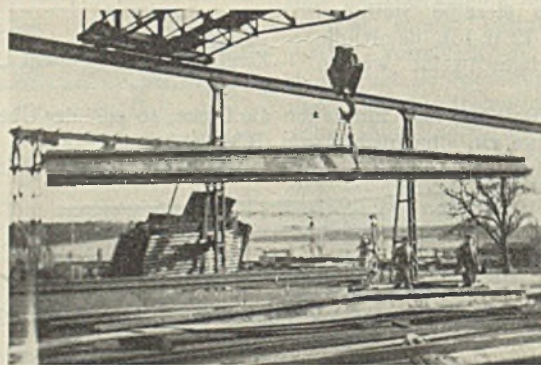


Bild 7. Ansicht des Spezialträgers.

Aus allen diesen Betrachtungen erkennt man, daß die neuartigen ge-schweißten Spezialträger mit besonders wirtschaftlichem Vorteil bei Stütz-weiten von ungefähr 10 bis 15 m verwendet werden können und daß damit ein weiterer Schritt vorwärts in der Verbilligung unserer Brücken-konstruktionen getan ist. Die vorstehend näher beschriebenen Konstruk-tionen wurden von der Stahlbau-firma Wilhelm Luig in Illingen i. Württ. nach Entwürfen des Brückenbüros der Reichsbahndirektion Stuttgart her-gestellt.

Dipl.-Ing. Spatny, Mannheim/Rhein.

INHALT: Neue Vorschriften für geschweißte, vollwandige Eisenbahnbrücken. — Ver-schiedenes: Neuartige elektrisch geschweißte Spezialträger für Verbundbrücken.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg.  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W.9.  
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.