

# DER STAHLBAU

Schriftleitung:

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

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

Beilage  
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-  
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 RM und Postgeld

6. Jahrgang

BERLIN, 26. Mai 1933

Heft 11

Alle Rechte vorbehalten.

## Über die Dauerfestigkeit von Schweißverbindungen.<sup>1)</sup>

Nach einem Vortrag im Kuratorium für Dauerfestigkeitsversuche beim Fachausschuß für Schweißtechnik des VDI am 3. März 1933.

Von Otto Graf, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart.

Bei Untersuchungen über die Dauerfestigkeit<sup>2)</sup> von Schweißverbindungen sind u. a. zu beachten:

1. die Beschaffenheit des Materials an der Schweißstelle (Dichte, Festigkeit, Bildsamkeit, flache, allmählich anlaufende oder hohe, scharf abgesetzte Raupe, ungeglüht, geglüht usf., Schweißraupe bearbeitet), auch der Einfluß des zu schweißenden Materials (St 37, St 52 usf.);

2. der Einfluß der Bauart der Verbindung (Stumpfnähte senkrecht und schief zur Zugrichtung, Kehlnähte längs und quer zur Zuganstrengung, Laschenverbindungen, dünne, lange und starke, kurze Kehlnähte usf.);

3. die Art der Beanspruchung der Verbindung (Zug, Druck, Biegung, Wechsel zwischen Zug und Druck, Anteil der bewegten Last bei Zugbeanspruchung und bei Druckbeanspruchung u. a. m.);

4. der Einfluß von Vorspannungen, die durch das Schweißen entstehen.

5. Die Beurteilung der Feststellungen hat nach praktischen Bedingungen zu erfolgen, z. B. derart, daß von dem ausgegangen wird, was in bezug auf die Nietverbindung erreicht ist.

### A. Wie groß sollte die Dauerfestigkeit der Schweißverbindungen im Vergleich mit den Nietverbindungen werden?

a) Bei Dauerversuchen mit St 37, St 52, auch mit anderen Baustählen für das Bauwesen und für den Maschinenbau, hat sich gezeigt<sup>3)</sup>, daß die Ursprungszugfestigkeit von Flachstäben mit Walzhaut und mit Bohrung<sup>4)</sup> beträgt

für St 37 (9 Stähle)  $D_{zu} = 16$  bis  $21$  kg/mm<sup>2</sup>, i. M.  $18$  kg/mm<sup>2</sup>,

für St 52 (11 Stähle)  $D_{zu} = 15$  bis  $24$  kg/mm<sup>2</sup>, i. M.  $20$  kg/mm<sup>2</sup>,

für andere Stähle mit höherer Festigkeit

(11 Stähle)  $D_{zu} = 19$  bis  $22$  kg/mm<sup>2</sup>, i. M.  $20$  kg/mm<sup>2</sup>.

Die Ursprungszugfestigkeiten der Baustähle werden nach unseren Beobachtungen in den Nietverbindungen voll wirksam, wenn die Biegeanstrengung der Niete und der Lochleibungsdruck der Bleche in gewissen Grenzen bleiben<sup>5)</sup>.

b) Die Ausnutzung der Stähle in der Nietverbindung gemäß a) ist vergleichsweise auch in der Schweißverbindung anzustreben. Wenn man dazu annimmt, daß der Querschnittsverlust durch Bohrungen bei Nietverbindungen im Mittel 20% beträgt, so würde es vergleichsweise genügen, wenn die Ursprungsfestigkeiten der Schweißverbindungen rund  $\frac{1}{10}$  kleiner bleiben als die Dauerfestigkeiten der gebohrten Stäbe, das ist

bei St 37  $D_{zu} = 15$  kg/mm<sup>2</sup>, bei St 52  $D_{zu} = 16,7$  kg/mm<sup>2</sup> usf.

<sup>1)</sup> 4. Teil der Dauerversuche mit Schweißverbindungen. Vgl. Graf, Dauerfestigkeit von Stählen mit Walzhaut ohne und mit Bohrung, von Niet- und Schweißverbindungen, VDI-Verlag 1931, S. 38, ferner Bautechn. 1932, S. 395 u. f., dann Stahlbau 1932, S. 177 u. f. Bei der Ausführung der Versuche hat mich Herr Ingenieur Munzinger wie früher mit Umsicht unterstützt.

<sup>2)</sup> Die bisher veröffentlichten Versuche sind mit Mitteln der C. Bach-Stiftung des Vereins deutscher Ingenieure und der Vereinigung von Freunden der Technischen Hochschule Stuttgart ausgeführt worden. Im folgenden finden sich ferner Mitteilungen aus größeren Untersuchungen für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft und aus solchen für das Kuratorium für Dauerversuche beim Fachausschuß für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure.

<sup>3)</sup> Vgl. Z. d. VdI 1932, S. 438. Bis Ende 1932 ausgeführte Versuche sind berücksichtigt.

<sup>4)</sup> Widerstandsfähigkeit gegen 2 Millionen Lastwechsel; Grundzugspannung  $\sigma_u = 0,5$  kg/mm<sup>2</sup>.

<sup>5)</sup> Vgl. u. a. Z. d. VdI 1932, S. 441. Ein weiterer Bericht ist in Vorbereitung.

c) Wenn zu der bewegten Last eine ruhende hinzu tritt, so kann die ruhende Belastung zunächst mit der bewegten Last wirken, ohne daß die letztere wesentlich kleiner werden müßte; die Anstrengung, welche durch die bewegten Lasten ertragen wird, geht mit Zunahme des Anteils der ruhenden Last langsam zurück. Allerdings läßt sich bekanntlich diese Eigenschaft der Stähle nicht voll ausnutzen, weil beim Vorhandensein großer Grundspannungen durch ruhende Lasten die Fließgrenze der Stähle maßgebend wird; beim Überschreiten der Fließgrenze würden die Formänderungen in der Regel unzulässig groß.

Abb. 1 zeigt zwei Beispiele, unten für einen Stahl St 37, oben für einen Stahl St 52<sup>6)</sup>. Der ausnutzbare Bereich der beiden Stähle ist durch Strichelung hervorgehoben.

d) Die Ergebnisse unter c) erinnern, daß die Stähle im Stab mit Bohrung bis zu sehr hohen Belastungen bedeutende schwingende Anstrengungen ertragen, die beim Erreichen der Fließgrenze von St 37 noch rund  $\frac{3}{5}$  der Ursprungsfestigkeit betragen (vgl. Abb. 1). Auch dieses Ergebnis ist bei Beurteilung der Widerstandsfähigkeit von Schweißverbindungen vergleichsweise heranzuziehen.

e) Die Schwingungsfestigkeit (Wechsel zwischen Zug und Druck) von Baustählen mit Bohrung (Widerstandsfähigkeit beim Wechsel zwischen Zug- und Druckanstrengungen in den Grenzwerten von gleicher Größe) ist bis jetzt noch nicht ausreichend erkundet. Die dem Verfasser bekannten Versuche<sup>7)</sup> mit Konstruktionselementen lassen zunächst erwarten, daß die Schwingungswerte, die bei Wechselbelastung ertragen wird, etwas höher sein wird als die Schwingungswerte bei Ursprungsbelastung.

### B. Über den Einfluß der Beschaffenheit des Materials an der Schweißstelle. Einfluß der Gestalt der Schweißraupe.

#### 1. Einiges zur Ausführung von Stumpfnähten.

a) Aus vielen Versuchen ist bekannt, daß alle Querschnittsänderungen zu örtlichen Spannungserhöhungen führen, bei sonst gleichen Verhältnissen um so mehr, je schärfer, also je weniger vermittelt diese Änderung stattfindet<sup>8)</sup> (Fehlstellen im Innern des Stabes, Einfluß von Kerben in der Walzhaut, Einfluß von Bohrungen, Bunden usf.) Demgemäß lieferten Schweißverbindungen mit stark porigem Schweißmaterial geringe Ursprungsfestigkeiten.

<sup>6)</sup> Vgl. u. a. Dauerfestigkeit von Stählen mit Walzhaut ohne und mit Bohrung, von Niet- und Schweißverbindungen, VDI-Verlag 1931, S. 18, Abb. 23 u. 24.

<sup>7)</sup> Vgl. u. a. Wöhler, Z. f. Bauwes. 1870, Sp. 83 u. f.; Haigh, Engng. 1930, S. 231 u. f.; Schulz und Buchholz, Internationaler Verband für Materialprüfung, Kongreß Zürich 1931, S. 293 u. f. Eigene Versuche sind eingeleitet.

<sup>8)</sup> Vgl. u. a. Graf, Die Dauerfestigkeit der Werkstoffe und der Konstruktionselemente, Verlag Julius Springer, Berlin 1929, sowie die in Fußbemerkung 6 genannte Schrift; Thum und Buchmann, Dauerfestigkeit und Konstruktion, VDI-Verlag 1932.

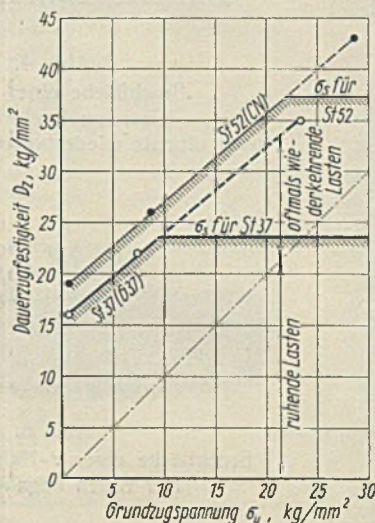


Abb. 1.

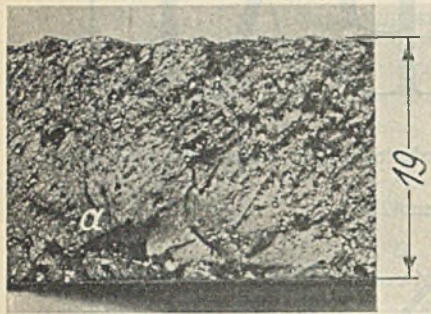


Abb. 2. Bruchfläche einer Lichtbogenschweißung. Der Dauerbruch begann bei *a*.

zugfestigkeiten. Z. B. fand sich für eine Lichtbogenschweißung in Flachstahl St 37, in der Schweißung mit Poren und Schlacken, die Ursprungsfestigkeit  $D_{zu} = 10 \text{ kg/mm}^2$ ; der Bruch ging dabei von inneren Fehlstellen aus, wie aus Abb. 2 bei *a* zu sehen ist<sup>9)</sup>.

Diese Ursprungszugfestigkeit der Schweißverbindung ist weit kleiner als die Ursprungszugfestigkeit des gebohrten Stabes aus St 37, wie ein Vergleich mit den Zahlen unter A ohne weiteres ergibt. Es muß deshalb zunächst gefordert werden, daß die Schweißung in Konstruktionselementen, die oftmals wiederkehrende Belastungen aufnehmen sollen, praktisch poren-

frei oder doch porenarm hergestellt wird, sofern der durch die Schweißstelle verbundene Werkstoff weitgehend ausgenutzt werden soll.



Abb. 5. Gasschmelzschweißung (V-Naht) nach oftmals wiederholter Zugbelastung.

b) Weitere innere Fehlstellen sind u. a. bei X-Nähten aufgetreten, wenn die Fugen nicht durchgeschweißt waren. Abb. 3 zeigt eine Lichtbogenschweißung, die beim Dauerzugversuch in der Schweißstelle brach, weil die Fuge in der Mitte an ihrer engsten Stelle offen blieb. Der Bruch ging von dieser Fuge aus. Die Ursprungszugfestigkeit erreichte auch hier nur den Wert  $D_{zu} = 10 \text{ kg/mm}^2$ .

Lehrreich ist hier ferner Abb. 4, zu einer Gasverschmelzung von rund 25 mm starken Blechen aus St 37 gehörig. Die Verbindung war als X-Naht hergestellt. Der Bruch begann an einer kleinen Fehlstelle bei *a*. Im übrigen handelt es sich um eine praktisch porenfreie, sachgemäß hergestellte Schweißung. Die Ursprungsfestigkeit erreichte  $D_{zu} = 15 \text{ kg/mm}^2$ , war also höher als bei den bisher beschriebenen Beispielen; der höhere Wert entstand, weil die Mängel wesentlich geringer waren als in Abb. 2.

c) Bei V-Nähten verbleiben Kerben, wenn die Wurzel der Naht nicht nachgeschweißt wird oder wenn das Nachschweißen nicht sorgfältig geschieht. Abb. 5 u. 6 zeigen die V-Naht einer Gasschmelzschweißung, Werkstoff St 37, die gemäß Abb. 6 von einer Breitseite ausgehend brach, weil die Wurzel bei *a* nicht geschlossen war. Die Ursprungsfestigkeit betrug hier  $D_{zu} = \text{rund } 17 \text{ kg/mm}^2$ . Es handelt sich um eine an sich gute Schweißung, die einige örtliche Fehler aufwies.

Wiederholt war wie hier festzustellen, daß ein sorgfältiger, gleichmäßiger Schluß der Wurzel der V-Naht nötig ist, wenn eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen oftmals wiederkehrende Lasten entstehen soll.

d) Schweißungen mit scharf abgesetzten Rauhen, etwa wie in Abb. 7 ausgeführt (Elektroschweißung, St 37), brachen, wenn die Schweißung selbst gut war, häufig beim Rand der Raupe. Die plötzliche Querschnittsänderung bei *R* führte zu Spannungserhöhungen; von dort ging im vorliegenden

<sup>9)</sup> Vgl. in dem unter Fußbemerkung 8 zuerst bezeichneten Buch, S. 23 u. f.

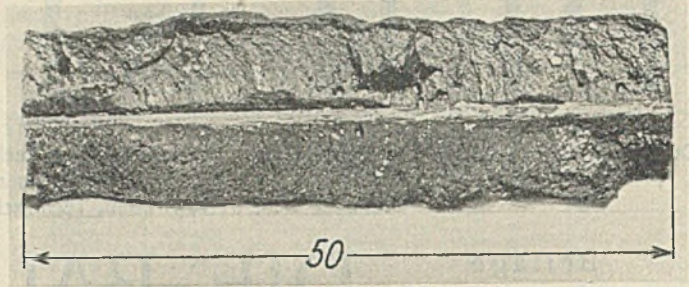


Abb. 3. Bruchfläche einer X-Naht mit offener Fuge. Lichtbogenschweißung (Seelenelektroden) nach oftmals wiederholter Zugbelastung.

Fall der Bruch aus. Abb. 8 zeigt die porenfreie Bruchfläche mit den Merkmalen des Bruchbeginns bei *b, b, b*; die Ursprungszugfestigkeit betrug  $D_{zu} = 10 \text{ kg/mm}^2$ .

e) Nach den Bemerkungen unter a) bis d) gehören zu Schweißungen mit hoher Dauerzugfestigkeit u. a. folgende Eigenschaften: praktisch

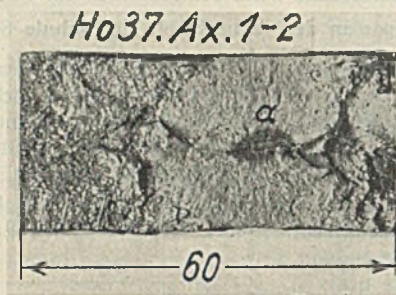


Abb. 4. Bruchfläche einer X-Naht. Gasschmelzschweißung nach oftmals wiederholter Zugbelastung.

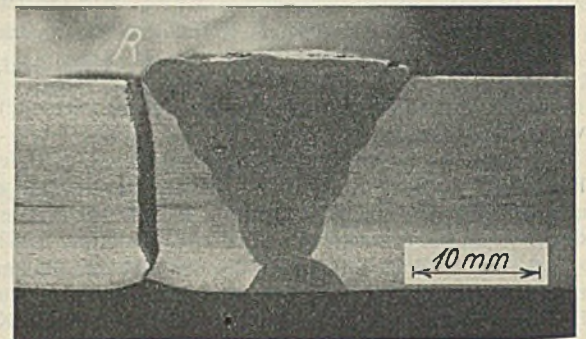


Abb. 7. Querschnitt durch eine V-Naht. (Lichtbogenschweißung, Gleichstrom, blanke Elektroden) nach oftmals wiederholter Zugbelastung. Beginn des Dauerbruchs bei *R* infolge plötzlicher Querschnittsänderung.

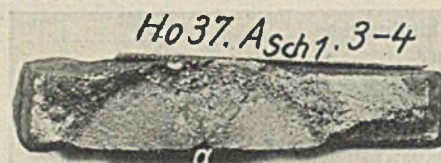


Abb. 6. Bruchfläche einer V-Naht nach Abb. 5. Der Bruch begann bei *a*.

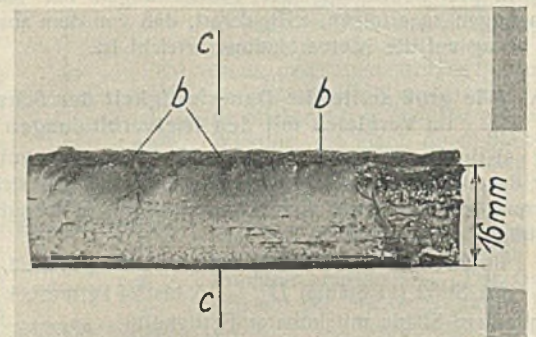


Abb. 8. Bruchfläche der V-Naht nach Abb. 7.

Zur weiteren Erläuterung sind im folgenden Schnitte durch gute Stumpfnähte wiedergegeben.

Abb. 9 gehört zu einer Lichtbogenschweißung (V-Naht, St 37).  $D_{zu}$  betrug  $18 \text{ kg/mm}^2$ , erreichte also die Widerstandsfähigkeit, welche nach dem unter A Mitgeteilten für den gebohrten Flachstab aus St 37 im Mittel erreicht wird. Die Schweißstelle hatte allerdings stetige Übergänge.

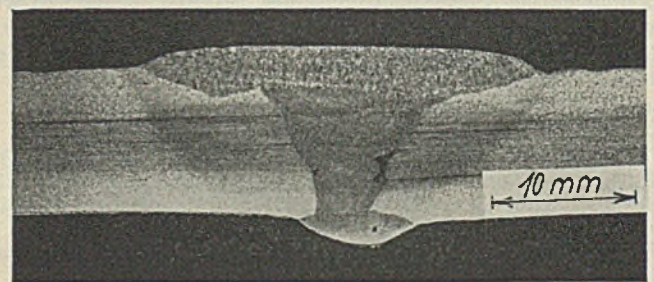


Abb. 9. Lichtbogenschweißung, V-Naht mit stetigen Querschnittsübergängen (Wechselstrom, umhüllte Elektrode).

porenfreies oder doch porenarmes Material in der Schweißstelle, überall gut geschlossene Fugen, Schweißraupen, die nicht scharf abgesetzt, sondern mit allmählichem Übergang und wenig vortretend hergestellt sind.

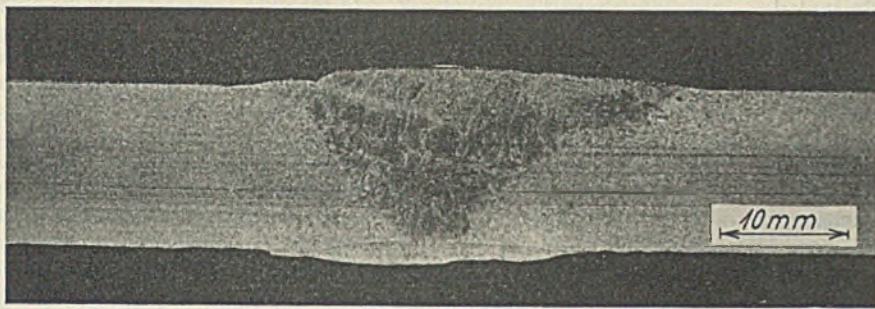


Abb. 10. Gasschmelzschweißung, V-Naht.

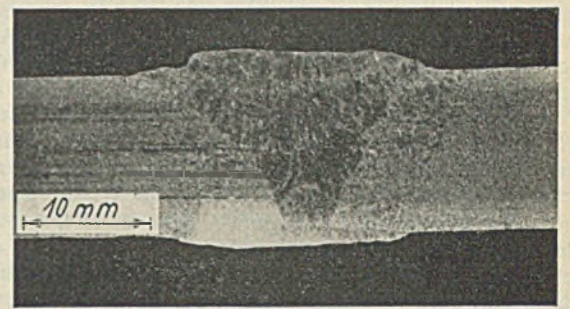


Abb. 11. Gasschmelzschweißung, V-Naht.

Abb. 10 zeigt den Querschnitt einer schrägen V-Naht einer Gasschmelzschweißung (St 37).  $D_{zu}$  erreichte hier den besonders hohen Wert von 22 kg/mm<sup>2</sup>. In Abb. 11 ist eine Gasschmelzschweißung gleicher Fertigung, jedoch aus einer Naht, die normal angeordnet war, wiedergegeben.  $D_{zu}$  betrug hier 18 kg/mm<sup>2</sup>. Die Beispiele zeigen, daß für geschweißte Stücke Ursprungsfestigkeiten ermittelt wurden, die den Werten für gebohrte Stäbe gleichkommen. Dabei waren die Schweißnähte praktisch porenfrei oder jedenfalls porenarm, in den Fugen gut geschlossen und mit allmählicher Querschnittsänderung anlaufend.

Wichtig ist hier vor allem, daß die Kerben, welche die guten Schweißverbindungen innen und außen besaßen, die Ursprungsfestigkeit in gleichem Maß beeinflussen wie eine sachgemäß hergestellte Bohrung. Damit ist eine Güte der Schweißverbindung erreicht, wie sie für unbearbeitete Schweißverbindungen günstigstenfalls erwartet werden konnte.

f) Da die Schweißraupe die Ursprungsfestigkeit u. a. wegen der Querschnittsänderungen an der Schweißnaht beeinflusst (vgl. unter e), kann die Widerstandsfähigkeit gegen oftmals wiederkehrende Lasten bei dichten, gut geschlossenen Schweißnähten durch Bearbeiten der Schweißnaht erhöht werden, derart, daß die Raupe abgearbeitet und der Querschnitt des Stabes durchweg gleich wird; die Bearbeitung muß sachgemäß geschehen (Hobeln und Schlichten parallel zur Zugrichtung u. dgl.)<sup>10)</sup>.

g) Inwieweit die Ursprungzugfestigkeit der Schweißstelle durch

<sup>10)</sup> Näheres vgl. Dissertation Pfeiffer, Stuttgart 1929, S. 42; ferner Ulrich, Mitt. der Vereinigung der Großkesselbesitzer, Heft 40, S. 291 u. 292.

Glühen verbessert werden kann, hängt vom Schweißverfahren und von den verwendeten Stoffen ab<sup>11)</sup>.

h) Durch Überschmieden und Hämmern kann die Dauerfestigkeit erhöht werden, sei es, daß damit ein Verdichten der Schweißstelle stattfindet, sei es, daß damit die äußeren Schichten Druckspannungen erhalten usw.<sup>12)</sup>. Jedoch ist hier nur nach vorsichtiger Überlegung vorzugehen.

i) Bei Stumpfschweißungen soll die Schweißstelle mindestens die gleiche Widerstandsfähigkeit aufweisen wie der Werkstoff der zu verbindenden Stücke; ein erhebliches Mehr an Festigkeit für die Schweißstelle ist nicht nötig<sup>13)</sup>, da dieses in der Regel nicht zur Geltung kommen kann<sup>14)</sup>.

Die in Stuttgart auf Ursprungzugfestigkeit geprüften Stumpfnähte in St 37 stammen aus sieben Werkstätten, die mit verschiedenen Schweiß-

<sup>11)</sup> Vgl. hierzu u. a. Dissertation Pfeiffer, Stuttgart 1929, S. 42; ferner Peterson und Jennings, fatigue tests of weld metal, Proceedings of the American Society for Testing Materials 1931.

<sup>12)</sup> Vgl. u. a. Peterson und Jennings, Proceedings of the American Society for Testing Materials 1931; ferner Hofmann, Elektroschweißung 1932, Heft 4.

<sup>13)</sup> Die unter A, a) mitgeteilten Zahlenreihen zeigen, daß die Ursprungzugfestigkeit der Baustähle mit steigender Zugfestigkeit verhältnismäßig wenig zunimmt, weil die Oberflächenbeschaffenheit dabei wesentlich beteiligt ist. Demzufolge ist zur Zeit nicht zu erwarten, daß bei Stumpfschweißungen die Zugfestigkeit des Stoffes in der Schweißnaht an sich wesentliche Bedeutung für die Ursprungsfestigkeit hat.

<sup>14)</sup> Körper mit guten Schweißstellen brachen am Übergang der Schweißstelle zum Grundmaterial.

Zusammenstellung 1. Stumpfschweißungen für St 37.

1	2	3	4	5	6	7	8
Werkstatt	Schweißstab	Blechstärke mm	V- oder X-Naht	Ursprungzugfestigkeit <sup>1)</sup> kg/mm <sup>2</sup>	Kugeldruckhärte <sup>2)</sup> (Brinell) in der Schweißstelle kg/mm <sup>2</sup>	Beschaffenheit der Bruchfläche <sup>3)</sup>	Äußere Form der Schweißnaht
a) Gasschmelzschweißungen							
G	—	{ 10 10	V X	15 16	140/171	Dicht, grobe Körner? Dicht, grobe Körner	Schweißraupen meistens flach, zum Teil örtlich steil (vgl. auch Bautechn. 1932, S. 397, Abb. 3)
H	z	{ 13 13	V V	18 <sup>2)</sup> 12 <sup>2)</sup> <sup>3)</sup>		Dicht, grobe Körner Dicht, grobe Körner	Schweißraupen in der Regel flach ansteigend (vgl. Abb. 11) Schweißraupen an der Wurzel unregelmäßig und steil ansteigend
		26	X	15 <sup>2)</sup>		Dicht, grobe Körner, in der Mittenichtgebundene Stellen	Schweißraupen sehr flach ansteigend
b) Lichtbogenschweißungen							
A	b <sub>1</sub> b <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10	V	10	137/146	Porig, grobe Körner, an der Wurzel nicht gebund. Stellen	Schweißraupen steil ansteigend
		10	V	18		Dicht, grobe Körner	Schweißraupen flach ansteigend (vgl. Abb. 9)
		10	X	10		Porig, feinkörnig, in der Mitte nicht gebundene Stellen	Schweißraupen sehr flach ansteigend
R	c <sub>1</sub>	12	V	17	140/148	Dicht, feinkörnig, Bruch neben Schweißstelle	Schweißraupen in der Regel flach ansteigend
D	d <sub>1</sub>	10	V	15		Dicht, grobe Körner	Schweißraupen an der Wurzel steil, auf der anderen Seite flach ansteigend (vgl. auch Bautechn. 1932, S. 396, Abb. 2)
		10	X	10		Porig, in der Mitte nicht verschweißt	Schweißraupen steil ansteigend
W	a <sub>1</sub>	16	V	9 <sup>2)</sup>	113/155	Porig, grobe Körner, Kerbe an der Wurzel	Schweißraupen steil ansteigend
		16	V	10		Porig, grobe Körner	Schweißraupen auf einer Seite steil ansteigend (vgl. Abb. 7)
S	e <sub>1</sub>	12	V	13 <sup>2)</sup>		Meist dicht, feinkörnig, Bruch von Fehlstelle ausgehend	Schweißraupen flach ansteigend
R	c <sub>2</sub>	15	X	15 <sup>2)</sup>			

<sup>1)</sup>  $\sigma_u = 0,5 \text{ kg/mm}^2$ . — <sup>2)</sup> Probestäbe seitlich nicht bearbeitet. — <sup>3)</sup> Wurzelseitig nicht nachgeschweißt. — <sup>4)</sup> Stabbreite 14 cm, seitlich nicht bearbeitet. Alle anderen Schweißungen unter b) sind aus breiten Blechen gesägt und seitlich bearbeitet. — <sup>5)</sup> Klein- und Höchstwerte. — <sup>6)</sup> Dauerbruchansatz in allen Fällen feinkörnig. — <sup>7)</sup> Mehrfach abgesetzte Bruchfläche. — <sup>8)</sup> Vgl. Ulrich, Mitt. der Vereinigung der Großkesselbesitzer, Heft 40, S. 291, Abb. 48.

stäben und verschiedenen Einrichtungen gearbeitet haben. Die Ergebnisse finden sich in der vorstehenden Zusammenstellung 1. Aus Spalte 6 ergibt sich, daß die Festigkeit der Schweißnaht wiederholt weit über die Festigkeit des Grundwerkstoffes hinausging. Weiter zeigt Abb. 12 an einem Beispiel die Veränderlichkeit der Härte in der Mitte des Längsschnitts, wie sie bei verschiedenen Schweißstellen ermittelt wurde. Abb. 12 gilt für eine Schweißung, aus der das in Abb. 9 dargestellte Stück entnommen ist (Lichtbogenschweißung mit umhüllter Elektrode); die Werte  $\sigma_z$  reichen an den geprüften Stellen bis rund 53 kg/mm<sup>2</sup>. Bei anderen Lichtbogenschweißungen sind noch größere Festigkeiten ermittelt worden. Bei einer Gasschmelzschweißung wurden bis rund 62 kg/mm<sup>2</sup> erreicht. Weitere Untersuchungen dieser Art, auch in den Randzonen der Schweißstellen, lieferten ähnliche Bilder.

k) Die Ursprungsfestigkeit von Stumpfschweißungen aus St 52 ist bei unseren bisherigen Versuchen nicht größer ausgefallen als mit St 37 (vgl. auch unter A, a). Hier soll durch weitere Versuche Klarstellung gesucht werden.

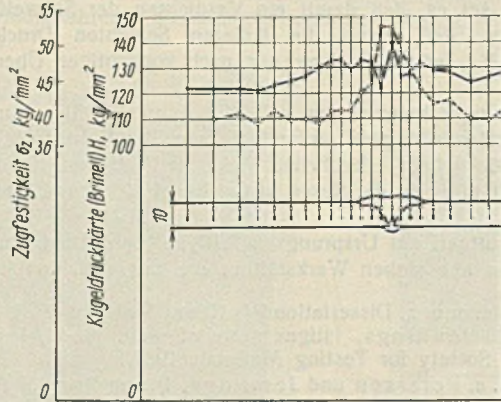


Abb. 12. Verlauf der Härte in der Mitte des Längsschnitts.

2. Über die Bedeutung der Eigenschaften des Werkstoffes in Verbindungen mit Flankenkehlnähten.

a) Zu den ersten Versuchen über die Ursprungsfestigkeit von Schweißverbindungen gehörten solche nach Abb. 13<sup>15)</sup>; Flachstäbe mit der Breite  $B$  waren mit Flankenkehlnähten an breitere Stücke angeschlossen, entsprechend dem, was bei Fachwerken an den Knotenpunkten als üblich gefunden wurde. Die Schweißnähte waren in der Regel derart bemessen,

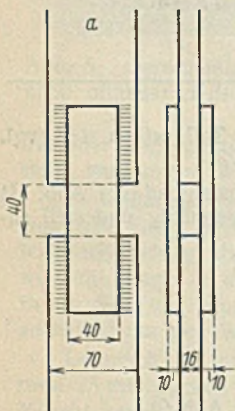


Abb. 13. Abmessungen für Abb. 14 u. 15.

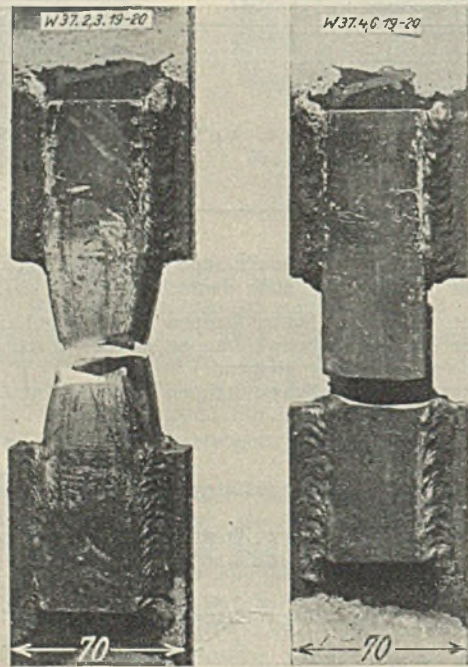


Abb. 14.

Abb. 15.

Lichtbogenschweißungen nach Abb. 13. Links nach dem gewöhnlichen Zugversuch ( $\sigma_z = 41,2 \text{ kg/mm}^2$ ), rechts nach 1437 000 Lastwechseln zwischen  $\sigma_{II} = 0,5 \text{ kg/mm}^2$  und  $\sigma_D = 9 \text{ kg/mm}^2$ .

daß  $\rho : \sigma$  rund 0,5 war. Beim gewöhnlichen Zerreiversuch erfolgte die Zerstörung nach Abb. 14, beim Dauerversuch gemäß Abb. 15<sup>16)</sup>. Beim gewöhnlichen Zerreiversuch brach der Flachstab in der Mitte nach starker Dehnung und Einschnürung; bei oftmals wiederholter Zugbelastung riß der Flachstab ohne deutliche Formänderung zuerst beim Beginn der Schweißnaht, von den Schmalseiten ausgehend<sup>17)</sup>.

<sup>15)</sup> Vgl. Dauerfestigkeit von Sthlen mit Walzhaut, ohne und mit Bohrung, von Niet- und Schweißverbindungen, Berlin, VDI-Verlag, 1931, S. 38 u. f.

<sup>16)</sup> Vgl. auch Bautechn. 1932, S. 416.

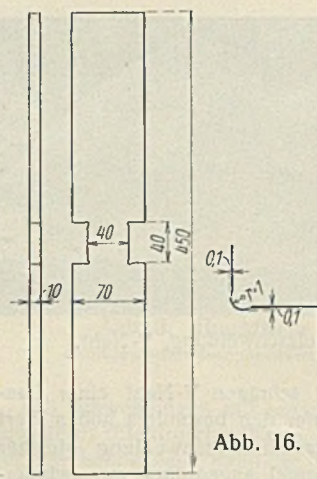


Abb. 16.

b) Abb. 15 erinnert, daß die Widerstandsfähigkeit gegen oftmals wiederholte Zugbelastung durch Querschnittsänderungen wesentlich eingeschränkt werden kann (vgl. unter B, 1a); außerdem ist hier wichtig daß die Querschnittsänderung an der maßgebenden Stelle bei Körpern nach Abb. 13 u. 14 bedeutend ist<sup>18)</sup>. Überdies sind die Kräfte aus dem Flachstab über die Schmalseiten unter starker Ablenkung nach dem Mittelblech zu leiten<sup>19)</sup>. Dementsprechend stand zu erwarten, daß die Ursprungsfestigkeiten von Verbindungen nach Abb. 13 unter sonst gleichen Umständen (gleiche Werkstoffe in den Blechen und in der Schweißstelle, gleiche Hersteller usw.) kleiner ausfallen können als bei Stumpfschweißungen. Zusammenstellung 2 enthält die Angaben zu den bis Ende 1932 geprüften Verbindungen nach Abb. 13. Ein Vergleich mit Zusammenstellung 1 ergibt u. a. folgende, in Zusammenstellung 3 aufgeführte Werte.

Zusammenstellung 2.  
Verbindungen nach Abb. 13 aus St 37,  $\rho : \sigma \approx 0,5$  bis 0,7.

Werkstatt	Schweistab	Laschenstrke	Laschenbreite $B$	Ursprungsfestigkeit $D_{zu}$ (i. Klammern $\rho : \sigma$ )
		mm	mm	kg/mm <sup>2</sup>
a) Gasschmelzschweiungen				
G		10	40	14 (0,5)
		10	40	10 (0,7)
H	$z$	10	40	9*) (0,5)
b) Lichtbogenschweißungen				
D	$d_1$	10	40	8 (0,5)
	$d_1$	10	40	8 (0,5)
W	$a_1$	10	25	10 (0,6)
	$a_1$	10	40	9 (0,6)
	$a_1$	10	70	7 (0,7)
S	$e_2$	10	40	6*) (0,5)

\*) Freie Länge des Stabes zwischen den Schweißstellen  $l_z = 100 \text{ mm}$ ; sonst  $l_z = 40 \text{ mm}$ .

Zusammenstellung 3.

Werkstatt	Ursprungsfestigkeit in kg/mm <sup>2</sup>	
	für Stumpfschweißung*) (V-Naht)	für Verbindungen nach Abb. 13 ( $B = 40 \text{ mm}$ )
G	15	14
H	18	9
D	15	8
W	10	9

\*) Wurzelseitig nachgeschweißt.

Hiernach ist die Ursprungsfestigkeit in einem Fall (Werkstatt G, Gasschmelzschweißung) bei der Verbindung nach Abb. 13 mit Längskehlnähten recht zufriedenstellend und überdies nur wenig kleiner ausgefallen als bei der Stumpfschweißung; bei den Proben aus den Werkstätten H und D hat die Verbindung nach Abb. 13 weit kleinere Werte geliefert als die Stumpfschweißung; die Proben aus der Werkstatt W erscheinen im ganzen geringwertig.

c) Die Zahlen unter b) zeigen, daß entsprechend dem, was die Elastizitätslehre erwarten läßt, Verbindungen mit Flankenkehlnähten gegen oftmals wiederholte Belastung zur Zeit geringwertiger sind als Stumpfnähte. Dieses Ergebnis hat an vielen Stellen zu der Auffassung geführt, daß von Verbindungen mit Flankenkehlnähten verhältnismäßig geringe Dauerzugfestigkeit vorauszusetzen sei. Dazu sei aufmerksam

<sup>17)</sup> ber den Verlauf der Risse beim Dauerzugversuch vgl. Stahlbau 1932, S. 179.

<sup>18)</sup> Zur Beurteilung der Bedeutung der Querschnittsänderung (ohne Querverschiebung der Querschnitte) sei auf den Einfluß von Bohrungen gemäß dem unter A, Gesagten, sowie auf folgende Zahlen verwiesen. Mit einem aus dem Handel bezogenen St 37 ( $\sigma_s = 23,6 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\sigma_z = 37,6 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\delta_{10} = 33\%$ ,  $\psi = 66\%$ ) fand sich die Ursprungsfestigkeit (Grundlast  $\sigma_u = 0,7 \text{ kg/mm}^2$ )

für Vollstbe (60 · 10 mm) . . . . . zu 24,9 kg/mm<sup>2</sup>,  
für Stäbe mit Bohrung (80 · 10 mm; Bohrung 20 mm) zu 16,0 kg/mm<sup>2</sup>,  
für Stäbe nach Abb. 16 . . . . . zu 15,0 kg/mm<sup>2</sup>.

Der Bruch der Stäbe nach Abb. 16 beginnt geneigt zur Stabachse; vgl. auch Abb. 15.

<sup>19)</sup> ber die Spannungsverteilung in Verbindungen mit Längskehlnähten vgl. u. a. Hollister und Gelman, Journal of the American Welding Society, Oktober 1932, S. 24 u. f.; Schaechterle, Bautechn. 1932, S. 603 u. f.; Melan, Ingenieurarchiv 1932, S. 123 u. f.

gemacht, daß die bisher veröffentlichten Ergebnisse mit handelsüblichen Elektroden zustande gekommen sind, und daß diese den Erfordernissen, wie sie unserer Aufgabe entspringen, anscheinend noch nicht gefolgt sind.

Zur Erläuterung sei folgendes bemerkt. An den Enden der Längskehlnähte treten hohe Spannungsschwellen auf. Diese können durch örtliches Nachgeben des Baustoffes erheblich abgebaut werden, u. a. bei Verwendung von Stahl mit niederer, stark ausgeprägter Streckgrenze mehr als mit Stahl, der eine höhere, wenig ausgeprägte Streckgrenze besitzt. Man wird deshalb in Längskehlnähten nachgiebigen Werkstoff bevorzugt verwenden.

Nach den bisher besprochenen Versuchen kann diese Auffassung zutreffend sein, weil die Verbindung nach Abb. 13, welche die Ursprungsfestigkeit  $D_{zu} = 14 \text{ kg/mm}^2$  geliefert hat, in den Schweißnähten porenfreien weichen Werkstoff enthielt (Brinellhärte  $H$  rund 120).

Alle Rechte vorbehalten.

## Abänderungsvorschläge zu DIN 4100.

Auf unsere Aufforderung zur Einreichung von Abänderungs- und Ergänzungsanträgen für DIN 4100 in Heft 6 sind uns eine große Anzahl Zuschriften zugegangen, von denen wir nachstehend einen Auszug bringen. Dem Zweck dieser Veröffentlichung entsprechend, sind die Vorschläge einander gegenübergestellt, unabhängig davon, ob sie sich ergänzen oder widersprechen.

Diese Mitteilungen werden für den Brückenbau (DIN 4100: Teil II) im Heft 12 fortgesetzt. Die Schriftleitung.

### I. Hochbauten.

#### Zu § 2: Werkstoffe, Abs. 1:

In Übereinstimmung mit § 5 empfiehlt sich bei Angabe der Werkstoffe, die sich für die Schweißung eignen, die Einschaltung der Handelsgüte.

#### Zu Abs. 2:

Die Wahl des zweckmäßigen Schweißdrahtes sollte in der bisherigen Weise offen bleiben, um nicht der weiteren Entwicklung blanker und umhüllter Elektroden oder Seelenelektroden mit großen Dehnungswerten vorzugreifen. Es kann auch nur von Fall zu Fall mit Rücksicht auf Wärmezufuhr und Schrumpfspannungen, Überkopfschweißen und Schweißen senkrechter Nähte entschieden werden, ob die Verwendung einer umhüllten Elektrode zu befürworten ist. Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß im allgemeinen bei Verwendung ummantelter Elektroden, um in horizontaler Lage arbeiten zu können, die Wende- und Transportkosten in der Werkstatt eine beträchtliche Erhöhung erfahren können. Auf Baustellen, wo das Wenden fast nie möglich ist, würde dann das Schweißen überhaupt fortfallen. Daraus geht ohne weiteres hervor, daß durch die Vorschrift umhüllter Elektroden eine allgemeine Verteuerung des Schweißprozesses unvermeidbar wäre, wozu auch Nebenarbeiten, wie Schlackenentfernung, Erhöhung der Elektrodenkosten usw., beitragen. Außerdem wächst die Gefahr der Schlackeneinschlüsse, die durch die magnetischen, heute noch nicht einwandfrei beherrschten Blaskwirkungen unterstützt wird. H.

Der Schiffbau und größtenteils auch der Maschinenbau bevorzugen nackte Drähte, um einen Geringstwert an Schrumpfspannungen zu erreichen. Der Kesselbau dagegen bevorzugt umhüllte Drähte wegen der größeren Dichtigkeit der damit erzeugten Nähte.

Ergänzend könnte vielleicht auf die vom Fachausschuß für Schweißtechnik beim VDI ausgearbeiteten Abnahmebedingungen für Schweißdrähte als Anhaltspunkt für die Wahl des zweckmäßigsten Schweißdrahtes hingewiesen werden. Sch.

#### Zu § 3: Schweißverfahren, Abs. 1:

Obwohl im Stahlbau zur Zeit die Lichtbogenschweißung (Gleich- oder Wechselstrom) vorherrscht, und in Vorschriften anderer Länder, z. B. in die tschechischen Normen, nur diese aufgenommen wurde, sollte die Fassung des Abs. 1 in unveränderter Form bestehen bleiben. Sch.

#### Zu Abs. 2:

Bei der Ungeklärtheit der festigkeitstechnischen Auswirkungen von Schrumpf- und Wärmespannungen sollte diese Vorschrift nur empfehlende Form erhalten, etwa in folgender Fassung:

Auf die Auswirkungen der Schrumpf- und Wärmespannungen sollte in jedem Einzelfall nach Möglichkeit Rücksicht genommen werden. Es empfiehlt sich daher die Wahl desjenigen Schweißverfahrens, das jeweils neben den vorgeschriebenen Gütewerten die geringsten ungünstigen Wärmespannungen oder Nebenerscheinungen, wie z. B. Verwerfungen, hervorruft.

In der bisherigen Form wird durch Abs. 2 die in Abs. 1 gegebene Freiheit bei der Wahl des Schweißverfahrens außerordentlich stark eingeschränkt. K.

#### Zu § 4: Berechnung von Schweißnähten, Abs. 2:

Es dürfte zweckmäßig sein, bei der Festlegung von Schweißnahtbezeichnungen in zwei Punkten auf die Arbeitsweise des Vorzeichners mehr als bisher Rücksicht zu nehmen:

1. Bei der Bezeichnung von unterbrochenen Kehlnähten ist nach DIN 4100 unter  $l$  die Länge des tragenden Teiles der Schweißnaht ohne die Kraterenden zu verstehen. Es wäre gut, dem Vorzeichner die Länge einschließlich der Kraterenden anzugeben, damit der Schweißer direkt an der vom Vorzeichner angegebenen Markierung beginnen kann. Der Änderungsantrag würde also lauten:

„Bei unterbrochenen Kehlnähten ist die Länge  $l$  der Naht anzugeben und hierunter die Gesamtlänge einschließlich der Kraterenden zu verstehen, so daß bei Errechnung dieses Maßes die Kraterenden dem tragenden Teil zuzuschlagen sind.“

Auf meine Anregung wird zur Zeit versucht, Schweißnähte aus einem Werkstoff herzustellen, der im geschweißten Zustand beim Überschreiten der Streckgrenze eine hohe Nachgiebigkeit aufweist.

Der Umstand, daß die Verbindung mit Längskehlnähten wenigstens in einem Fall die relativ gute Ursprungsfestigkeit  $D_{zu} = 14 \text{ kg/mm}^2$  geliefert hat, zeigt, daß die Möglichkeit besteht, auch bei solchen Verbindungen noch hohe Widerstandsfähigkeit gegen oftmals wiederholte Belastungen zu schaffen.

d) Verbindungen nach Abb. 13, aus St 52 hergestellt, erwiesen sich bis jetzt nicht widerstandsfähiger als solche aus St 37. Doch ist hiermit ein ausreichendes Urteil noch nicht zu gewinnen; es sind weitere Versuche abzuwarten. Im übrigen vgl. unter l, k).

e) Im ganzen muß hier zur Zeit empfohlen werden, daß Verbindungen mit Flankennähten in erster Linie zur Übertragung von Lasten benutzt werden, die vorherrschend ruhende sind. Weiteres s. unter C und D.

(Schluß folgt.)

2. In ähnlicher Weise ist bei der Bezeichnung von Schlitznähten nach der Dinorm die Angabe der Breite des Schlitzes, der Länge des Schlitzes, der Blechstärke und der Stärke der Schweißnaht zweckmäßiger als die bisher vorgesehene Angabe der Blechdicke, Nahtdicke und der abgewinkelten Nahtlänge. Der Änderungsantrag würde also lauten:

„Bei Schlitznähten ist die Blechdicke  $t$ , die Stärke der Schweißnaht  $a$ , die Länge des Schlitzes  $s$  und die Breite des Schlitzes  $d$  anzugeben in der Form:

$$\frac{t a}{s d} \cdot a$$

Fa. S.

Die Bestimmungen, „Bei Schlitznähten . . . . (wird der verbleibende Raum mit Schweißgut ausgefüllt, so darf dieser Teil nicht als mittragend gewertet werden),“ und

„Abs. 5 . . . . „so sind die Schlitzlöcher bei Berechnung des nutzbaren Querschnittes abzuziehen.“

sind eine Härte, nachdem die Stumpfnahschweißung als die beste Schweißung allgemein anerkannt ist. Eine sachgemäß voll ausgeführte Schlitzschweißung ist nicht anders als eine durch Grundmaterial unterbrochene Stumpfschweißung anzusehen, wenn man sich die Haftung an der unterliegenden Platte fortdenkt.

Es wird vorgeschlagen, die auszufüllende Schweißung mit dem neu festzusetzenden Zulässigkeitsfaktor der Stumpfschweißung, vermindert um den Heftwert an der unteren Platte, einzusetzen und aus praktischen Gründen als eine feste Zahl (von etwa 0,5 zul.) anzugeben.

Die eckigen Langlochschlitzlöcher sind auf dem Blatt „Sinnbilder“ zu streichen, da die Ecke nachteilige Restwirkungen hat. H.

#### Zu Abs. 3:

In der empirischen Formel  $\varrho = \sqrt{\varrho_1^2 + \varrho_2^2}$  wird die Schubkraft nach Gl. (3)  $\varrho_2 = \frac{A}{\Sigma(a l)}$  auf die sämtlichen Anschlußnähte verteilt, also auf

deren unterschiedliche Eignung zur Aufnahme von Schubkräften keine Rücksicht genommen. Die Dresdener Ergänzungsversuche (s. „Stahlbau“ 1933, Heft 2) haben gezeigt, daß die Widerstandsfähigkeit von Anschlüssen, wie sie Bild 3 in DIN 4100 wiedergibt, durch Schubkräfte erheblich beeinflußt wird. Diese Feststellung stützt sich auf statische Versuche; es ist anzunehmen, daß bei dynamisch beanspruchten Anschlüssen dieser Art der Einfluß der Schubkräfte noch größer ist. Es wird daher vorgeschlagen, in die Formel (4) zur Ermittlung der Schubbeanspruchung

$$\varrho_2 = \frac{A}{F_s}$$

für  $F_s$  nur die Fläche der Stegnähte (Bild 3) einzuführen, die nach der allgemeinen Festigkeitslehre für die Übertragung der Schubkräfte in Betracht kommen. Ganz allgemein müßte gesagt werden, daß unter  $F_s$  die Fläche derjenigen Schweißnähte zu verstehen ist, die auf Grund ihrer Lage Schubkräfte in bevorzugtem Maße übertragen.

Für die Berücksichtigung dieses Vorschlages spricht:

1. daß die Vorschrift § 6, Abs. 2, hinfällig wird; denn in Fällen, wo auf Anordnung von Nähten verzichtet wird, die für die Übertragung der vorhandenen Querkraft besonders geeignet sind, also z. B. bei I-Trägern auf Steganschlüsse, würde  $\varrho_2 = \infty$  werden, da  $F_s = 0$  ist. Auch wenn  $F_s$  sehr klein wird, ergeben sich hohe Werte für die Gesamtspannung, was durchaus im Interesse der Erziehung zum zweckmäßigen Konstruieren liegt.

2. Daß diese Formel den tatsächlichen, schwer erfaßbaren Spannungsverhältnissen in solchen Anschlüssen näher kommt.

Bei der gültigen Berechnungsart wird die ungleichmäßige Verteilung der Schubspannungen in dem gesamten Schweißnahtanschluß durch Herabsetzung der zulässigen Beanspruchung für Formel (4) auf die für Absichern zulässige Spannung von  $0,5 \sigma_{zul}$  berücksichtigt. Da sich nach der abgeänderten Formel (4) höhere Beanspruchungen ergeben als bisher, wäre es statthaft, die Gesamtspannung mit  $0,6 \sigma_{zul}$  (jetzige zulässige Beanspruchung für Zug) zu begrenzen. Hiermit würde man auch der Tatsache Rechnung tragen, daß die Übertragung der Schubkräfte bei solchen Anschlüssen, wie z. B. bei Rahmentragwerken im Hochbau, gegenüber der Übertragung der Biegemomente an Bedeutung stark zurücktritt. Bei sehr hohen I-Trägern brauchte u. U. der Steg nicht auf seine ganze Höhe angeschlossen zu werden. Es wäre also Ersparnis an Nahtlänge möglich.

Sind, wie bei kurzen Kragarmen, die Schubspannungen ausschlaggebend, so wird dieser Grenzfall in der Regel ebenfalls mit derselben

Sicherheit erfaßt wie durch die jetzige Formel (4) bei einer zulässigen Gesamtspannung von  $0,5 \sigma_{zul}$ .

3. Gegen die vorgeschlagene Abwandlung der Formel kann eingewandt werden, daß Spannungen addiert werden, die nicht an der gleichen Stelle auftreten. Diese Feststellung bestätigt einerseits, daß dieses Problem der wirklichkeitstreuem Spannungsermittlung noch nicht gelöst ist, andererseits weist sie ebenfalls darauf hin, daß die Sicherheit der Anschlüsse bei Verwendung der vorgeschlagenen Formel nicht geringer wird als bisher. Kl.

Zu Abs. 4:

Die durch das Einbrennen der Schweiße hervorgerufene Werkstoffänderung kann nicht in jedem Fall als unschädlich gelten. Hierüber wäre ein anderer Wortlaut am Platze, da der Einbrand lediglich für die Berechnung unberücksichtigt bleiben soll. Fa. K.

Die Schwächung des Grundstoffes wird nicht für so bedeutend angesehen, daß der Konstrukteur diese rechnermäßig berücksichtigen müßte. Es sind einzelne Versuche wie folgt durchgeführt worden:

Einige Bleche wurden mit einer Raupe quer zur Walzrichtung versehen, die Überhöhung sauber abgefräst und in Streifen gesägt, ähnlich wie die Stumpfpfrobe lt. DIN 4100. Beim statischen Zerreiβversuch ergibt sich kein Unterschied gegenüber den Blechen ohne Raupen. Die Proben zeigten aber nur unterhalb der Schweiße ihre Einschnürung und zerrissen sämtlich im nicht eingebrannten Grundmaterial. Die Versuchsreihe mit dynamischer Belastung ist noch nicht abgeschlossen. H.

Der Abzug der Montagelöcher ist nur erforderlich, wenn tatsächlich eine Querschnittsschwächung vorliegt. Werden die Montagelöcher so angeordnet, daß der Querschnittsverlust vor der Lochstelle bereits durch Schweißnähte angeschlossen ist, so braucht ein Querschnittsabzug nicht gemacht zu werden. Bei Druckstäben ist der Lochabzug schon deshalb nicht gerechtfertigt, weil diese nach der Stabkraft  $\omega \cdot S$  bemessen werden, während sich die Abmessungen des Anschlusses nur nach  $S$  bestimmen. Sch.

Der zweite Satz wäre folgendermaßen zu ergänzen:

„Etwaige Löcher für Montagebolzen sind bei der Berechnung der Querschnitte abzuschwächen, falls diese nicht nach Fertigstellung des Bauwerkes schweißgerecht geschlossen werden.“ Fa. D.

Zu Abs. 5:

Für Schlitznähte gilt bezüglich des Schlitzabzuges das gleiche wie unter Abs. 4. Sch.

Siehe auch unter Abs. 2.

Zu Abs. 6:

Die Vorschrift ist zu ungünstig. Man müßte sich der Vorschrift für die Nietbauweise nähern und die zusätzliche Gurtplatte nur mit einem bestimmten Maß über den theoretischen Punkt hinausführen (bei der Nietbauweise sind zwei Nietpaare vorgesehen). Es empfiehlt sich, dieses Maß in Abhängigkeit von dem Querschnitt der anzuschließenden Gurtplatte zu bringen, so daß dieses Maß etwa dem Anschluß von  $\frac{f}{3}$  entspricht. Fa. St.

Dem Vorschlag von Dr. Kommerell nach „Stahlbau“ 1933, Heft 6, S. 47, Abb. 8, betr. „überschießendes Ende der Gurtplatten“ wird grundsätzlich zugestimmt. H.

Zu Abs. 7:

Der mittlere Deckklaschenanschluß scheint viel zu lang zu sein. Es wäre zweckmäßig, die Länge in Einklang zu bringen mit derjenigen bei genieteten Konstruktionen, die sich nach der Reichsbahn-Vorschrift bekanntlich mit bedeutend geringerer Länge ergibt.

Es wäre zweckmäßig, hier die Vorschriften genieteter Konstruktionen zu übernehmen, und den Satz wie folgt zu formulieren:

„Bei mittelbarer Kraftübertragung mit  $m$  Zwischenplatten ist die Gesamtlänge des Deckklaschenanschlusses  $= (1 + 0,3 \cdot m) \cdot l$  zu wählen, wo  $l$  die für die Platte erforderliche Anschlußlänge ist (Bild 4)“. D.

Empfohlen wird, die Gesamtlänge des Deckklaschenanschlusses auf 200 mm zu beschränken. D.

Es sollte weiterhin ein Zusatz folgenden Inhalts aufgenommen werden:

„Es ist zweckmäßig und wirtschaftlich, die Gurtplatten zu einer Stärke zusammenzufassen. Der Stoß der durch die Momentenfläche bestimmten Gurtplattenenden erfolgt zweckmäßig in Form einer V- bzw. X-Naht (vgl. auch Bemerkung zu § 5)“.

Zu empfehlen ist ein neuer Absatz 9:

„Kehlnähte sollen nicht stärker ausgeführt werden als es die statische Berechnung verlangt (weil zu starke Nähte ungünstige Wärmeeinflüsse hervorrufen ohne die Festigkeit zu erhöhen); sie sollen gleichschenkelig ausgeführt werden, weil ungleichschenkelige Nähte die Festigkeit der Naht nicht erhöhen, dagegen ungünstige Wärmespannungen hervorrufen und unwirtschaftlich sind. Hohlkehlnähte sind den Vollkehlnähten vorzuziehen (weil sie weniger kosten als statisch gleichwertige Vollkehlnähte, eine längere Flanke und damit eine größere Einbrandfläche besitzen und schließlich die Kerbgefahr an den Nahtändern geringer ist als bei Vollkehlnähten)“. Sch.

Zu § 5: Zulässige Spannungen der Schweißnähte, Abs. 1:

Die Erhöhung der zulässigen Spannungen ist unerläßlich. Sie kann aber weiterhin nicht abhängig gemacht werden „von der Möglichkeit, solche Stumpfverbindungen einwandfrei auf ihre ganze Länge auf guten Einbrand und fehlerfreie Beschaffenheit der Schweiße ohne deren Zerstörung im fertigen Bauwerk prüfen zu können“. Es gibt noch kein Verfahren, das derartige Möglichkeiten garantiert oder die Prüfungsmethode ist teurer als das Schweißen. Nach der Veröffentlichung in der Zeitschrift „Die Elektroschweißung“ 1932, Heft 11, kostet die Betriebsstunde einer Röntgenprüfung etwa 12,50 RM bei äußerst 800 Aufnahmestunden im Jahr.

Die Lohnkosten einer Stumpfnah würden demnach mit 800 bis 1000% zu belasten sein.

Die Prüfmethode Dr. Schmuckler ist gut als Erziehungsmittel für Schweißer, über den Zustand der Schweiße auf der ganzen Länge sagt sie nichts. Laufende Kontrollen der Anlage, der Stromspannungen beim Schweißen, der Handhabung der Elektroden durch einen besonders dafür angestellten Probenehmer, der täglich plötzlich die der jeweiligen Schweißausführung in Materialstärke, -sorte und Lage passende einfache Proben, die sofort zerreißen oder zerschlagen werden müssen, einschleibt, bieten nach dem heutigen Stand den sichersten und billigsten Weg für gutes Schweißen.

Wenn also die Erhöhung der zulässigen Spannungen

a) von der grundsätzlichen Anwendung der ummantelten Elektroden und

b) von der Prüfmöglichkeit auf der ganzen Länge abhängig gemacht wird,

so ist eine wirtschaftliche Anwendung damit nicht verbunden.

Zweckmäßig wird der Weg erachtet, für die Lieferung blanker Elektroden nur besonders zuverlässige Werke zuzulassen. Diese Werke müssen außerdem mit den Stahl erzeugenden Werken und den großen Verbrauchern (Reichsbahn) in Verbindung treten, um zu den bereits genormten Werkstoffen eine blanke oder leicht umhüllte Elektrode herauszubringen, die anstrebt, „daß Festigkeit und Dehnung der Schweiße gleichwertig mit dem Werkstoff der zu verschweißenden Teile werden“, oder, noch präziser ausgedrückt, „daß Festigkeit und Dehnung der (gefährlichen) Übergangzone ein möglichst hoch- oder vollwertiges Bindeglied (auch bei dynamisch beanspruchten Bauteilen) zu Werkstoff und Schweiß bilden.“

Aus einer solchen Verbindung zwischen Stahl- und Elektroden erzeugenden Werken und dem Verbraucher, der den Verwendungszweck am besten kennt, wird als Verbesserung im Schweißen mehr gewonnen als mit einer die Elektrodenfabrikation und -verarbeitung einengenden Vorschrift, die von der unerwünschten Vielheit der Fabrikate blanker als auch umhüllter Elektroden nur diese anerkennt. Die Folge würde sein, daß sofort nach Inkrafttreten der Vorschrift alle bisher blanken Elektroden mehr oder weniger umhüllt auf dem Markt erscheinen, wodurch die Gefahrenquelle nicht beseitigt ist.

Die bisherige Erfahrung lehrt, blanke Elektroden brauchen nicht schlecht zu sein, wenn nicht gerade der billigste Elektrodenlieferant herangezogen wird. Die meisten Werke haben auch bisher blanke oder leicht umhüllte oder Seelen-Elektroden verwendet. Bei unseren Werken ist nicht ein Rückschlag eingetreten, auch sind keine Rückschläge anderer Werke bekannt geworden, die lediglich darauf zurückzuführen sind, daß blanke Elektroden verwendet wurden. H.

Wir schlagen vor, diesen Absatz wie folgt zu fassen:

1. Für die Spannungen der Schweißnähte sind folgende Werte zulässig:

Nahtart	Art der Spannung	zul. Spannung $\rho_{zul}$	Bemerkung	
Stumpfnähte	Zug	$0,85 \cdot \sigma_{zul}$	$\sigma_{zul}$ ist die nach den bestehenden Bestimmungen für den zu verschweißenden Werkstoff zulässige Spannung.	
	Biegung	Zugzone		$0,85 \cdot \sigma_{zul}$
		Druckzone		$0,85 \cdot \sigma_{zul}$
	Abscheren	$0,65 \cdot \sigma_{zul}$		
Kehlnähte, (Stirn- u. Flankennähte)	jede Beanspruchungsart	$0,6 \cdot \sigma_{zul}$		

Zur Begründung obiger Werte wäre als Schweißnahtfestigkeit bei dem Zugversuch nach Bild 10, S. 8 mindestens  $3200 \text{ kg/cm}^2$  statt  $3000 \text{ kg/cm}^2$  zu fordern. (Werkstoff =  $3700 \text{ kg/cm}^2$ .) Da aber  $\frac{3200}{3700} = 0,865 > 0,85$  ist, ergibt sich für Stumpfnähte, beansprucht auf Zug, Druck und Biegung,  $\rho = 0,85 \sigma_{zul}$ .

Aus der geforderten Scherfestigkeit von  $2400 \text{ kg/cm}^2$  ergibt sich ein Verhältnis gegen die Festigkeit der Werkstoffe von  $\frac{2400}{3700} = 0,65$ . Daher könnte für Stumpfnähte, beansprucht auf Abscheren,  $\rho = 0,65 \sigma_{zul}$  sein.

Für Kehlnähte ist es gerechtfertigt, mit Rücksicht auf die geometrische Zerlegung der angreifenden Kraft senkrecht auf die unter  $45^\circ$  zur angreifenden Kraft stehenden Querschnitte  $a$  die zulässige Spannung jeder Beanspruchungsart mit  $\rho = \frac{0,85}{\sqrt{2}} \cdot \sigma_{zul} = 0,6 \sigma_{zul}$  in Rechnung zu stellen. Fa. D.

Die seit Einführung der DIN 4100 durchgeführten Versuche und die Vorschriften anderer Länder lassen eine Erhöhung der zulässigen Spannungen wünschenswert und berechtigt erscheinen. Die Tabelle 1 gibt eine Gegenüberstellung der  $\rho_{zul}$  der DIN 4100 mit den „Vorläufigen Vorschriften der Schweizerischen Bundesbahnen“, den tschechischen Vorschriften (Csn. 1920/1932), den englischen (British Standards Institution), den russischen und polnischen Vorschriften, welche letztere jedoch noch nicht endgültig sind.

Zu Tabelle 1 ist folgendes zu bemerken:

Die S. B. B. schreiben für alle Kraftnähte hochwertige, umhüllte Schweißdrähte vor, welche eine Nahtfestigkeit ergeben, die mindestens gleich der Festigkeit des Stabmaterials ist. Sie fordern außerdem eine dauernde Kontrolle der Schweißnähte in der Form, daß das Innere der Naht

Tabelle 1.

Nahtart	Art der Spannung	zul. Spannung $\rho_{zul}$	$\rho_{zul}$	$\rho_{zul}$	$\rho_{zul}$	$\rho_{zul}$	
Stumpfnähte	Zug	$0,6 \cdot \sigma_{zul}$	$0,7 \cdot \sigma_{zul}$	$0,67 \cdot \sigma_{zul}$	$0,75 \cdot \sigma_{zul}$	$0,65 \cdot \sigma_{zul}$	
	Druck	$0,75 \cdot \sigma_{zul}$	$1,0 \cdot \sigma_{zul}$	$0,9 \div 0,93 \cdot \sigma_{zul}$	$0,75 \cdot \sigma_{zul}$	$0,71 \cdot \sigma_{zul}$	
	Biegung	Zugzone	$0,6 \cdot \sigma_{zul}$	$0,7 \cdot \sigma_{zul}$	—	—	—
		Druckzone	$0,75 \cdot \sigma_{zul}$	$1,0 \cdot \sigma_{zul}$	—	—	—
	Abscheren	$0,5 \cdot \sigma_{zul}$	$0,7 \cdot \sigma_{zul}$	$0,58 \div 0,61 \cdot \sigma_{zul}^1)$	Stirn: $0,67 \div 0,46 \cdot \sigma_{zul}$ Flanken: $0,57 \div 0,46 \cdot \sigma_{zul}$	$0,52 \cdot \sigma_{zul}$ $0,46 \cdot \sigma_{zul}$	
Jede Beanspruchungsart	$0,5 \cdot \sigma_{zul}$	wie Stumpfnähte	wie Stumpfnähte	wie Stumpfnähte	wie Stumpfnähte		
		DIN 4100	Schweiz (S. B. B.)	Tschechoslowakei	Polen	Rußland <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup>  $\rho_{zul}$  nimmt mit wachsender Nahtdicke (von  $a = 3,5$  bis  $a = 12,7$  mm) ab. Bei Überkopfnähten 50% Abminderung von  $\rho_{zul}$ .  
<sup>2)</sup> „Stahlbau“ 1932, Heft 8.

stichprobenweise bloßgelegt wird (anfräsen) und lassen in diesem Falle auch für Zug und Schub Spannungen zu, welche den für das Stabmaterial zugelassenen entsprechen ( $\rho_{zul} = \sigma_{zul}$ ). Die tschechischen Vorschriften, die für Hoch- und Brückenbauten gelten, verlangen eine dauernde Kontrolle der Schweißer während der Arbeit, schreiben aber hochwertige Drähte wie die S. B. B. nicht vor. Sie fordern nur, daß die Drähte eine gute und gleichmäßige Naht gewährleisten. Bei Überkopfnähten sollen die  $\rho_{zul}$  um 50% herabgesetzt werden. Die englischen Vorschriften lassen Stumpfnähte auf Zug nur mit besonderen Decklaschen für die Nahtenden zu.

Die polnischen Vorschriften bedingen hochwertige umhüllte Drähte und Überwachung der Schweißarbeit.

Für die Prüfung der Drähte sind besondere ZerreiB- usw. Versuche vorgeschrieben, die aber für jede Elektrodenart nur einmal durchgeführt zu werden brauchen, wenn es sich um zuverlässige Firmen handelt.

Die verhältnismäßig niedrigen Beanspruchungen der Russen finden ihre Erklärung in der bisher noch nicht vollwertigen Ausführung geschweißter Konstruktionen in Rußland, obgleich dort mehr geschweißt wird als in jedem anderen Lande.

Werden in DIN 4100 künftig ebenfalls hochwertige Schweißdrähte und eine dauernde Überwachung der Schweißarbeit zur Voraussetzung gemacht, so können die bisherigen  $\rho_{zul}$  wesentlich erhöht werden.

Dabei sind nach den Versuchen, die in den Materialprüfungsämtern Dahlem, Dresden, Stuttgart u. a. durchgeführt wurden, Stumpfnähte als die beste Verbindung anzusehen, wobei einschränkend bemerkt werden muß, daß auf Zug beanspruchte Stumpfnähte, welche durch Nebenspannungen auch auf Biegung beansprucht werden, besondere Laschen u. dergl. angeordnet werden sollten, wie sie auch in den englischen Vorschriften gefordert werden.

Für die neue Fassung wären folgende Vorschläge zu erwägen:

Stumpfnähte auf Druck:  $\rho_{D,zul} = 1,0 \sigma_{zul}$  (wobei wie bisher die Nahtwulst unberücksichtigt bleibt).

Stumpfnähte auf Zug:  $\rho_{Z,zul} = 0,9 \sigma_{zul}$  (gegebenenfalls bei hochwertigen Schweißdrähten und zuverlässigen Firmen, die eine dauernde Kontrolle ihrer Schweißer und Schweißarbeiten durchführen:  $\rho_{Z,zul} = \sigma_{zul}$ ).

Stirnnähte auf Zug oder Druck bzw. Schub, sowie Flanken-nähte:  $\rho_{Sch,zul} = 0,65 \sigma_{zul}$

Es wäre bezüglich der Flankennähte noch hinzuzufügen, daß diese allein, bei dynamischen Belastungen unzulässig sind und daher nur in Verbindung mit Stumpf- oder Stirnnähten Verwendung finden sollten, es sei denn, daß sie an ihrem stabseitigen Ende gemäß Abb. 12 zugehäuft werden.

Die  $\rho_{zul}$  für Biegung sollten in DIN 4100 gestrichen werden, weil daraus leicht der falsche Schluß gezogen werden könnte, daß die Schweiß-nähte selbst auf Biegung beansprucht werden dürfen, was ja als unzulässig angesehen wird. Besondere  $\rho_{zul}$  für Biegung sind außerdem überflüssig, weil am biegungsfesten Anschluß ohnehin eine Umsetzung auf Druck, Zug und Schub erfolgt (vgl. Abb. 3, DIN 4100).

Für St 52 hängt die Festigkeit der Verbindung in hohem Maße von den verwendeten Schweißdrähten ab. Außerdem ist die Zusammensetzung und die Verschweißbarkeit bei dem von verschiedenen Walzwerken hergestellten St 52 sehr verschieden. Es empfiehlt sich daher, vorläufig für St 52 die Höhe der  $\rho_{zul}$  von Versuchen abhängig zu machen, die von den Lieferwerken unter behördlicher Mitwirkung durchzuführen sein würden. Auch bei anderen Stahlsorten wäre auf Grund von Versuchen die zulässige Spannung gemeinsam mit der aufsichtführenden Behörde besonders festzulegen.

Die Absätze 2 und 3 werden durch vorstehende Ergänzung entbehrlich.

1. Es dürfte zweckmäßig sein, in der Vorschrift darauf hinzuweisen, daß die Kehlnähte von Blechträgern als Teil der Träger selbst bis 1400 kg/cm<sup>2</sup> für St 37 bzw. 2100 kg/cm<sup>2</sup> für St 52 beansprucht werden dürfen. Diese Beanspruchungen treten in den erwähnten Kehlnähten automatisch auf, wenn das Gurtmaterial der Träger in der genannten Höhe beansprucht wird.

Fa. K.

Zu Abs. 2:

Hier wird auf Versuche zur Festsetzung der zulässigen Beanspruchungen hingewiesen. Solange keine Grundsätze und Bedingungen für diese Versuche festliegen, hat dieser Satz keinen Zweck. Es wäre besser, wenn auch für St 52 zulässige Beanspruchungen der Schweißnähte festgesetzt werden würden. In diesem Zusammenhang ist noch zu bemerken, daß die zulässige Spannung für Schweißnähte zwischen St 52 und St 37 ebenfalls festgelegt werden muß; allenfalls ist es notwendig, das Schweißgutmaterial von Fall zu Fall zu präzisieren.

Fa. K.

Als zulässige Beanspruchung wird empfohlen:

für Stumpfnähte Zug . . .  $\rho_{zul} = 0,90 \sigma_{zul}$

für Stumpfnähte Druck . . .  $\rho_{zul} = 1,00 \sigma_{zul}$

für Abscheren . . .  $\rho_{zul} = 0,65 - 0,70 \sigma_{zul}$

und für Kehlnähte . . .  $\rho_{zul} = 0,65 - 0,70 \sigma_{zul}$  Fa. St.

Zu Abs. 4:

Dieser Absatz ist überflüssig, da die neuen Reichsbahnvorschriften zur Berechnung mehrteiliger Druckstäbe auf den Vergleich mit den üblichen zulässigen Beanspruchungen zurückgeführt sind, also die Festlegung der Bruchfestigkeit der Bindeblechschweißnähte nicht erforderlich ist.

Kl.

Zu § 6, Abs. 2:

In verschiedenen Zuschriften wird empfohlen, § 6 in Form eines Anhanges den Vorschriften einzuverleiben, da er eigentlich keine „Vorschriften“ enthält.

Gleiches gilt auch bezüglich der Abs. 4 bis 9 des § 4.

Siehe unter § 4, Abs. 2.

Zu Abs. 5:

Folgende Änderung wird vorgeschlagen:

Die kleinste Kehlnahtlänge ist ohne Rücksicht auf  $a$  bisher zu 40 mm festgesetzt. Es dürfte zweckmäßig sein, dieses  $l_{min}$  in Verbindung mit der Schweißnahtstärke zu bringen und demgemäß zu verlangen:

$$l_{min} = 7a$$

(z. B. bei  $a = 4$  mm:  $l_{min} = 28$  mm;

bei  $a = 10$  mm:  $l_{min} = 60$  mm).

Zu Abs. 6:

Die Fassung ist nicht klar genug. Die Vertikalaussteifung von Stegblechen 8 mm stark (nach Abb. 1) ist unbedenklich und hat gegenüber versetzten Flacheisen nach Abb. 2 den Vorzug geringerer Schrupfspannungen infolge von Querschrumpfungen (s. später Heft 12). Aus dem

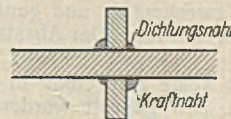


Abb. 1.

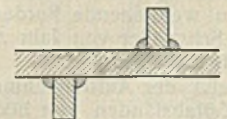


Abb. 2.

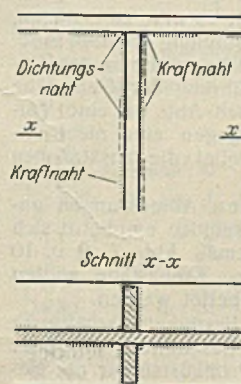


Abb. 3.

gleichen Grunde empfiehlt es sich auch, die Vertikalaussteifungen nicht mit durchlaufenden Nähten, sondern durch Zickzacknähte nach Abb. 3 mit dem Stegblech zu verbinden und bei Konstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind, dünne Dichtungsnähte hinzuzufügen (Abb. 1). In den Gurten sollen die Vertikal-Aussteifungsflachstähe ebenfalls zur Verminderung der Schrupfspannungen nur mit einer Festigkeitsnaht und einer dünnen Gegennaht, und zwar nur am Druckgurt eingeschweißt werden.

Zur Verbindung der Gurte mit den Stegblechen sind durchlaufende dünne und dicke Strichnähte vorzuziehen. Die Längsschrumpfung dieser Nähte ist gering. Die Kerbwirkungen an den Enden der einzelnen Schweißstriche werden vermieden und die Kosten verringert, besonders wenn die Längsnähte mit Automaten geschweißt werden.

Sch.

Die Aussteifungen können unbedenklich gegenübergestellt werden. Man vermeidet dann, daß im Stegblech Wellen entstehen. Das Anklinken könnte in noch weiteren Maßen erfolgen, wenn

1. die Aussteifungen scharf der Höhe des Steges angepaßt werden — wobei das Schrumpfungsmaß in der Länge zu berücksichtigen ist — und
2. nachdem alle Schweißarbeiten zwischen Steg und Aussteifung einerseits und Steg und Gurtplatten andererseits fertig sind, die Kopfschweißen der Aussteifungen mit den Gurtplatten von innen nach außen her vorgenommen werden, ist kein Verwerfen der Gurtplatte zu erwarten oder praktisch ohne Bedeutung. H.

**Zu Abs. 7:**

Bei Ausführung von Stumpfnähten ist die Tabelle der Reichsmarine als Ergänzung zu § 6, 7 geeignet oder besser bei den Sinnbildern als Empfehlung zu DIN 4100 unterzubringen, jedoch ist die Gefahr des Verbrennens bei  $h$  nur 1 mm groß und das Vorschweißen mit besonders dünnen Drähten erforderlich; für die autogene Schweißung ist jedoch, wenn Zahlen festgelegt werden, eine besondere Tabelle nötig, die engere Fugeneigenschaften kann. H.

Wir halten es für zweckmäßig, diesen Abschnitt wie folgt zu formulieren:

„Bei den V- und X-Nähten können die aneinanderstoßenden Kanten der Bleche und Stäbe bis zu 3 mm gebrochen werden (Bild 5). Bleche und Stäbe bis 5 mm Stärke können stumpf geschweißt werden ohne vorheriges Abschrägen der Stoßflächen.“  
Fa. D.

Bei den V- und X-Nähten könnte das Abschrägen der aneinanderstoßenden Blechkanten dann zum Teil wegfallen, wenn hochwertiges Elektrodenmaterial für die Schweißnaht verwendet und durch tieferen Einbrand ein Verschmelzen des Muttermaterials gewährleistet wird. Fa. K.

Es wäre hier zu erwägen, die Abstumpfungswinkel von Stumpfnähten mit 60 bzw. 70° anzugeben. Sch.

**Zu Abs. 8:**

Die Angaben sollten für Anschlußnähte von Winkel- und anderen Profilen ergänzt werden.

Bei abgerundeten Winkelschenkeln oder Profilverflanschen kann  $a$  nach Abb. 4 festgestellt werden.

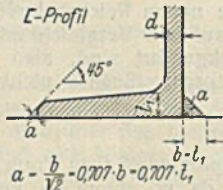


Abb. 4.

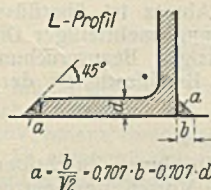


Abb. 5.

Auch der in den tschechischen Normen enthaltene Vorschlag (Abb. 5) ist erwägenswert.

Am Profilrücken kann infolge des Zusammenstoßes von Steg und Flansch und der Profilausrundung eine größere Nahtdicke:

$$b = t_1; a = 0,707 \cdot t_1 \text{ (Abb. 4) für } \square\text{-Profile u. dgl. bzw.}$$

$$b = d; a = 0,707 \cdot d \text{ (Abb. 5) für Winkel}$$

zugelassen werden. Sch.

Die Absätze 9 bis 12 bieten zur Änderung keinen besonderen Anlaß, bis auf den Abzug der Lochschwächung (Abs. 12) für den das unter § 4, 4 Gesagte gilt.

Allgemeine bauliche Gesichtspunkte siehe auch unter Brückenbau II. Sch.

**Zu § 7: Prüfung der Schweißer (s. auch unter § 5: Zur Frage der Spannungserhöhung und Elektrodenfrage), Abs. 4:**

Die Prüfung der Schweißer in Zeitabständen von einem Vierteljahr ist eine zu weitgehende Forderung. Es ist zweckmäßig und genügend, wenn die Schweißer von Jahr zu Jahr geprüft werden. Der Absatz wäre daher zu formulieren:

4. Weist der Auftragnehmer nach, daß seine Schweißer in regelmäßigen Zeitabständen von höchstens einem Jahr geprüft worden sind, so kann von einer besonderen Prüfung für jedes Bauwerk abgesehen werden. Fa. D.

**Zu Abs. 5:**

Werden die zulässigen Spannungen (§ 5) erhöht, so wäre zu erwägen, ob die geforderte Festigkeit der Zerreißprobe eine Erhöhung erfahren muß. Ferner muß darauf hingewiesen werden, daß die bisherige Form der Zerreißprobe verbesserungsbedürftig ist. Bei der Ausführung der Kreuzstäbe kommen häufig ungleichmäßige Nähte vor, die nach Abb. 6a eine Verbesserung des Prüfergebnisses, nach Abb. 6b dagegen eine nicht unbeträchtliche Verminderung desselben ergeben, wobei die zusätzlichen Biegemomente von großem Einfluß sind.

Da es außerdem schwierig ist, die wirklichen Abmessungen un bearbeiteter Kehlnähte bei diesen Proben zu messen, so empfiehlt sich grundsätzlich bei allen Proben der §§ 7 u. 8 (gemäß Abb. 7, 9 u. 10 DIN 4100) eine Bearbeitung der Nahtoberfläche. Kreuzstäbe sollten daher nach Abb. 7 unter 45° abgefräst oder abgearbeitet werden.

Bei einer solchen Bearbeitung werden zwar die Festigkeitsverhältnisse der Naht beeinflusst, da es sich aber nicht um die Feststellung absoluter Festigkeitswerte, sondern nur um einen Vergleichsmaßstab für die Beurteilung der Schweißer handelt, so ist der Kreuzstab nach Abb. 10 den bisherigen Probestäben (nach Abb. 7 u. 8 der DIN 4100) vorzuziehen.

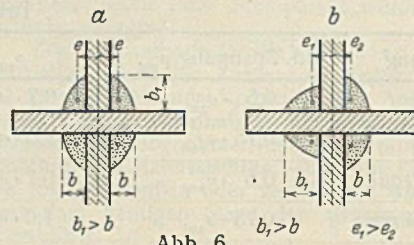


Abb. 6.

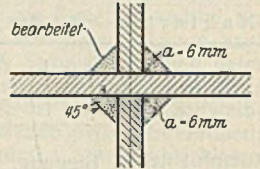


Abb. 7.

Zu erwägen wäre ferner, ob nicht auch die Zerreißproben nach Abb. 9 u. 10 der DIN 4100 in die Schweißerprüfung aufgenommen werden und dafür die Zulassungsprüfung nach § 8 in Wegfall kommt. Diese zusätzliche Prüfung der Schweißer ergibt einen besseren Einblick in seine Fähigkeiten und sie wäre tragbar, wenn sie nur einmal, bei seiner Einstellung, durchgeführt zu werden brauchte. Wie die Kreuzstäbe, so müßten selbstverständlich auch die Probestäbe nach Abb. 9 u. 10 der DIN 4100 an ihrer Oberfläche bearbeitet werden.

Bild 10 muß in Übereinstimmung mit dem Text durch Abb. 7 ersetzt werden. Sch.

**Zu § 8: Zulassungsprüfung für die Auftragnehmer.**

Die Längsnahtprobe gemäß Malisius<sup>1)</sup> ist auch in unseren Werkstätten mehrfach zur Beurteilung über das Zusammenwirken von Schweiß- und Grundstoff herangezogen worden. So niedrige Dehnungswerte, wie dort bekanntgegeben werden, sind allerdings bei guten Elektroden nicht angetroffen worden. Bei einer wie oben vorgeschlagenen Gemeinschaftsarbeit zwischen Stahl- und Elektrodenherstellern und Verbrauchern müßte diese Probe jederzeit parallel zur üblichen Biegeprobe angewandt werden. Vielleicht ist sie geeignet, nachdem eine Vertiefung der Kenntnisse über ihre Wirkung eingetreten ist, die zweifelhafte Biegeprobe abzulösen und damit in die Vorschriften aufgenommen zu werden. H.

Die Zulassungsprüfung für den Auftragnehmer sowie die Prüfung der Schweißer wird für ausreichend gehalten. Fa. K.

Die Fassung dieses Paragraphen ist nicht klar. Es könnte aus ihm der Schluß gezogen werden, daß jede im Herstellungswerk benutzte Schweißmaschine mit jeder Schweißdrahtsorte, die Verwendung findet, durch die Zerreiß- und Biegeprobe nach Bild 9 u. 10 der DIN 4100 untersucht werden müßte. Diese Prüfung würde eine schwere Belastung der Werke darstellen. Sch.

Wenn die Zulassungsprüfung für den Auftragnehmer ihren Sinn als einmalige Prüfung behalten soll, müßte Abs. 1 abgeändert werden. In seiner jetzigen Fassung läßt er zu viel Möglichkeiten offen. Kl.

**Zu § 9: Ausführung, Abs. 5:**

Es sollte gefordert werden, daß nicht nur der Schweißer, sondern auch andere auf der Baustelle maßgebende Personen gegen die schädlichen Einflüsse des Lichtbogens (Augenschutz, Schutzwände) geschützt werden.

Im Sinne der Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wäre eine Ergänzung zu erwägen, wonach bei dicken Schweißnähten die Nahtwurzel zunächst nur bei Verwendung nackter Elektroden mit solchen von 4 mm Durchm., bei umhüllten Elektroden mit Drähten von 3,25 mm Durchm. vorzuschweißen sind.

Von dieser Vorschrift könnte abgesehen werden, wenn vom Hersteller wieder der Nachweis einer guten Durchschweißung der Nahtwurzel auch bei stärkeren Drähten besonders erbracht wird (z. B. bei Automaten-schweißung) oder aber wenn bei der Nahtdicke ein Abzug von 1 bis 2 mm vorgenommen würde.

Ein weiterer Abs. 8 sollte auf die Wichtigkeit der Beachtung von Schrumpfspannungen mit hinweisen, wie sie zu vermeiden oder zu verhindern sind, eingefügt oder in einen Anhang aufgenommen werden. Sch.

**Zu § 10: Abnahme:**

Für die Ausführung und Abnahme der Schweißverbindungen empfiehlt es sich unter allen Umständen, bestimmte Richtlinien festzulegen, um nicht, wie in § 10 gesagt, es dem Ermessen der zuständigen Aufsichtsbehörde zu überlassen, sondern um sowohl dem Abnahmebeamten als auch dem Fabrikanten bestimmte klare Richtlinien zu geben. Fa. K.

**Zu Abs. 2:**

Abs. 2 könnte etwa folgende Fassung erhalten:

Die Art der Prüfung der Schweißverbindungen im Bauwerk bleibt dem Ermessen der zuständigen Aufsichtsbehörde überlassen. Die Prüfung kann durch Röntgenapparate mit Platin-Zyanür-Schirm oder Lichtbild-aufnahmen oder aber durch stichprobenweise Anfräsung und Setzung der Naht erfolgen. Geringe Schlackeneinschlüsse und Poren sind für Schweißverbindungen, bei denen es auf Dichtigkeit nicht ankommt, weniger bedenklich. Dagegen sind Schlackenschichten zwischen den einzelnen Nahtlängen nicht zulässig. Mangelhafter oder teilweise fehlender Einbrand, fehlende Durchschweißung der Nahtwurzel setzen die Festigkeit der Naht beträchtlich herab und sind nicht zweckmäßig. Sch.

(Fortsetzung für Brückenbau in Heft 12.)

<sup>1)</sup> Zeitschr. „Elektroschweißung“ 1932, S. 225.