

Schweißgerechtes Konstruieren auch im Landmaschinenbau II. Teil

Von Ing. H. THÖMKE, Leipzig¹⁾

DK 621.791

Zulässige Beanspruchung nach DIN 4101

Die Schweißausführung bringt gegenüber des ungeschweißten Materials eine erhebliche Herabsetzung der Festigkeit; die Berechnung erfolgt nach folgenden Werten.

	Stumpfnähte der Güteklasse I		Normale Stumpfnah (ohne Röntgen, ohne Wurzelschweißung)	
	für St. 37	für St. 52	für St. 37	für St. 52
Zug:	0,8 · σ_{zul}	0,8 · σ_{zul}	0,72 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}
Druck:	1,0 · σ_{zul}	1,0 · σ_{zul}	0,90 · σ_{zul}	0,80 · σ_{zul}
Abscheren:	0,65 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}	0,55 · σ_{zul}	0,50 · σ_{zul}

Kehlnähte

Zug:	0,65 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}
Druck:	0,65 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}
Abscheren:	0,65 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}

Zulässige Beanspruchung nach Vogefa²⁾

Für alle schweißbaren Stähle und für Stahlguß.

	Stumpfnähte der Güteklasse I		Normale Stumpfnah Kehlnähte	
Zug:	0,90 · σ_{zul}	0,8 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}	
Druck:	1,0 · σ_{zul}	0,9 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}	
Biegung:	0,9 · σ_{zul}	0,8 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}	
Abscheren:	0,65 · σ_{zul}	0,55 · σ_{zul}	0,65 · σ_{zul}	

Die Vorschriften lassen es außerdem zu, die zulässige Spannung zu erhöhen, wenn durch Versuche an Bauteilen überzeugend nachgewiesen wird, daß sie diese Beanspruchungen aufnehmen können.

Die Beurteilung der Schweißnahtgüte

Klasse 1



bearbeitet,
Dauerfestigkeit = 100%

Klasse 2



unbearbeitet,
Dauerfestigkeit = 82%

Klasse 3



leichte Poren und Schlacke,
Dauerfestigkeit 62%

Klasse 4



starke Poren und Schlacke,
Dauerfestigkeit 36%



größere Wurzelfehler,
Dauerfestigkeit 27%.

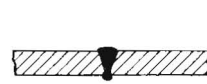
Dauerfestigkeitswerte für Stumpfschweißung



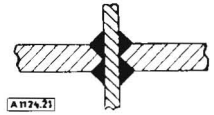
25 kg/mm²



23 kg/mm²



18 kg/mm²

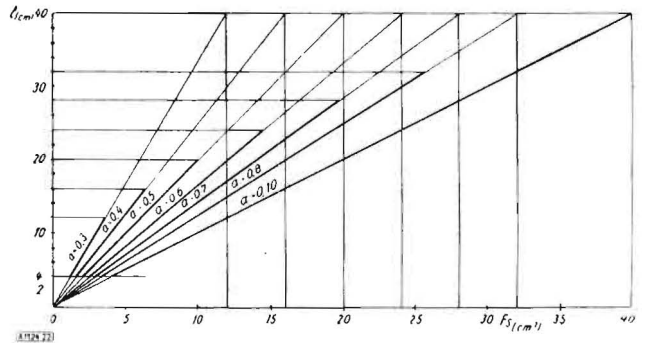


16 kg/mm²

Die Schweißnahtlänge

Zur Anordnung der Schweißnahtlänge dienen folgende Werte:
 $l_{min} = 40 \text{ mm}$; besser $l = 10 \cdot a$; $l_{max} = 40 \cdot a$
Die Schweißnähte unter 40 mm werden nicht geheftet, sondern müssen sofort durchgeschweißt werden.

Diagramm über verschiedene Schweißnahtlängen



Für die Benutzung des Diagrammes ist zu beachten:

Bei symmetrischen Profilen mit Flankennahtanschluß werden a und l aus der Formel $\frac{F_s}{2} = 0,77 \cdot F_{\text{Profil}}$ bestimmt, alsdann a und l aus dem Diagramm entnommen.

Für Druckstäbe wird der Anschluß nach der tatsächlichen vorhandenen Kraft P bestimmt.

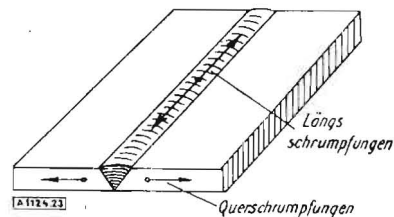
$$\frac{F_s}{2} = \frac{P}{2 \cdot q} \quad \frac{F_s}{2} = \frac{P}{1,3 \cdot \sigma} \quad \frac{F_s}{2} = \frac{0,77 \cdot P}{\sigma}$$

Die Wärmeschrumpfungen

Die Wärmeausdehnung ist von der Temperatur und dem Ausdehnungskoeffizienten abhängig. Schon eine Temperatur von 150 bis 200° C genügt, um eine Ausdehnung hervorzurufen.

Die Längsschrumpfung

$$\text{Längsschrumpfung} = \frac{\text{Fläche des Profils}}{\text{Fläche der Schweißung}}$$



Die Querschrumpfung

Ein Erfassungswert für Querschrumpfung ist bei Blechen von 8 bis 15 mm Dicke ~ 1,8 mm Schrumpfung.

Da die Querschrumpfung am Ende immer am größten ist, ist stets von innen nach außen zu schweißen.

¹⁾ I. Teil s. Augustheft S. 246 bis 248.

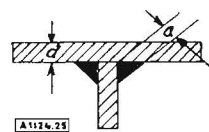
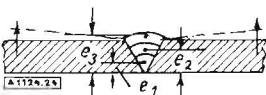
²⁾ Vorschriften für geschweißte Fahrzeuge, Ausgabe III, 1947.

		Bestimmungen der Schweißnahthöhen von Kehlnähten																		
		 																		
Blechdicke s in mm ¹⁾		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	24	30
Reihe 1²⁾  einseitige Festigkeitsschweißung in mm		2,5	3	4	5	5	6	7	8	8	8	10	10	12	12	14	14	16	20	24
Reihe 2  zweiseitige Schweißung für vollen Blechanschl. in mm		2	2,5	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	10	10	12	12	14	16	20
Reihe 3 starke Befestigung in mm		2	2	2,5	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	10	12	16
Reihe 4 mittelstarke Befestigung in mm		2	2	2,5	2,5	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	10
Reihe 5 wenig beanspruchte Befestigung		2	2	2	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
Reihe 6 Mindestdicke in mm		2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4

¹⁾ Bei ungleicher Blechdicke wird für Reihe 1—5 die kleinere angenommen. Die Mindestdicke nach Reihe 6 ist immer nach dem dickeren Blech zu bemessen.
²⁾ Wird angewandt, wenn doppelseitige Schweißung nicht ausgeführt werden kann. Ab 8 mm Blechdicke Nahtvorbereitung wie Bild 27.

Die Winkelschrumpfung

Auch die Winkelschrumpfung muß bei der Konstruktion berücksichtigt werden, sie bringt oftmals erhebliche Verwerfungen, besonders bei der Mehrlagenschweißung. Es bilden sich bei der Schweißung die Hebelarme e_1 , e_2 , e_3 usw. und es entsteht jeweils ein Moment aus Schwerpunkt der Schweißlage und dem entsprechenden Hebelarm.



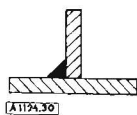
Zulässige Schweißnahthöhe ohne besonderen Verzug

$d =$	2—4	5	6—7	8	9—11	12
$a =$	2	2	2,5	3	4	5

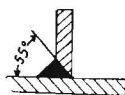
Als Erfahrungswert gilt bei einem 12 mm dicken Blech mit $a = 6$ mm, eine Schrumpfung von etwa 6°.

Erklärung

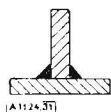
Reihe 1:



bis 8 mm Blechdicke einseitige Festigkeitsschweißung.



Reihe 2:



doppelseitige Kehlnaht
 $F_s = 1,54 \cdot F$
 $a = 0,7 \cdot s$ als Maximum.

Reihe 3: starke Befestigung

Reihe 4: mittelstarke Befestigung

Reihe 5: wenig starke Befestigung

Reihe 6: Mindestdicke der Kehlnähte.

Anwendung

Reihe 2: bei 10-mm-Blech; $a = 7$ mm; $F_s = 1,4$ cm²; Querschnitt $Q = 2 \cdot 0,7^2 = 1,0$ cm².

Reihe 3: bei 10-mm-Blech; $a = 2 \cdot 5$ mm; $Q = 2 \cdot 0,5^2 = 0,5$ cm²

Befestigung von Maschinenfundamenten, hochbeanspruchten Maschinenteilen.

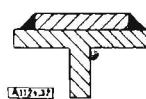
Reihe 4: bei 10-mm-Blech; $a = 4$ mm; $Q = 2 \cdot 0,16 = 0,32$ cm², Einschweißen von Zwischenwänden im Behälterbau, Schiffbau, Spanten-Einschweißung; Decksbalken, Halsnähte bei Blechträgern und Versteifungen für tragende Blechkonstruktionen. Schweißnähte, bei denen bei Beanspruchung Schubkräfte auftreten, d. h. Halsnähte.

Reihe 5: $a = 3$ mm; $Q = 2 \cdot 0,09 = 0,18$ cm². Alle Aussteifungen, keine ausgesprochenen Kraftnähte.

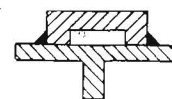
Zulässige Mindestdicke von Nähten

Blechdicke s :	2	3	4	5	6	7—10	11—18	20—30
Mindestdicke a :	2	2	2	2	2	2,5	3	4

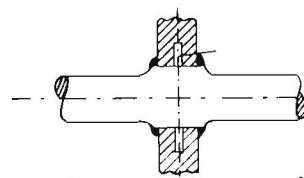
Konstruktionshinweise



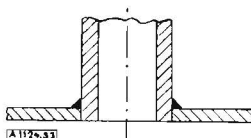
Hier treten starke Schrumpfungen auf.



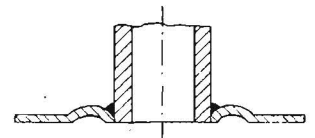
So ist die Konstruktion elastisch.



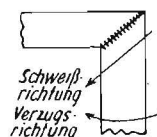
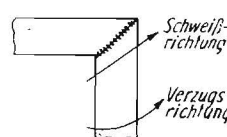
Entspannungssicken zur Entlastung des Spannungszustandes



Starke Spannungen und Verwerfungen



Keine Spannungen und Verwerfungen



Solche Konstruktionen sollen vorher außer Winkel gestellt werden.