

**Deutsche
Demokratische
Republik**

Stahlbau
STAHLLEICHTBAU
Stahlrohrtragwerke
Berechnung, bauliche Durchbildung,
Herstellung, Abnahme

TGL
13501
Blatt 1

Gruppe 311

Стальное строительство
Легкое стальное строительство
Несущие конструкции из стальных
труб. Расчет, строительная кон-
струкция, изготовление, приёмка

Steel Structure
Light Gauge Steel Construction
Tubular Steel Supporting
Structures
Calculation, Structural Design,
Fabrication, Acceptance

Verbindlich ab 1.4.1965

VEB Industrie- und Tiefbaupraxis
Aue (Sachsen)
5

Dieser Standard gilt
in Verbindung mit TGL 13 500 „Stahl-
tragwerke, Berechnung und bauliche
Durchbildung“ und TGL 13 510 „Stahl-
tragwerke, Herstellung und Abnahme“
für alle fachwerkartigen Tragwerke
aus Stahlrohren.

Fortsetzung Seite 2 bis 32

Zuständiger Fachbereich: 21, Stahlbau
Bestätigt: 28.9.1964, Amt für Standardisierung, Berlin

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Werkstoffe	3
1.1. Grundwerkstoffe	3
1.2. Zusatzwerkstoffe	3
2. Nachweise	4
2.1. Statischer Spannungsnachweis	4
2.2. Stabilitätsnachweis	6
2.3. Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis	6
2.3.1. Grundwerkstoff, Stöße, Rohranschlüsse mit Knotenblechen	11
2.3.2. Knotenblechlose Rohranschlüsse	12
2.3.3. Schutzgasschweißung	12
2.4. Gestaltfestigkeitsnachweis	13
3. Konstruktive Regeln	19
3.1. Allgemeine konstruktive Regeln	19
3.1.1. Schweißnähte	19
3.1.2. Luftdichtes Verschließen	20
3.1.3. Mindestwanddicken und Korrosionsschutz	20
3.1.4. Verbindung zwischen Hohlräumen	20
3.1.5. Rohre bei Querbelastrung	21
3.1.6. Biegen von Rohren	21
3.1.7. Zeichnerische Darstellung	21
3.2. Ausbildung der Knoten	21
3.2.1. Knoten ohne Knotenbleche	21
3.2.2. Knoten mit Knotenblechen	23
3.2.3. Knoten mit Hohlkugeln	24
3.2.4. Genietetete und geschraubte Rohranschlüsse	24
3.3. Ausbildung der Stöße	25
3.3.1. Schweißstöße	25
3.3.2. Schraubstöße	26
4. Herstellung	29
4.1. Anforderungen an die Herstellerbetriebe	29
4.2. Breitdrücken von Rohren	29
4.3. Besonderheiten beim Schweißen	30
4.4. Korrosionsschutz	30
4.4.1. Allgemeines	30
4.4.2. Schutzanstriche	30
4.4.3. Bauteile ohne Korrosionsschutz	31
5. Prüfung und Abnahme	31
5.1. Querbleche, Flansche und Hohlkugeln	31
5.2. Luftdichter Verschluss	31
5.3. Prüfung der Schweißnähte	31

1. WERKSTOFFE

1.1. Grundwerkstoffe

Die Verwendung von Stählen geringerer Festigkeit als St 38 oder St 35 ist in tragenden Bauteilen nicht zulässig. Die Festigkeitseigenschaften und bei Schweißkonstruktionen zusätzlich die Eignung zum Schmelzschiessen müssen gewährleistet sein.

Es dürfen nur Rohre verwendet werden, die den folgenden technischen Lieferbedingungen entsprechen.

TGL 9413 Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen; warm gewalzt.
St 55 darf nicht verwendet werden, weil keine Schweißseignung gewährleistet ist.

TGL 9414 Nahtlose Stahlrohre aus unlegierten Stählen; kalt gezogen, kalt gewalzt.
Es dürfen nur Rohre aus St 35, normalisierend geglüht, verwendet werden.

TGL 13 873 Siederohre längsnahtgeschweißt aus unlegierten Stählen

TGL 0-1626 Stahlrohre schmelzgeschweißt.
Rohre der Güteklasse A dürfen nicht verwendet werden.
Die Rohre dürfen bis zu Wanddicken $0,05 D_m$ ungeglüht sein, wobei D_m der mittlere Rohrdurchmesser ist.

Sind nach TGL 13 510 Abnahmezeugnisse erforderlich, sind diese bei Bestellung der Rohre besonders zu verlangen.

Bei Rohren bis 4 mm Wanddicke kann die Vergießungsart bei der Werkstoffauswahl unberücksichtigt bleiben. Für Rohre über 4 mm Wanddicke ist die Stahlgüteauswahl nach TGL 12 910 zu beachten.

1.2. Zusatzwerkstoffe

Es dürfen nur Zusatzwerkstoffe nach folgenden Standards verwendet werden:

TGL 7253 Bl.2 Schweißdrähte für das Schweißen von Stahl
Technische Lieferbedingungen

TGL 7253 Bl.3 Schweißelektroden
Technische Lieferbedingungen

TGL 7253 Bl.4 Schweißelektroden für unlegierte und niedrig legierte Baustähle
Bezeichnung, Gütevorschriften

Die Zusatzwerkstoffe sind auf den zu schweißenden Grundwerkstoff nach Tabelle 1 und bei Wechsel der Elektrodenarten untereinander abzustimmen. Das Schweißgut muß gütemäßig weitgehend dem Grundwerkstoff entsprechen. Unter dieser Voraussetzung ist der Nahtaufbau mit verschiedenen Schweißdrahtsorten zulässig, auch wenn hierbei das Schweißverfahren wechselt.

T a b e l l e 1

Abstimmung des Zusatzwerkstoffes auf den Grundwerkstoff

Schweißverfahren	Grundwerkstoff	Zusatzwerkstoffe bei		
		statischer Belastung	dynamischer Belastung	
			bei einer Schweißlage	bei mehreren Schweißlagen
Lichtbogen-Handschweißen	St 35; St 38; St 45	T1 VII m T1 VIII s T1 IX/X s	T1 VIII s	Kb IX/X s und Decklage T1 VIII s
	St 52	Kb IX/X s		
CO ₂ -Schutzgasschweißen	St 35; St 38; St 45	10 Mn S15		
	St 52	10 Mn S15;	10 Mn S18	
Gasschmelzschweißen	St 35; St 38;	MbK 10; - 9 MnNi 4;	G I;	G II
	St 45	9 MnNi 4;		G II
	St 52	17 MnNi 4;		G III

2. NACHWEISE

2.1. Statischer Spannungsnachweis

Der statische Spannungsnachweis ist nach TGL 13 500 zu führen. Die der Berechnung zugrunde zu legende Querschnittsfläche der Schweißnaht darf bei knotenblechlosen Anschlüssen nicht größer sein als die Querschnittsfläche des Rohres.

Für die Zuordnung der Rohranschlüsse zu den Ausführungsklassen der Stumpfnähte gilt Tabelle 2.

Für St 35 gelten die gleichen zulässigen Spannungen wie für St 38.

T a b e l l e 2

Zuordnung der Rohranschlüsse zu den Ausführungsklassen der Stumpfnähte

Art der Schweißnaht	Ausführungsklasse nach TGL 11 776
Stumpfnah auf Einlegering oder mit gegengeschweißter Wurzel (siehe Bild 1a bis 1f)	Stumpfnah II A
Stumpfnah ohne Einlegering oder ohne gegengeschweißte Wurzel	Stumpfnah II B
Füllstabanschlußnaht, die zu etwa 60% aus einer HV-Nah besteht, der Rest aus einer Kehlnah, wobei der Übergang der einen Nahform in die andere allmählich ist (siehe Bild 1g)	

Fortsetzung der Tabelle 2

Art der Schweißnaht	Ausführungsclassse nach TGL 11 776
<p>Füllstabanschlußnaht, die durchweg aus einer Kehlnaht besteht, für Füllstäbe bis 3 mm Wanddicke. Wenn der Anlaufwinkel $\beta \leq 50^\circ$ ist, muß hierbei die vordere Kante des Füllstabes abgearbeitet werden (siehe Bild 1g).</p>	<p>Stumpfnahnt II B</p>

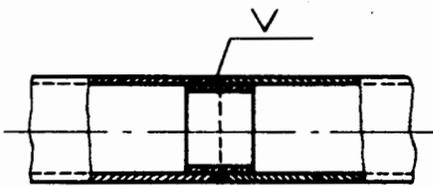


Bild 1a

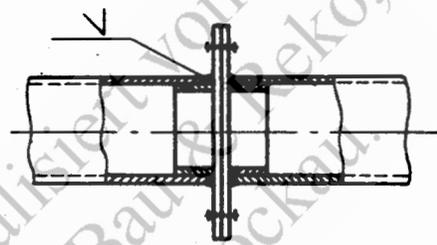


Bild 1b

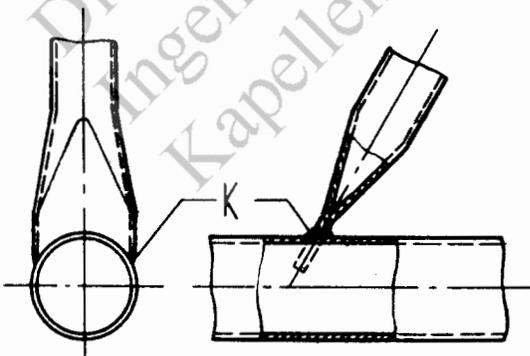


Bild 1c

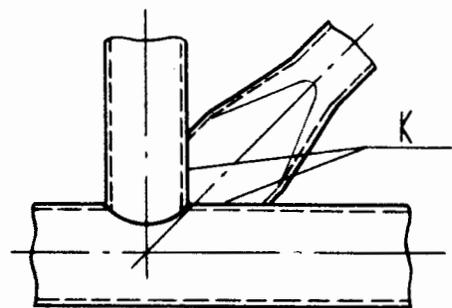


Bild 1d

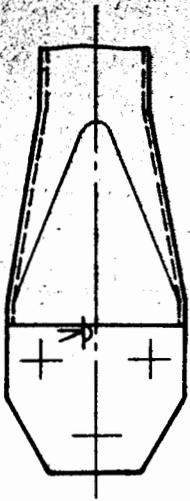


Bild 1 e

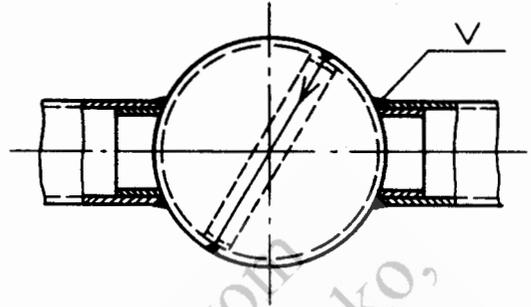


Bild 1 f

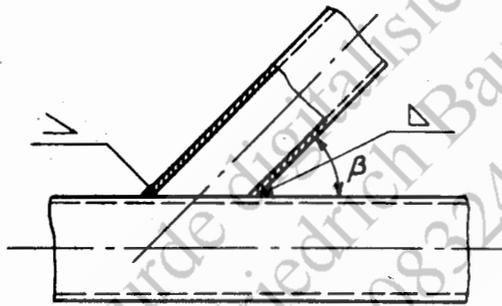


Bild 1 g

2.2. Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach TGL 0-4114 und TGL 13 500 zu führen.

2.3. Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis

Der Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis ist nach TGL 13 500 zu führen. Die in TGL 13 500 nicht enthaltenen Linien VIII', X', XII und XIII sind auf den Bildern 2 und 3 und den Tabellen 3 und 4 dargestellt.

Der Rohrstahl St 35 darf dem St 38 gleichgesetzt werden.

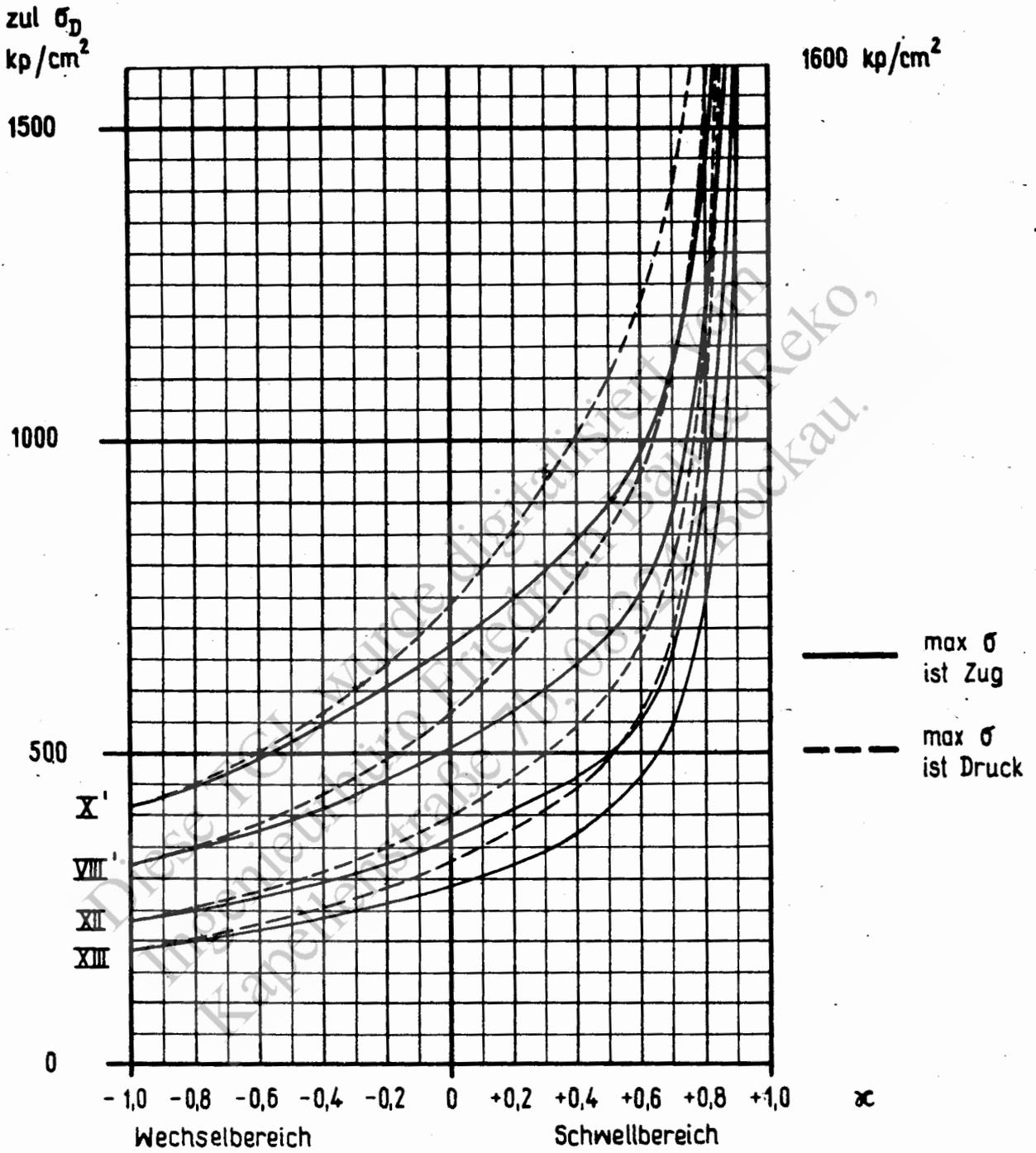


Bild 2. Zulässige Spannungen beim Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis für St 38 und St 35

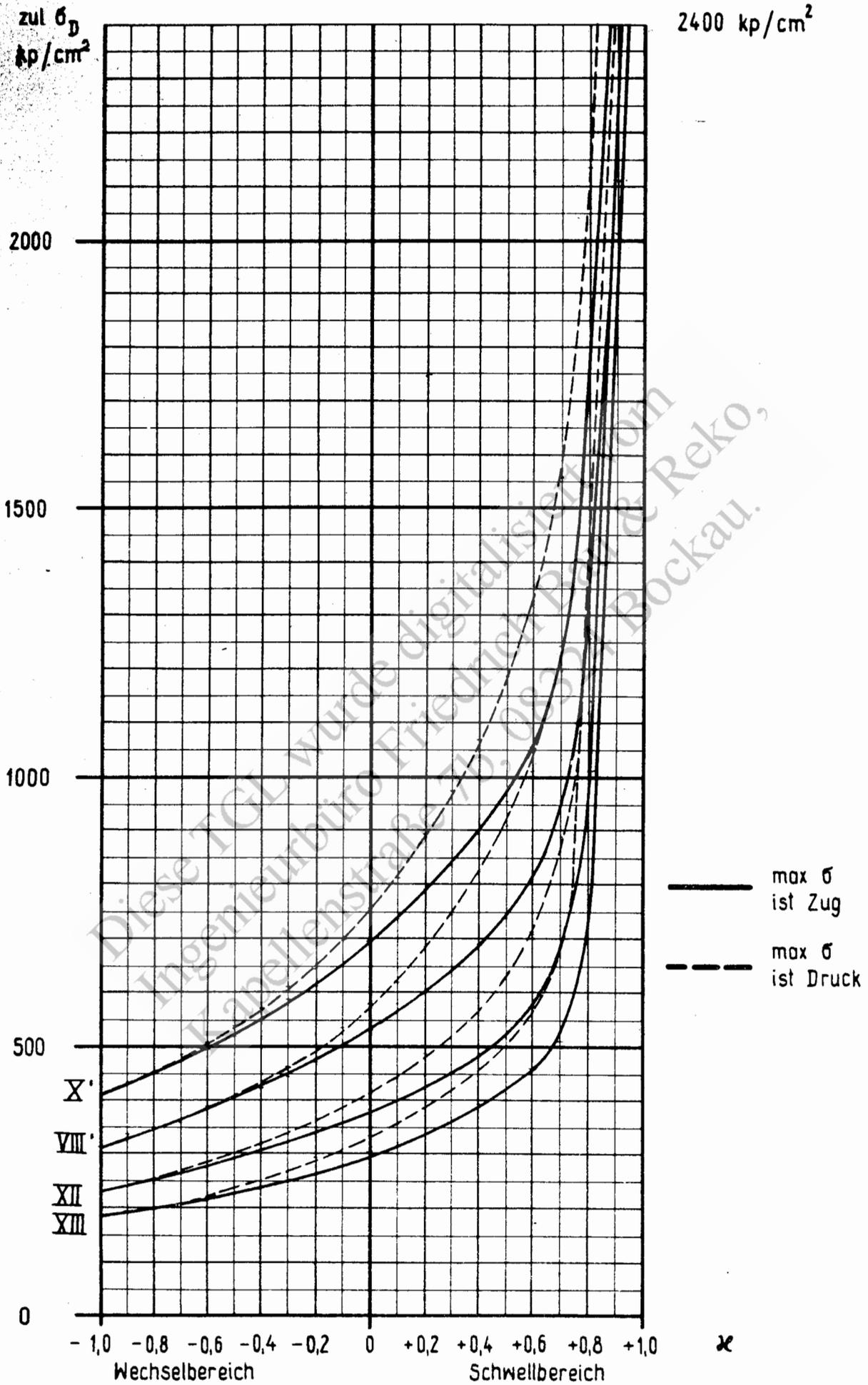


Bild 3. Zulässige Spannungen beim Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis für St 52

T a b e l l e 3

Zulässige Spannungen zul σ_D in kp/cm^2 für St 38 und St 35

Zwischenwerte dürfen geradlinig eingeschaltet werden

X'			VIII'			XII			XIII		
x	zul. σ_D										
	+	-		+	-		+	-		+	-
-1	413	413	-1	318	318	-1	227	227	-1	182	182
-0.9	432	433	-0.9	332	333	-0.9	237	238	-0.9	189	190
-0.8	450	455	-0.8	346	350	-0.8	247	250	-0.8	198	200
-0.7	471	478	-0.7	362	368	-0.7	258	263	-0.7	207	210
-0.6	493	504	-0.6	379	388	-0.6	270	277	-0.6	216	222
-0.5	516	533	-0.5	397	410	-0.5	284	293	-0.5	227	234
-0.4	543	565	-0.4	417	435	-0.4	298	311	-0.4	238	248
-0.3	570	601	-0.3	438	462	-0.3	318	330	-0.3	251	264
-0.2	601	642	-0.2	462	494	-0.2	330	352	-0.2	264	282
-0.1	634	687	-0.1	487	529	-0.1	348	377	-0.1	278	306
0	669	739	0	514	568	0	368	406	0	294	325
+0.1	706	797	+0.1	543	613	+0.1	388	438	+0.1	311	350
+0.2	745	863	+0.2	573	664	+0.2	410	474	+0.2	328	379
+0.3	786	936	+0.3	605	720	+0.3	432	514	+0.3	345	412
+0.4	831	1017	+0.4	639	782	+0.4	455	559	+0.4	364	447
+0.5	883	1107	+0.5	679	851	+0.5	483	607	+0.5	387	486
+0.513	-	1120	+0.6	741	940	+0.6	534	673	+0.6	431	540
+0.6	960	1222	+0.7	879	1115	+0.7	658	819	+0.7	547	672
+0.636	-	1280	+0.702	-	1120	+0.781	-	1120	+0.8	853	1079
+0.7	1112	1428	+0.749	-	1280	+0.8	966	1235	+0.806	-	1120
+0.704	1120	-	+0.783	1120	-	+0.807	-	1280	+0.827	-	1280
+0.748	-	1600	+0.8	1188	1547	+0.830	1120	-	+0.847	1120	-
+0.763	1280		+0.808	-	1600	+0.846	-	1600	+0.860	-	1600
+0.8	1419		+0.819	1280		+0.855	1280		+0.869	1280	
+0.838	1600		+0.872	1600		+0.895	1600		+0.9	1554	
+0.9			+0.9			1600			+0.905	1600	
+1			+1			+1					

T a b e l l e 4

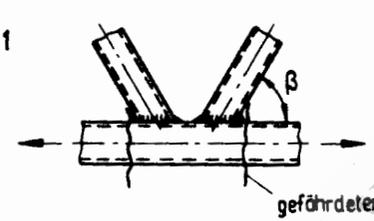
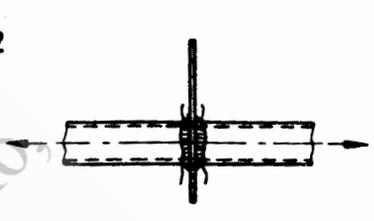
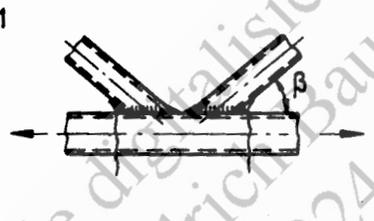
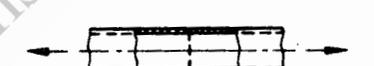
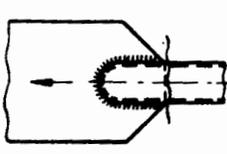
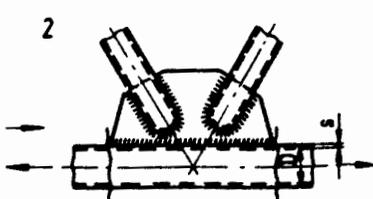
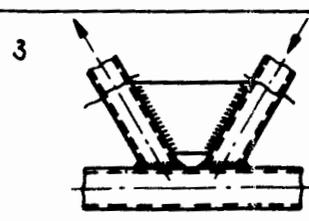
Zulässige Spannungen zul σ_D in kp/cm^2 für St 52

Zwischenwerte dürfen geradlinig eingeschaltet werden

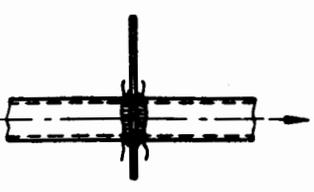
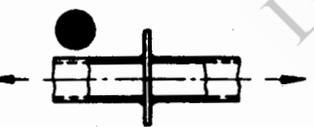
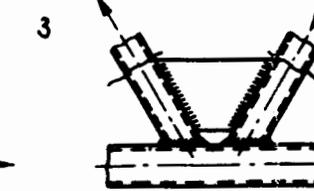
X'			VIII'			XII			XIII		
x	zul. σ_D										
	+	-		+	-		+	-		+	-
-1	413	414	-1	318	318	-1	227	227	-1	182	182
-0.9	432	434	-0.9	332	333	-0.9	237	238	-0.9	190	191
-0.8	451	455	-0.8	347	350	-0.8	248	250	-0.8	198	200
-0.7	473	480	-0.7	364	369	-0.7	260	263	-0.7	208	211
-0.6	496	506	-0.6	382	389	-0.6	273	278	-0.6	218	223
-0.5	521	536	-0.5	401	412	-0.5	287	295	-0.5	229	236
-0.4	550	569	-0.4	423	438	-0.4	302	313	-0.4	242	250
-0.3	580	607	-0.3	446	467	-0.3	319	333	-0.3	255	267
-0.2	614	649	-0.2	472	499	-0.2	337	357	-0.2	270	285
-0.1	650	698	-0.1	500	537	-0.1	358	383	-0.1	286	307
0	690	753	0	531	579	0	380	414	0	304	331
+0.1	735	816	+0.1	565	628	+0.1	403	448	+0.1	323	359
+0.2	780	888	+0.2	600	683	+0.2	429	488	+0.2	343	390
+0.3	831	973	+0.3	639	749	+0.3	455	533	+0.3	364	427
+0.4	886	1070	+0.4	681	822	+0.4	483	584	+0.4	387	467
+0.5	953	1181	+0.5	733	908	+0.5	516	641	+0.5	413	513
+0.6	1057	1324	+0.6	813	1015	+0.6	574	714	+0.6	464	573
+0.7	1244	1560	+0.7	965	1198	+0.7	726	882	+0.7	607	724
+0.735	-	1680	+0.790	-	1680	+0.8	1140	1424	+0.8	1017	1252
+0.775	-	1920	+0.8	1386	1766	+0.825	-	1680	+0.839	-	1680
+0.8	1642	2134	+0.816	-	1920	+0.845	-	1920	+0.856	-	1920
+0.806	1680	-	+0.841	1680	-	+0.864	1680	-	+0.874	1680	-
+0.828	-		+0.856	-		+0.876	-		+0.884	-	
+0.840	1920		+0.866	1920		+0.885	1920		+0.893	1920	
+0.891		2400	+0.9	2306	2400	+0.9	2111	2400	+0.9	2012	2400
+0.90	2400		-			-			-		
+1			+1	2400		+1	2400		+1	2400	

3.1. Grundwerkstoff, Stöße, Rohranschlüsse mit Knotenblechen

Die Zuordnung zu den Dauer- oder Zeitfestigkeitslinien erfolgt nach Tabelle 5

Ausführungsgruppe		Spannungsart	Konstruktionsform (alle Nähte unbearbeitet)	
A Dauerfestigkeit	B Zeitfestigkeit			
V	IV	σ	1 	2 
VI	V	σ	1  2 b 	2 a 
VII	VI	σ	1 a 	1 b 
VIII'	X'	σ	1 	
XI	VIII'	σ	1 	2 
				3 

Dauer - und Zeitfestigkeitslinien

<p>(e unbearbeitet)</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundwerkstoff am Ende von Nähten angeschweißter Rohre, die nur statisch belastet sind. ($\beta \geq 55^\circ$) 2. Grundwerkstoff an querangeschweißten Knoten- und sonstigen Blechen, die nur statisch belastet sind. (das Rohr geht ungestoßen durch)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundwerkstoff am Ende von Nähten angeschweißter Rohre, die nur statisch belastet sind. ($\beta < 55^\circ$) 2. Stumpfnähte II A <ol style="list-style-type: none"> a) Rohrstoß auf Unterlage b) Querplattenstoß mit HV-Nähten auf Unterlage
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stumpfnähte II B <ol style="list-style-type: none"> a) Rohrstoß ohne Unterlage b) Querplattenstoß mit HV-Nähten ohne Unterlage
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Querplattenstoß mit Kehlnähten
<p>3</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundwerkstoff an Schlitzenden 2. Grundwerkstoff am Ende aufgesetzter oder durchgesteckter Knotenbleche bei $s \geq \frac{D}{30}$ 3. Grundwerkstoff am Ende eingeschweißter Zwickel

Diese TGL wurde digitalisiert vom
 Ingenieurbüro Friedrich Dahl & Reko,
 Kapellenstraße 7b, 08524 Bockau.

2.3.2. Knotenblechlose Rohranschlüsse

Die Dauer- oder Zeitfestigkeitslinien sind vom Kennwert α_D abhängig und sind nach Tabelle 6 festzulegen.

Tabelle 6

Einstufung in die Dauer- und Zeitfestigkeitslinien

α_D mindestens	Gurte		Füllstabanschlüsse	
	Ausführungsgruppe			
	A	B	A	B
2,8	VI	V	VIII'	X'
2,4	VII	VI	VIII'	X'
2	VIII'	X'	VIII'	X'
1,6	VIII'	X'	XII	VIII'
1,2	VIII'	X'	XIII	XII

Der Kennwert α_D ergibt sich zu

$$\alpha_D = k \cdot \gamma \cdot s$$

Hierin bedeuten:

k = Konstruktionsfaktor in $\frac{1}{\text{mm}}$ nach Tabelle 7.

γ = $\frac{\text{mittlerer Füllstabdurchmesser}}{\text{mittlerer Gurtdurchmesser}}$

s = Wanddicke des Gurtes in mm

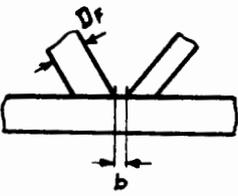
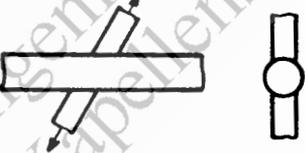
Ergeben sich Kennwerte α_D kleiner als 1,2, ist die gewählte Knotenform für schwingend belastete Bauteile ungeeignet.

2.3.3. Schutzgasschweißung

Bei Anwendung einlagiger, nicht fallender Schutzgasschweißung (CO₂-Schweißung) dürfen die nach Abschnitt 2.3.1. und Abschnitt 2.3.2. ermittelten zulässigen Spannungen für Stöße und Anschlüsse um 30% erhöht werden.

Tabelle 7

Konstruktionsfaktor k

Kurzzeichen nach Tabelle 8	Bild	k		Bemerkungen
		$\beta \leq 55^\circ$	$\beta > 55^\circ$	
A 1		1	0,8	$b < 0,8 D_F$
		0,9	0,7	$b \geq 0,8 D_F$
A 2		1,1	0,9	auch wenn der überdeckte Nahtteil nicht geschweißt ist
A 6		0,6	0,5	-
A 7		0,4	0,3	-
B 1		0,4	0,3	-

2.4. Gestaltfestigkeitsnachweis

Bei knotenblechlosen Rohranschlüssen ist die Gestaltfestigkeit der Knoten nachzuweisen. Sie hängt ab:

- a) von dem Verhältnis $\gamma = \frac{\text{mittlerer Fullstabdurchmesser}}{\text{mittlerer Gurtdurchmesser}}$
- b) von der Wanddicke s des Gurtes
- c) von der Form des Knotens
- d) von dem Anlaufwinkel β der Fullstäbe (siehe Bild 1g)

Weitere Einflüsse sind unbedeutend.

Die Traglast des Knotens ist

$$S_{Kr} = S_{kr} \cdot \frac{\alpha_s}{\sin \beta}$$

Hierin bedeuten:

S_{kr}^i = Traglast des Gurtes bei rechtwinkligem Normalanschluß, abhängig vom Verhältnis γ (den Bildern 5, 6 und 7 entnehmen)

α_s = Formbeiwert nach Tabelle 8

Die Sicherheit ν_{Kr} ist das Verhältnis der Traglast S_{Kr} zur anzuschließenden Stabkraft S

$$\nu_{Kr} = \frac{S_{Kr}}{S} \geq \text{erf. } \nu_{Kr}$$

Die erforderlichen Sicherheiten sind im

Grenzlastfall H	erf. $\nu_{Kr} = 3,0$
Grenzlastfall HZ	erf. $\nu_{Kr} = 2,7$
Grenzlastfall S	erf. $\nu_{Kr} = 2,4$

Auf den Bildern 5, 6 und 7 sind von den meisten Rohrabmessungen (Außendurchmesser) 2 Wanddicken berücksichtigt. Es genügt, wenn die Traglasten dazwischenliegender oder etwas darüber- oder darunterliegender Wanddicken durch Interpolation ermittelt werden.

Die Traglastkurven von Gurtrohren mit Durchmessern, die nicht auf den Bildern 5, 6 und 7 aufgeführt sind, dürfen an Proben nach Bild 4 ermittelt werden.

Hierbei sind je 3 Proben mit $\gamma \approx 0,25$, $\gamma \approx 0,50$ und $\gamma \approx 0,85$ anzufertigen. Die Proben sind in einer Prüfmaschine auf Druck soweit zu belasten, bis Lastabfall eintritt. Die am Schleppzeiger abzulesende Höchstlast ist die gesuchte Traglast S_{Kr} des Gurtrohres. Die Ergebnisse der Versuchsreihe sind in Diagrammform nach Bild 5, 6 und 7 auszuwerten.

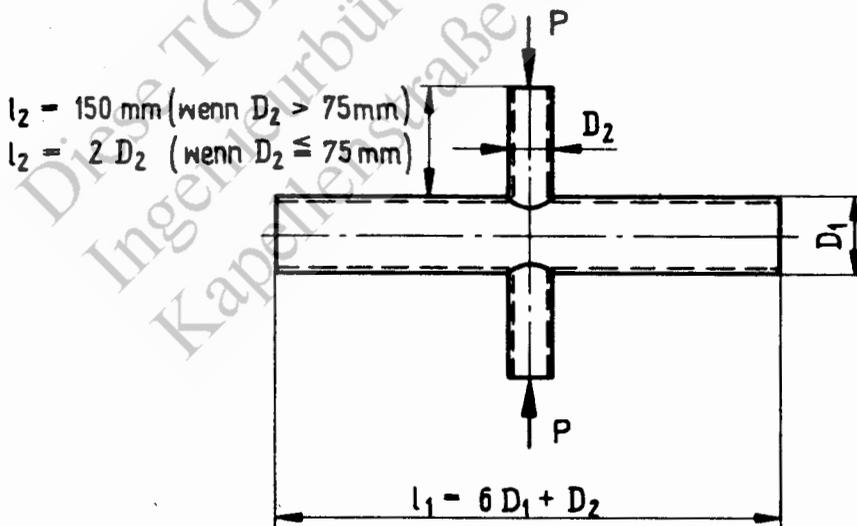


Bild 4

Für Rohre aus St 52 liegen noch keine Traglastkurven vor. Wird auf ihre Ermittlung nach vorstehendem Abschnitt verzichtet, dürfen die Traglastkurven des St 35 (St 38) zugrunde gelegt werden.

Tabelle 8 Formbeiwerte α_s

Knotenart	Kurzzeichen	Benennung	Bild	α_s		Bemerkungen (siehe auch Abschnitt 3.2.1.)	
				b mm	α_s		
Fachwerkknoten <i>(Die Vorzeichen der Stabkräfte in den Füllstäben müssen unterschiedlich sein)</i>	A1	Knoten mit normaler Anpassung		≤ 10	2		
	A2	Knoten mit Überschneidung und durchgehendem Zugstab			3,5	$c = 0,4D$ bis $0,6D$	
	A3	Knoten mit Blechzwickel			2,5	$b \leq 10$ mm	
	A4	Knoten mit breitgedrückten Füllstabenden längs angeschlossen, mit Querblech			3	$\frac{x}{y} = 0,6$ bis $1,5$ bei $f \leq 15$ mm und bei $\lambda \geq 80$ Knickt das Druckslabende nicht aus	
	A5	Symmetrischer Knoten			1,5	mit Querblech wie bei A4 dann $\alpha = 3$	
	A6	Knoten mit breitgedrückten Füllstabenden, quer angeschlossen			γ	α_s	$\frac{x}{y} = 0,6$ bis $1,5$ Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltsfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt.
	A7	Knoten mit breitgedrückten Füllstabenden längs angeschlossen und Überschneidung			2,5	$\frac{x}{y} = 0,6$ bis $1,5$ Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltsfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt.	
	A8	Knoten mit breitgedrückten Füllstabenden, längs angeschlossen und ohne Überschneidung			0,7	$\frac{x}{y} = 0,6$ bis $1,5$ Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltsfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt.	
	A9	Knoten mit normal angepasstem Druckstab, breitgedrücktem Zugstab und Überschneidung			3	$\frac{x}{y} = 0,6$ bis $1,5$	
Stabanschlüsse	B1	Stabanschluß mit normaler Anpassung			1		
	B2	breitgedrücktes Stabende, quer angeschlossen			1	$\gamma < 0,5$	
					1,5	$\gamma \geq 0,5$	
B3	breitgedrücktes Stabende, längs angeschlossen			0,7	Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltsfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt.		

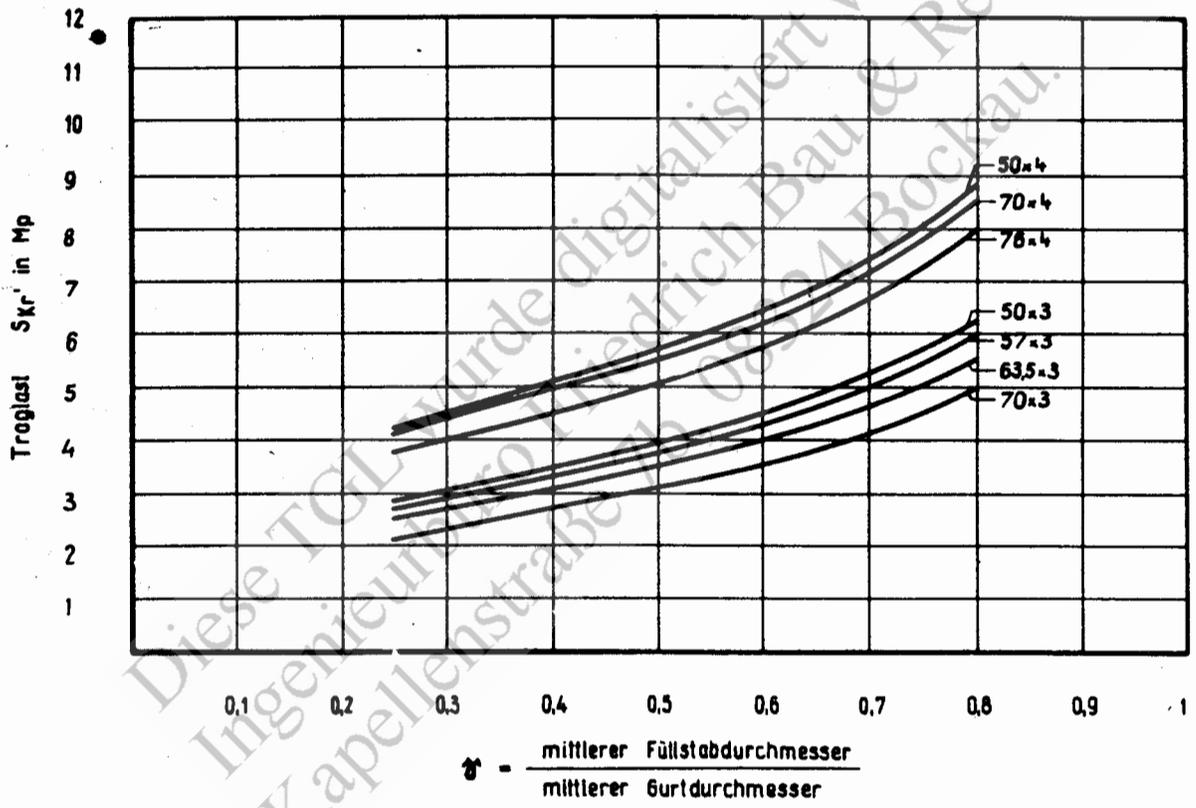


Bild 5. Traglasten S_{Kr}' des rechtwinkligen Normalanschlusses für Rohre aus St 35 von 50 bis 76 mm Außendurchmesser

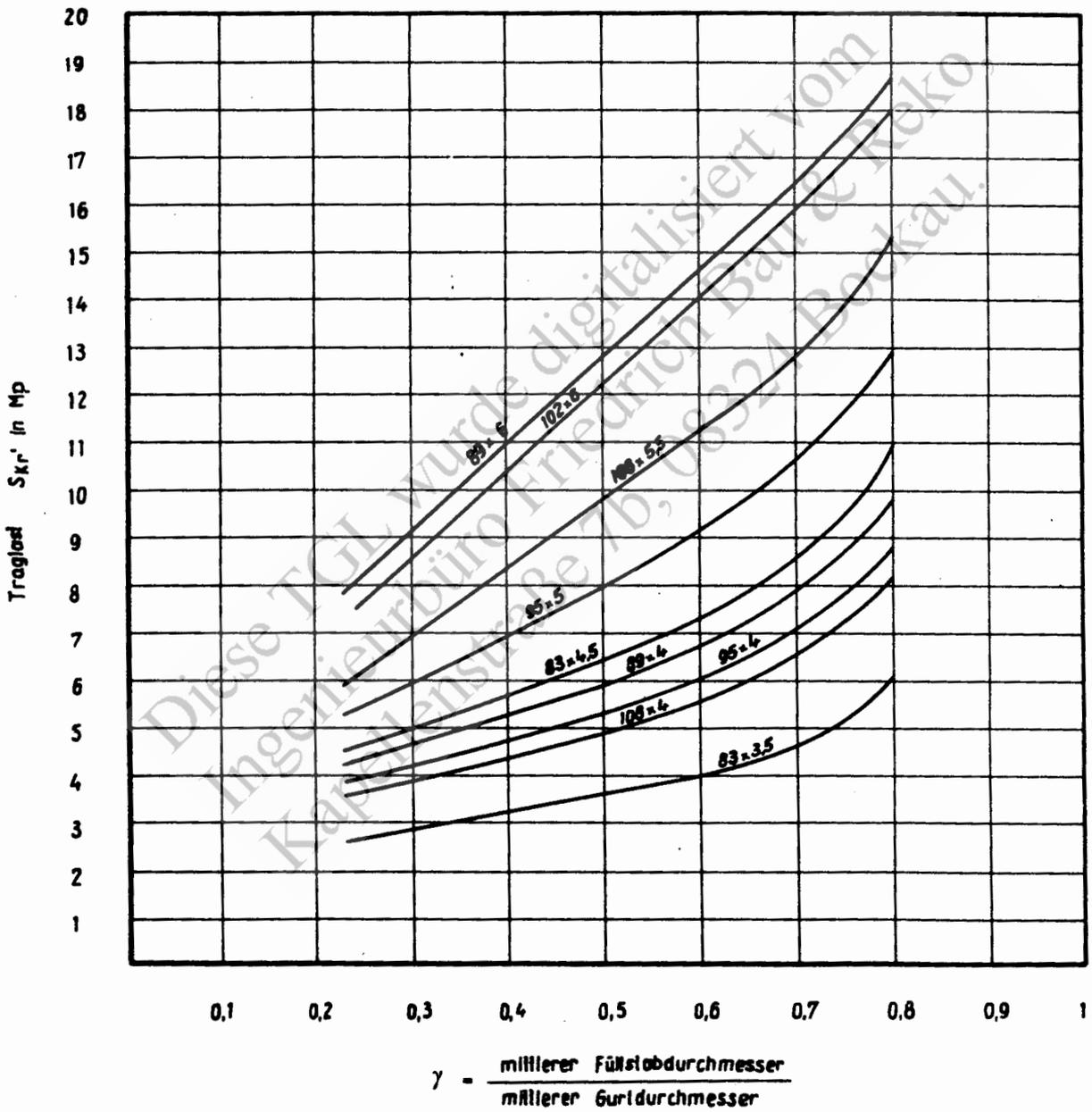


Bild 6. Traglasten S_{Kr}' des rechtwinkligen Normalanschlusses für Rohre aus St 35 von 83 bis 108 mm Außendurchmesser

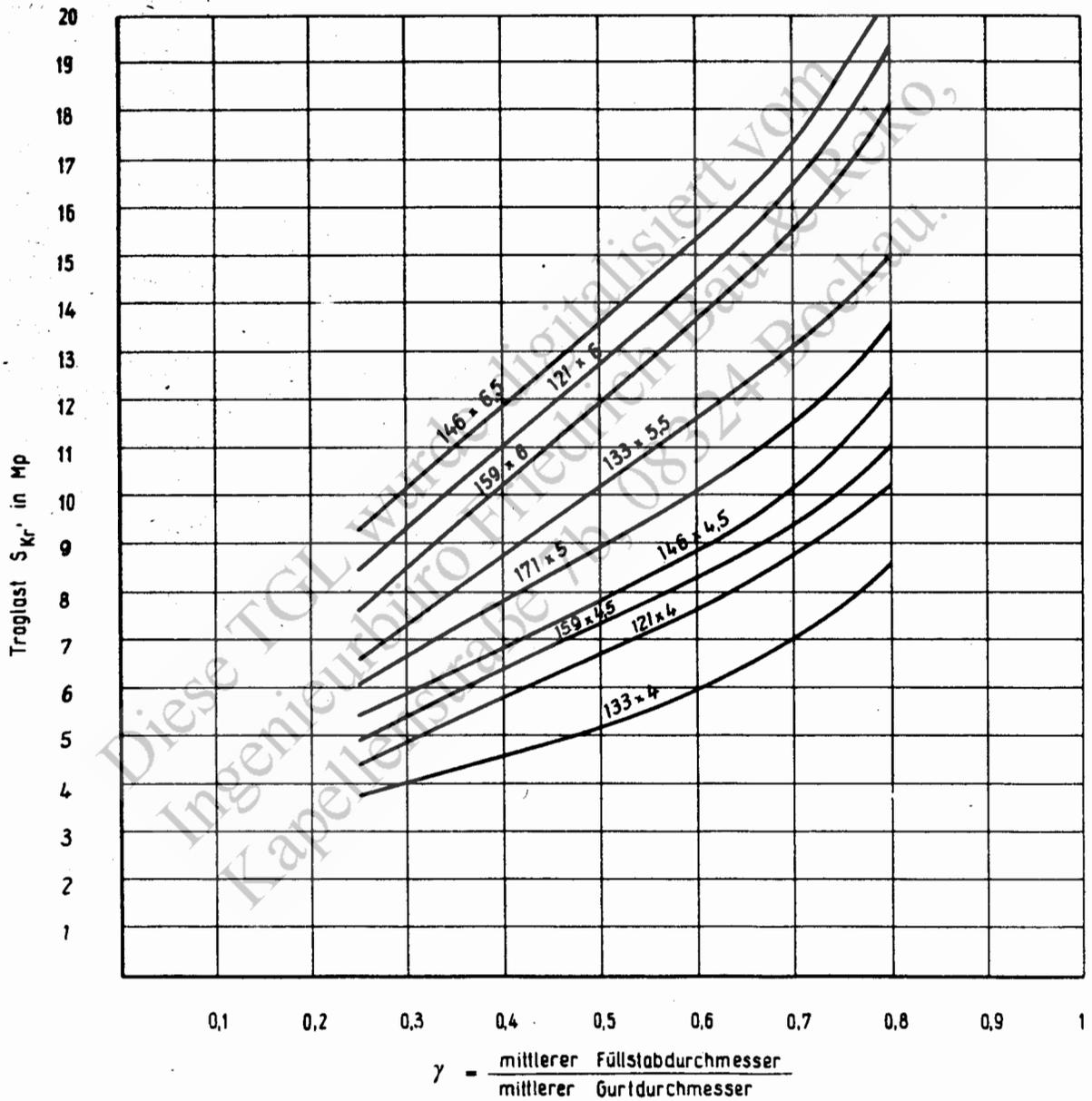


Bild 7. Traglasten S_{Kr}' des rechtwinkligen Normalanschlusses für Rohre aus St 35 von 133 bis 171 mm Außendurchmesser

3. KONSTRUKTIVE REGELN

3.1. Allgemeine konstruktive Regeln

3.1.1. Schweißnähte

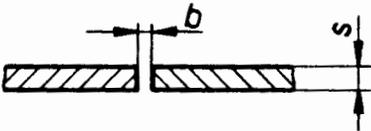
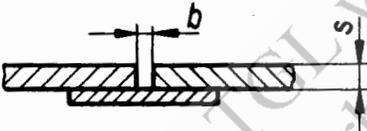
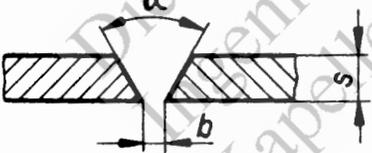
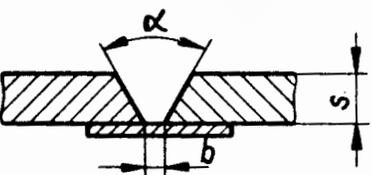
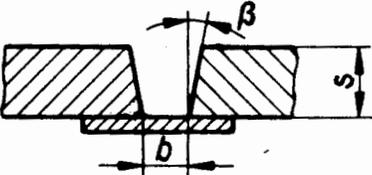
Schweißnahtvorbereitung nach TGL 14 905 Bl.9

Für Rohr-Stumpfstöße ist die Fugenform, abweichend von TGL 14 905 Bl.9, nach Tabelle 9 auszuführen.

Die Schweißnahtdicke darf bei Kehlnähten - abweichend von TGL 13 500 - in jedem Falle gleich der Wanddicke des anzuschließenden Rohres sein.

T a b e l l e 9

Fugenformen

Fugenform	Schweißverfahren	s mm	b mm	α, β	Bemerkung
	CO ₂	1,5	0 bis 2	-	-
	G	bis 3	1 bis 3		
	E	1,5 bis 3	1 bis 3	-	auf Unterlage
	CO ₂	3	2 bis 3	50°	-
	E	bis 6		60°	
	E	3 bis 10	2 bis 3	50° bis 60°	auf Unterlage
	E	W 10	6 bis 8	8° bis 12°	auf Unterlage

3.1.2. Luftdichtes Verschließen

Alle Hohlräume sind im Regelfall luftdicht zu verschweißen. Bohrungen für Verbindungsmittel gelten nur bei Verwendung von Nieten und von hochfesten, vorgespannten Schrauben als luftdicht verschlossen.

Bei Bauten, die mit Sicherheit nicht länger als 1 Jahr bestehen bleiben und die auch an anderer Stelle nicht wieder verwendet werden, brauchen die Hohlräume nicht luftdicht verschlossen zu werden, wenn die Mindestwanddicke von 2,5 mm eingehalten wird und wenn keine aggressive Atmosphäre einwirken kann. Es ist dafür zu sorgen, daß eindringendes Wasser ohne Wassersackbildung abfließen kann.

Bauteile im Innern von Gebäuden mit Bedingungen, die keine Korrosion aufkommen lassen, brauchen nicht luftdicht verschlossen zu werden, wenn die Mindestwanddicke von 2,5 mm eingehalten wird und die Rohrenden offen sind.

3.1.3. Mindestwanddicken und Korrosionsschutz

Bei luftdicht verschlossenen Konstruktionen müssen die Dicken der Rohrwandungen mindestens die Werte der Tabelle 10 haben.

Bei Verhältnissen, die von Tabelle 10 abweichen, ist die Sondergenehmigung der gesetzlich vorgeschriebenen Prüfdienststelle erforderlich.

T a b e l l e 10

Mindestwanddicken und Korrosionsschutz bei luftdicht verschlossenen Konstruktionen

Einsatzbedingung	s mm mindestens
Im Inneren von geschlossenen Gebäuden mit normalen Korrosionsbedingungen	1,5
Im Freien und in nicht geschlossenen Gebäuden (zum Beispiel Tribünen) bei normalen Korrosionsbedingungen	2
Bei ungünstigen Korrosionsbedingungen bei verbürgter Zugänglichkeit der Konstruktion (zum Beispiel chemische Betriebe)	3

3.1.4. Verbindung zwischen Hohlräumen

Wird nach Abschnitt 5.2. ein Nachweis über Luftdichtheit verlangt, so ist es zur Vereinfachung des Nachweisverfahrens zweckmäßig, durch Löcher von etwa 17 mm Durchmesser eine Verbindung zwischen den einzelnen Hohlräumen eines Bauteiles herzustellen (zum Beispiel nach Bild 9).

3.1.5. Rohre bei Querbelastung

Rohre sind gegenüber Kräften rechtwinklig zur Längsrichtung wenig widerstandsfähig. Alle Krafteinleitungsstellen sind daher sorgfältig zu untersuchen und gegebenenfalls auszusteifen. Versteifend wirken besonders dickere Rohrwandungen und Schotte. Die Schotte dürfen auch außen liegen, wobei sie gleichzeitig die Funktion von Knotenblechen mit übernehmen können (siehe Bild 8).

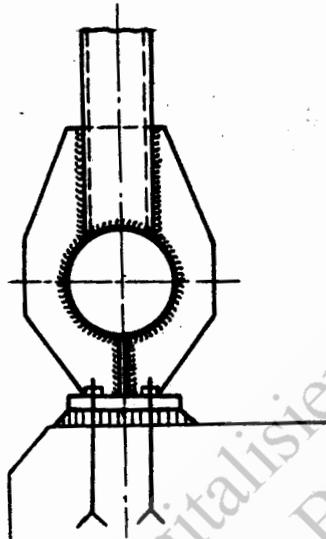


Bild 8

3.1.6. Biegen von Rohren

Biegen dünnwandiger Rohre ist im Regelfall zu vermeiden.

3.1.7. Zeichnerische Darstellung

Um eine eindeutige und einfache Darstellung ohne Raumkurven zu erhalten, sind bei Anpassungen die Rohre halb aufgeschnitten zu zeichnen (siehe die Bilder 9 und 10).

3.2. Ausbildung der Knoten

3.2.1. Knoten ohne Knotenbleche

Fachwerkssysteme mit Knoten, in denen wenig Stäbe zusammenlaufen, sind zu bevorzugen. Bei jedem Knoten sollen sich möglichst nur 2 Fullstäbe überschneiden. Überschneidungen von Fullstäben aus verschiedenen Fachwerkebenen sind zu vermeiden.

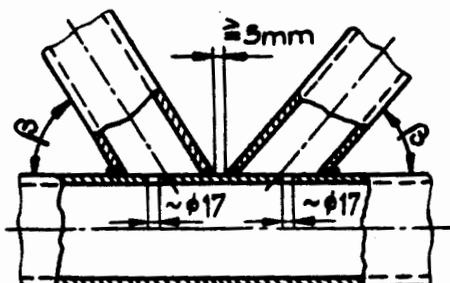


Bild 9

Zwischen den Anschlußnähten muß mindestens 5 mm Abstand verbleiben (siehe Bild 9).

Der Nachweis der Biegespannungen aus positiven oder negativen Fehlhebeln bis $0,3 D$ darf entfallen (siehe Bild 10).

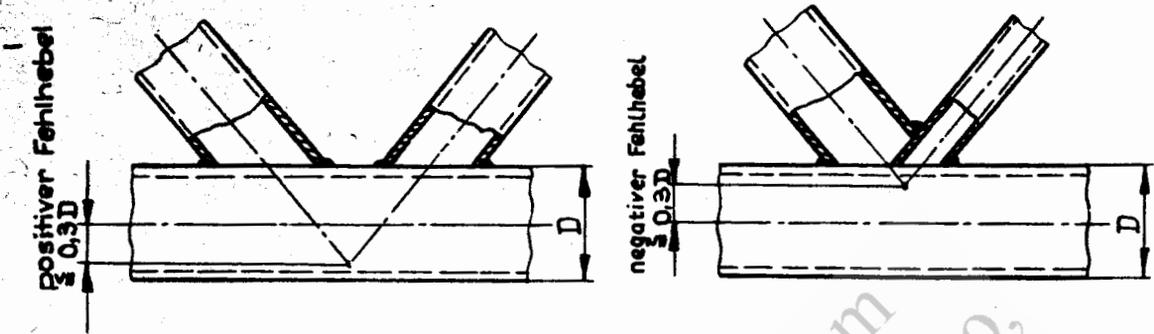


Bild 10 a

Bild 10 b

Bei den Knoten A 2 (siehe Tabelle 8 und Bild 10 b) darf auf das Schweißen des verdeckten Nahtteiles verzichtet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

die Durchmesser der Füllstäbe sind höchstens 146 mm, der durchgehende Stab ist stets der Zugstab, das Vorzeichen der Stabkräfte in den sich überschneidenden Füllstäben ist unterschiedlich, die Verbindungsnaht zwischen den sich überschneidenden Füllstäben kann einwandfrei hergestellt werden und ist nicht länger als die Anschlußnaht des durchgehenden Rohres an den Gurt.

Die Wanddicken der Gurte dürfen nicht dünner sein als die Wanddicken der Füllstäbe.

Der Winkel β zwischen Gurt und Füllstab darf bei Bauteilen der Ausführungsgruppen A und B nicht kleiner als 30° sein. Das Breitdrücken von Rohrenden hat unter einem Winkel von 15° zu erfolgen (siehe Bild 11 und Abschnitt 4.2.).

Wenn nach Bild 12 der Wurzelspalt höchstens 3 mm beträgt und wenn die zulässigen Spannungen für Kehlnähte zugrunde gelegt werden, genügt es, die Füllstäbe durch einen ebenen Schnitt abzulängen.

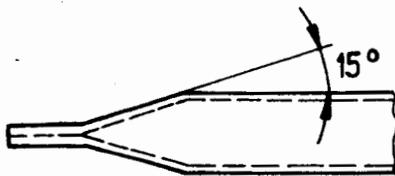


Bild 11

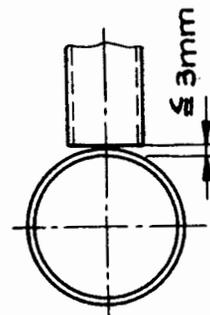


Bild 12

Bei den Knoten A 6 (siehe Tabelle 8) kann für das Ausknicken der Füllstäbe sowohl in als auch aus der Fachwerkebene mit einer Knicklänge nach Bild 13 gerechnet werden. Damit die Anschlußnaht im spitzen Winkel einwandfrei geschweißt werden kann, ist nach Bild 13 das Maß $2s$ einzuhalten.

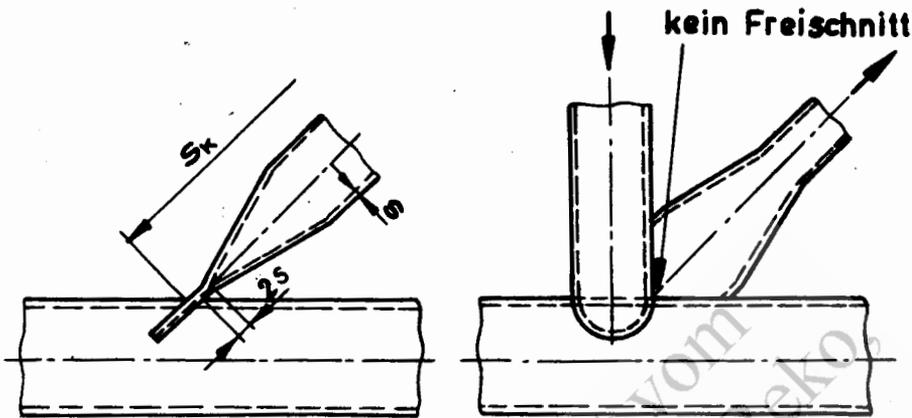


Bild 13

Bild 14

Bei den Knoten A 4, A 7, A 9 müssen die Nähte, mit denen die am Ende breitgedrückten Zugstäbe angeschlossen sind, durchgehen. Es dürfen also keine Freischnitte angeordnet werden (siehe Bild 14).

3.2.2. Knoten mit Knotenblechen

Es ist zulässig, aufgesetzte Knotenbleche zu verwenden. Falls erforderlich, sind hierbei die Knotenbleche länger zu ziehen als üblich (siehe Bild 15).

Werden bei Anschlüssen mit geschlitzten Rohren die Schweißnähte so um das Knotenblech herumgeführt, daß der fehlende Querschnitt voll durch Schweißgut ersetzt wird, kann mit den ungeschwächten Rohrquerschnitten gerechnet werden.

Werden Rohrenden durch halbkugelförmige Kämpelungen geschlossen, kann beim Spannungsnachweis der Anschlußnaht die halbe Nahtlänge an der Kämpelung mit in Rechnung gesetzt werden (siehe Bild 15).

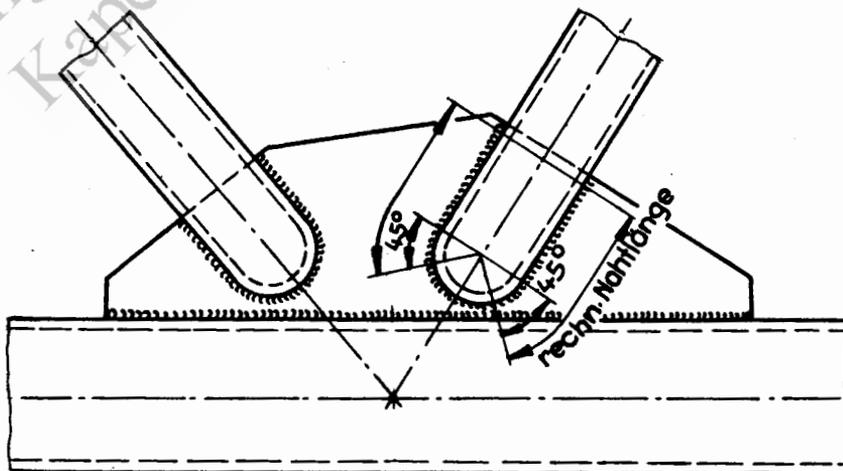


Bild 15

3.2.3. Knoten mit Hohlkugeln

Die erforderlichen Wanddicken von Hohlkugeln bei Bauteilen der Ausführungsgruppe C dürfen der Tabelle 11 entnommen werden. Die Wanddicken s der Kugeln sind in dieser Tabelle unter der Bedingung festgelegt, daß in den angeschweißten Rohren die maximal zulässige Kraft $S = F \cdot \text{zul}\sigma$ wirkt, wobei $\text{zul}\sigma = 1,4 \text{ Mp/cm}^2$ die größte zulässige Spannung des geschweißten Rohranschlusses bei St 38 ist. Bestehen die angeschweißten Rohre aus St 52 und die Spannung im Rohr ist $\frac{P}{t} \leq 1,4 \text{ Mp/cm}^2$, so kann die Tabelle 11 ebenfalls verwendet werden.

Die Tragfähigkeit von Hohlkugeln, die nicht in Tabelle 11 enthalten sind, kann durch einfache Druckversuche, sinngemäß Abschnitt 2.4., ermittelt werden.

Bei den Proben hierzu muß die Kugelschweißnaht konzentrisch zu den angeschweißten Rohren liegen.

Die Traglasten bei Zug und bei mehreren an der Kugel angeschlossenen Rohren sind stets größer als bei einachsiger Druckbelastung.

T a b e l l e 11

Erforderliche Wanddicken von Hohlkugeln aus St 38 für Durchmesser 150 bis 400 mm

D = äußerer Kugeldurchmesser; s = Kugelwanddicke

angeschweißte Rohre aus St 35 nach TGL 9012	mittlerer Rohrdurchmesser mittlerer Kugeldurchmesser = γ'		
	$\gamma' = 0,25$	$\gamma' = 0,50$	$\gamma' = 0,75$
1. und 2. Wanddicke	$s \cong \frac{D}{50}$	$s \cong \frac{D}{40}$	$s \cong \frac{D}{35}$
3. und 4. Wanddicke	$s \cong \frac{D}{40}$	$s \cong \frac{D}{35}$	$s \cong \frac{D}{30}$

In Tabelle 11 ist unter 1. Wanddicke das dünnwandigste Rohr nach TGL 9012 zu verstehen; unter 2. Wanddicke das nächstdickere und so weiter.

B e i s p i e l:

Rohr 89 x 3,5 ist die 1. Wanddicke
 x 4 ist die 2. Wanddicke
 x 4,5 ist die 3. Wanddicke
 x 5 ist die 4. Wanddicke

Aus schweißtechnischen Gründen dürfen die Wanddicken der Kugeln nicht dünner sein als die Wanddicken der angeschweißten Rohre.

3.2.4. Genietetete und geschraubte Rohranschlüsse

Bei Rohren, deren Enden nach Bild 16 breitgedrückt, ausgesteift und angeschlossen sind, darf im Bereich des breitgedrückten Rohrteiles die Auermittigkeit des Anschlusses unberücksichtigt bleiben. Beim Spannungsnachweis des Gesamtstabes ist die Auermittigkeit mit einem Hebelarm von der Dicke der Rohrwandung zu berücksichtigen.

Blechdicke = s jedoch
mindestens 6mm

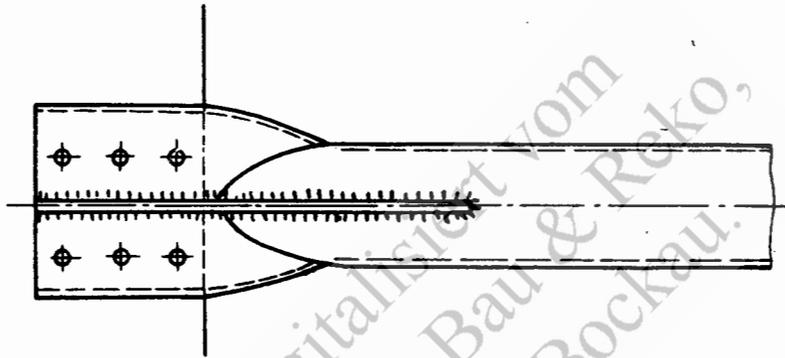
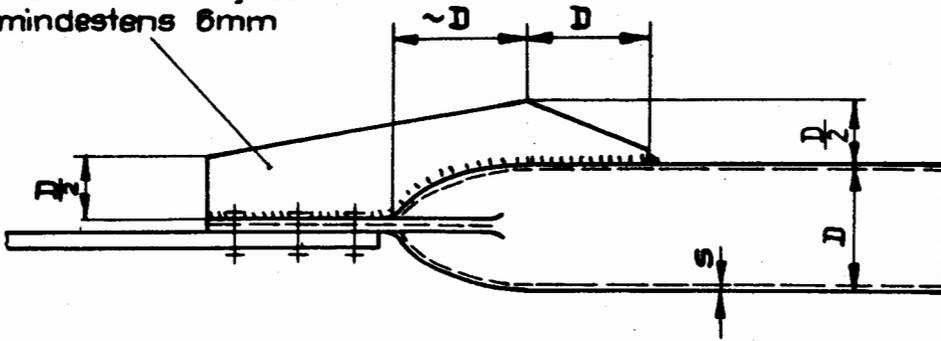


Bild 16

3.3. Ausbildung der Stöße

3.3.1. Schweißstöße

Unterlagen zur Schweißbadsicherung sollen die Abmessungen etwa 25 mm x 3 mm haben und mindestens aus Stahl der Güte St 38 u - 2 bestehen. Sie sind in einem Rohrende unverschieblich anzuhelfen.

Werden Rohre gleichen Innendurchmessers aber unterschiedlichen Außendurchmessers gestoßen, ist wie bei ebenen Blechen nach TGL 13 500 Ausg.9.62 Abschnitt 6.2.2. zu verfahren.

Werden Rohre unterschiedlichen Innendurchmessers gestoßen, ist das dickwandigere Rohr auf den Innendurchmesser des dünnerwandigen aufzuweiten (siehe Bild 17). Für diese Stöße sind auch andere Konstruktionen zugelassen, sofern die Wurzel einwandfrei geschweißt werden kann.

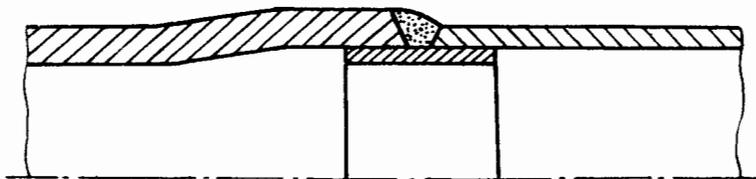


Bild 17

Werden Rohre gestoßen, deren Außen- und Innendurchmesser unterschiedlich sind, ist das größere Rohr nach Bild 18 einzuziehen. Es darf auch ein konisches Zwischenstück angeordnet werden.

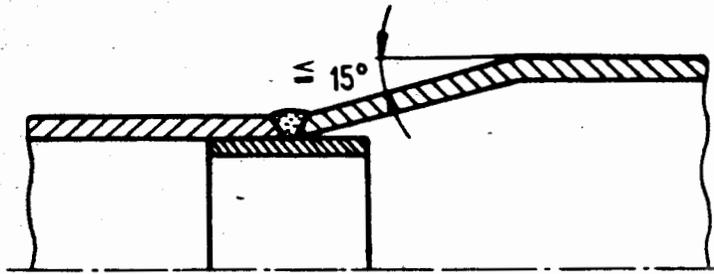


Bild 18

Stöße unterschiedlicher Rohre dürfen auch mit Querblechen nach Bild 19 ausgeführt werden. Auf ausreichende Steifigkeit der Querbleche, besonders bei den Ausführungsgruppen A und B sowie auf einwandfreie Beschaffenheit (keine Dopplungen) ist zu achten. Aus schweißtechnischen Gründen muß h mindestens $2 s_2$ sein.

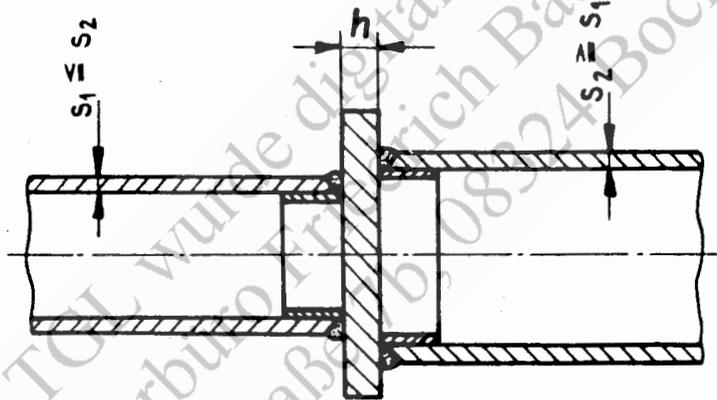


Bild 19

3.3.2. Schraubstöße

Werden Rohre mit aufgelegten Laschen, die der Rohrkrümmung angepaßt sind, gestoßen und ist luftdichter Verschuß gefordert, sind als Verbindungsmittel hochfeste Schrauben nach TGL 12 517 zu verwenden, wobei die Bemessung nach TGL 13 502 durchzuführen ist. Bei Stößen dieser Art müssen die Muttern im Innern des zu stoßenden Rohres befestigt werden (siehe Bild 20). Um den Zusammenbau zu erleichtern, ist das höchstzulässige Spiel zwischen Schaft und Lochwandung, das bei hochfesten Schrauben, nach TGL 13 510 Ausg. 12.62 Abschnitt 7.4.1. einschließlich aller Toleranzen 3 mm betragen darf, zu verwenden. Paßschrauben sind, auch wenn die Forderung nach luftdichtem Verschuß nicht besteht, für diese Stöße nicht zulässig.

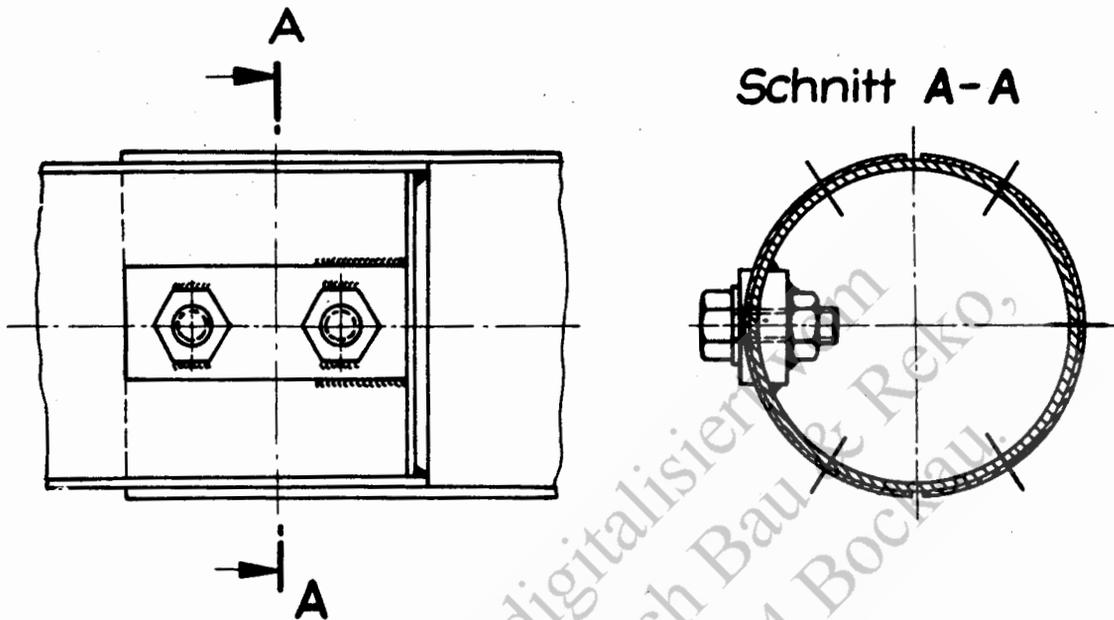


Bild 20

Damit Muttern und Schraubenköpfe einwandfrei anliegen, sind bearbeitete Flachstähle nach Bild 20 vorzusehen, die der Rohrwandung angepaßt sind.

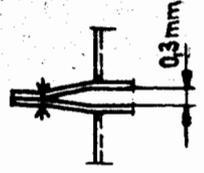
An die inneren Flachstähle dürfen die Muttern mittels Heftschiweißung befestigt werden, wobei auf die mutterseitigen gehärteten Unterlegscheiben verzichtet werden kann.

Die Flachstähle dürfen aus St 38 bestehen.

Flanschstöße dürfen auch bei Zugbelastung angewendet werden. Es ist besser, die erforderliche Flanschsteifigkeit durch dickere Flansche als durch Rippen zu erzielen. Die erforderlichen Flanschdicken bei Bauteilen der Ausführungsgruppe C dürfen nach Bild 21 ermittelt werden, wobei die dort angegebenen Bedingungen einzuhalten sind.

1. Formänderungsnachweis

0,3mm Flanschbiegung im Grenzlastfall H



2. Schubspannungsnachweis

$$\tau = \frac{P}{D \cdot \pi \cdot h \cdot 0,8} \leq \text{zul } \tau$$

Grenzlastfall H: $\text{zul } P = P_{0,3} = 0,335 D_1 \cdot h^2 \cdot \varphi$
 Grenzlastfall HZ: $\text{zul } P = 0,378 D_1 \cdot h^2 \cdot \varphi$
 Grenzlastfall S: $\text{zul } P = 0,419 D_1 \cdot h^2 \cdot \varphi$
 D_1 und h in cm, P in Mp

Gültig für: Röhre 85 bis 190 mm Außendurchmesser
 Schrauben M16 - 5D oder 10K
 Schraubenteilung 3 bis 3,5 d
 $a = 2,5 \text{ cm}$
 Werkstoff der Flansche mindestens St38
 Schrauben M16-10K mit 28,0 kpm vorgespannt

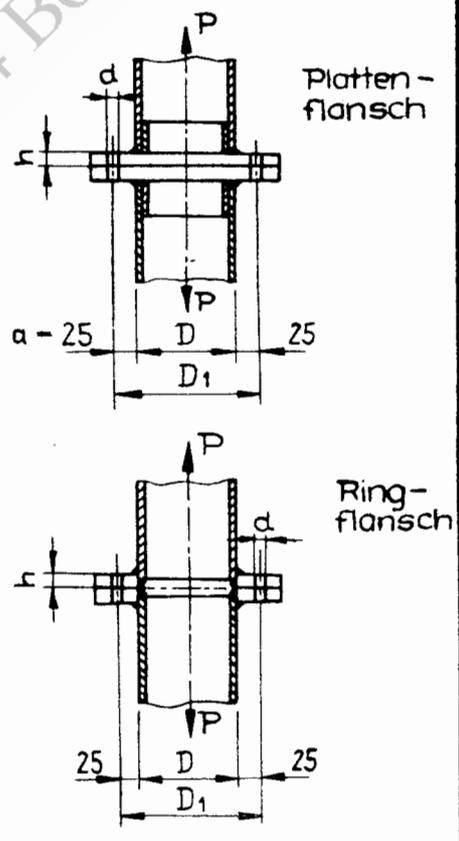
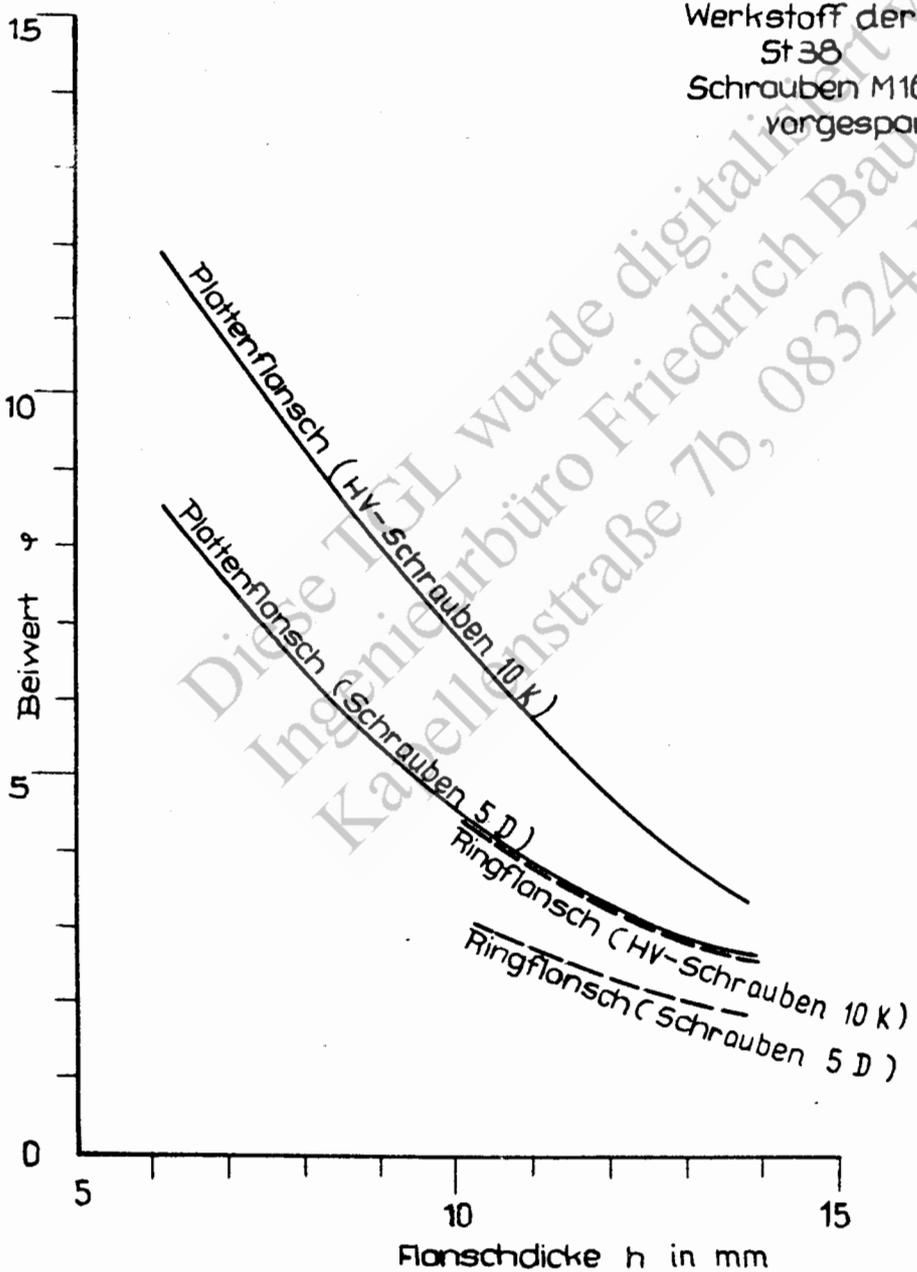


Bild 21. Bemessung von zugbeanspruchten, nicht verrippten Rohrflanschen

4. HERSTELLUNG

4.1. Anforderungen an die Herstellerbetriebe und Schweißer

Tragwerke aus Rohren dürfen von Rohr- und Blechschweißern geschweißt werden. Obwohl bei üblichen Rohrkonstruktionen bestenfalls II A-Nähte vorkommen, müssen die Schweißer abweichend von TGL 11 776 mindestens den Befähigungsnachweis B II oder R II besitzen.

Rohre, die neben ihrer statischen Funktion noch zum Transport von flüssigen oder gasförmigen Medien herangezogen werden, dürfen nur von Rohrschweißern mit dem Befähigungsnachweis R II nach TGL 2847 geschweißt werden.

4.2. Breitdrücken von Rohren

Wird das Maß H der Tabelle 12 eingehalten, so darf das Breitdrücken bei Raumtemperatur erfolgen. Sollten sich hierbei Anrisse einstellen, so entspricht das Material nicht den Technischen Güte- und Lieferbedingungen.

Das Breitdrücken von Rohrenden nach Bild 16 muß in jedem Falle im warmen Zustand erfolgen.

T a b e l l e 12

Breitdrücken von Rohren bei Raumtemperatur

Rohre nach Standard	Werkstoff	Mindestmaß H bei dem kein Erwärmen erforderlich ist
		
TGL 94 13	St 35	$H \approx 2 s$
	St 45	$H \approx 4 s$
	St 52	$H \approx 6 s$
TGL TGL 94 14	St 35 normalisierend geglüht	$H \approx 2 s$
TGL 7960	St 38	$H \approx 2,5 s$
	St 52-3	$H \approx 4 s$
TGL 13 873	St 35	$H \approx 2 s$

Die Maße H der Tabelle 12 dürfen unterschritten werden, wenn mindestens im Bereich der größten Verformung auf Schmiedetemperatur erwärmt wird.

Bei Rohren mit Längsschweißnaht muß diese im Bereich $\frac{b}{2}$ nach Bild 22 liegen.

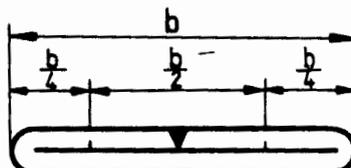


Bild 22

4.3. Besonderheiten beim Schweißen

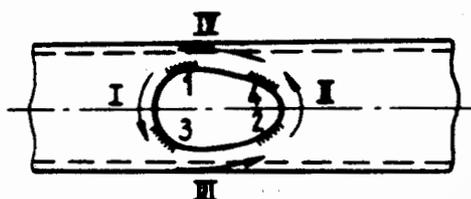
Die Schweißverfahren sind abhängig von den Wanddicken der zu verschweißenden Rohre und von der Schweißnahtvorbereitung.

Wird an Rohren bis 3 mm Wanddicke elektrisch geschweißt, ist der Minus-Pol an das Werkstück zu legen.

Heftnähte müssen dünn und flach gezogen werden, damit beim Fertigschweißen die Endkrater aufschmelzen. Besonders bei geringen Wanddicken ist darauf zu achten, daß die Heftnähte nicht schon die Endhöhe der Naht erreichen.

Um die Schrumpfmomente auszugleichen, sind bei Rohren ab 194 mm Außendurchmesser 2 Schweißer gegenüber anzusetzen.

Bei größeren Durchmessern ist die Heft- und Schweißfolge festzulegen. Ein Richtschema zeigt Bild 23.



1,2,3,4 Heftfolge

I, II, III, IV Schweißfolge

Bild 23

Wird in mehreren Lagen geschweißt, sind die Endkrater der einzelnen Lagen gegeneinander zu versetzen.

4.4. Korrosionsschutz

Bei der baulichen Durchbildung sowie während der Lagerung und Verarbeitung des Materials ist sorgfältig auf den Schutz vor Korrosion zu achten.

Mit Ausnahme einbetonierter Teile müssen Stahlrohrtragwerke vor Verlassen des Werkes einen ausreichenden Korrosionsschutz erhalten.

Der Korrosionsschutz ist nach den „Richtlinien für den Korrosionsschutz durch Anstrich“¹⁾ auszuführen.

Bauteile ohne Korrosionsschutz müssen eine mindestens 1,5 cm dicke Betonüberdeckung erhalten, die gegebenenfalls durch besondere Maßnahmen, zum Beispiel Drahteinlagen, gegen Abfallen zu sichern ist.

Das Innere der Rohre braucht nicht konserviert zu werden.

Stahlrohrtragwerke dürfen nicht mit gips- oder magnesiumchloridhaltigen Baustoffen (Steinholz und anderen), mit Kohlen- oder Koksasche oder Koks-schlacke in Berührung kommen.

Bei Decken mit Stahlrohrtragwerken unter feuchten Räumen müssen die Beläge wasserundurchlässig sein.

1) Erarbeitet von der Arbeitsgemeinschaft Korrosionsschutz beim VWR der DDR, Schwermaschinenbau, 1963

5. PRÜFUNG UND ABNAHME

5.1. Querbleche, Flansche und Hohlkugeln

Querbleche, Flansche und Bleche für Hohlkugeln sind durch Ultraschall auf Dopplungen zu prüfen.

5.2. Luftdichter Verschluss

Der Abnahmebeauftragte des Auftraggebers ist berechtigt, für Rohrkonstruktionen, die im Freien zum Einsatz kommen oder die besonders ungünstigen Korrosionsbedingungen ausgesetzt sind, einen Nachweis über Luftdichtheit zu verlangen. Der Nachweis kann zum Beispiel darin bestehen, daß in den Hohlräumen mit Preßluft ein Überdruck von 2 kp/cm² erzeugt wird und die Schweißnähte mit einer schäumenden Flüssigkeit bestrichen werden.

5.3. Prüfung der Schweißnähte

Nach TGL 13 510 Ausg. 9.62 Abschnitt 13.3. sollen Schweißnähte der Ausführungsklassen II A und II B stichprobenweise mit einem zerstörungsfreien Verfahren geprüft werden. Da bei Rohrkonstruktionen die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung nur in besonderen Fällen angewendet werden kann, ist es stattdessen zulässig, die Schweißer an Proben nach Bild 24 zu überprüfen.

Beim Schweißen der Naht hat die Probe horizontal zu liegen und darf nicht um ihre Längsachse gedreht werden.

Diese Proben müssen beim Zugversuch eine Schweißnahtfestigkeit

$$\sigma = \frac{P}{F} \geq 0,9 \sigma_B$$

ergeben. Hierin ist σ_B die Mindestzugfestigkeit des verwendeten Rohrwerkstoffes und F der ausgemessene Querschnitt des Rohres.

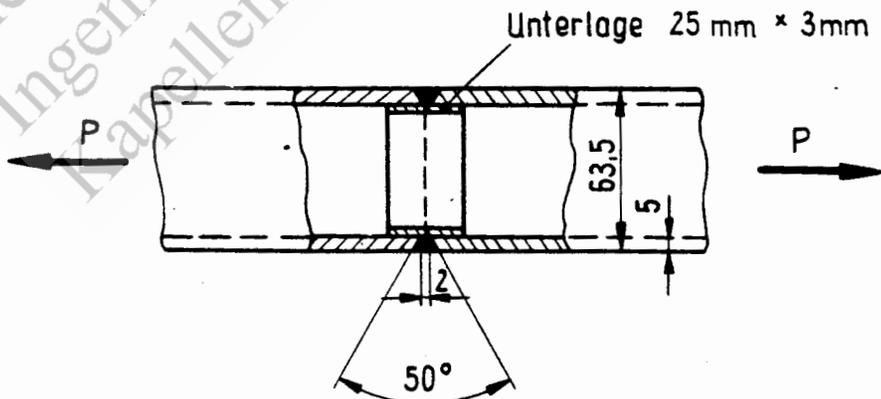


Bild 24

Hinweise:

Von den Grundsätzen dieses Standards darf abgewichen werden, wenn durch Theorie, Versuch oder Messung eine ausreichende Begründung erbracht wird, die von der gesetzlich vorgeschriebenen Prüfdienststelle anerkannt wird.

Bis zur Aufnahme des Beulnachweises für Rohre in TGL 0-4114 darf der Beulnachweis nach Thielemann-Dreyer („Der Stahlbau“ Nummer 27, 1958, H. 2, Seite 52, Bild 13) geführt werden, wobei die Beulsicherheit nicht kleiner sein darf als die Knicksicherheit des ganzen Stabes.

Wenn die Traglast S_{Kr} des rechtwinkligen Normalanschlusses nach Abschnitt 2.4, an Proben nach Bild 4 ermittelt wird, wird gebeten, die Ergebnisse dem Institut für Stahlbau und Leichtmetallbau, Leipzig S 3, Bernhard-Göring-Str. 64, zu übermitteln.

Für die Ermittlung der Traglast von Hohlkugeln nach Abschnitt 3.2.3. gilt das gleiche.

Ersatz für TGL 13 501 Bl.1 Ausg.12.63

Änderungen gegenüber Ausg.12.63:

Redaktionell überarbeitet, Tabelle 5 auf Seite 11 letzte Spalte 2. c) gestrichen,

Tabelle 10 auf Seite 20 berichtigt,

Bild 21 auf Seite 28 berichtigt,

Korrosionsschutz Abschnitt 4.4. geändert in

Übereinstimmung mit den „Richtlinien für den Korrosionsschutz durch Anstrich“,

Prüfung über Luftdichtheit geändert.

Am 25.9.1964 lag in der DDR noch kein vergleichbarer GOST oder Fachbereichsstandard der UdSSR vor. Zur gegebenen Zeit wird in der „STANDARDISIERUNG“ bekanntgegeben, daß ein vergleichbarer GOST oder Fachbereichsstandard der UdSSR vorliegt.

Diese TGL wurde digitalisiert vom
Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko,
Kapellenstraße 10 08324 Bockau

**Deutsche
Demokratische
Republik**

Stahlbau
STAHLLEICHTBAU
Dünnblechtragwerke
Berechnung, bauliche Durchbildung,
Herstellung, Abnahme

TGL
13501
Blatt 2

Gruppe 311

Стальное строительство
Легкое стальное строительство
Несущие конструкции из тонкой
листовой стали
Расчет, строительная конструк-
ция, изготовление приемка

empfindlich ab 1.7.73
Steel Structure
Light Gauge Steel Construction
Thin-Walled Structures
Calculation, Structural Design,
Fabrication, Acceptance

Verbindlich ab 1.10.1965

Dieser Standard gilt in Verbindung mit
TGL 13 500 "Stahltragwerke, Berechnung und bauliche Durchbildung"
und TGL 13 510 "Stahltragwerke, Herstellung und Abnahme" für alle
Stahltragwerke, die aus dünneren Profilen oder Blechen bestehen
als in TGL 13 500 festgelegt oder deren Einzelteile durch Wider-
standspunktschweißung verbunden sind.

INHALTSVERZEICHNIS

VEB Industrie- und Tiefbauprojektierung
Aue (Sachsen)

Seite

	Seite
1. Anwendung	2
2. Werkstoffe	2
3. Nachweise	2
4. Mindestdicke	3
5. Korrosionsschutz	4
6. Bauliche Durchbildung	4
7. Genietete und geschraubte Bauteile	4
8. Lichtbogenschweißung	4
9. Widerstands-Punktschweißung	5
9.1. Zulassung der Schweißbetriebe	5
9.2. Anwendungsmöglichkeit	5
9.3. Berechnung	6
9.4. Punktabstände	9
9.5. Herstellung	10
9.6. Prüfung	10
9.7. Abnahme	12

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Zuständiger Fachbereich: 21, Stahlbau
Bestätigt: 21.9.1964, Amt für Standardisierung, Berlin

1. ANWENDUNG

Tragende Stahlleichtbauteile dürfen nur von Werken hergestellt werden, die über geeignete Fachkräfte und entsprechende technologische Ausrüstung verfügen.

Stahlleichtbau ist für alle Tragwerke der Ausführungsgruppe C zugelassen, sofern nicht wegen der Korrosionsgefahr Bedenken bestehen. Bei Ausführungsgruppe A und B darf Stahlleichtbau nur mit besonderer Genehmigung der zuständigen Prüfdienststelle angewendet werden. Stahlleichtbauteile dürfen unter Beachtung von Abschnitt 5. in Beton, Decken, Wände und Dächer auch so eingebaut werden, daß sie nicht mehr zugänglich sind.

2. WERKSTOFFE

Im Stahlleichtbau sind alle Stähle zugelassen, die den in TGL 13 500 genannten Baustählen entsprechen. Sofern die Festigkeitswerte und Analysen nicht bekannt sind, ist die Streckgrenze nach TGL 17 461 an mindestens 10 Proben zu ermitteln und unter Umständen die Schweißbarkeit durch Analysen festzustellen. Über die Eignung zum Widerstands-Punktschweißen siehe Hinweise.

3. NACHWEISE

Die erforderlichen Nachweise sind nach TGL 13 500 zu führen.

3.1. Statischer Spannungsnachweis

Sofern die zulässigen Spannungen für Stähle nicht in TGL 13 500 enthalten sind, sind sie der Fließgrenze oder der 0,2%-Dehngrenze entsprechend umzurechnen mit den Sicherheitszahlen ν_F im

Grenzlastfall H	$\nu_F = 1,50$
Grenzlastfall HZ	$\nu_F = 1,33$
Grenzlastfall S	$\nu_F = 1,20.$

Bei Stählen ohne ausgeprägte Fließgrenze ist außerdem die Sicherheit ν_{Br} gegenüber der Bruchfestigkeit nachzuweisen im

Grenzlastfall H	$\nu_{Br} = 2,2$
Grenzlastfall HZ	$\nu_{Br} = 2,0$
Grenzlastfall S	$\nu_{Br} = 1,8.$

3.2. Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach TGL 0-4114 und TGL 13 500 zu führen. Dabei ist besonders die Gefahr des Drill- und Biegedrillknickens bei offenen Querschnitten und des örtlichen Versagens zu beachten.

Vorbeulen sind in ihrer Größe abzuschätzen und gegebenenfalls in der Berechnung zu berücksichtigen.

Bei breiten Gurten - größter Abstand eines Punktes vom gestützten Rand größer als 15fache Gurtstärke - ist die mittragende Breite zu untersuchen.

Die Beulsicherheit auf Druck beanspruchter Bleche muß im

Grenzlastfall H	$\nu_B = 1,71$
Grenzlastfall HZ	$\nu_B = 1,5$
Grenzlastfall S	$\nu_B = 1,3$

betragen, wenn durch Beulen des Bleches das ganze Bauteil versagt, zum Beispiel Gurtbleche; sonst genügen die Sicherheitszahlen für Beulen der Stegbleche nach TGL 0-4114.

Bei hochfesten Stählen, die nicht dem St 52 oder St 45/60 vergleichbar sind, ist die Stabilität nach dem Spannungs-Dehnungsdiagramm zu berechnen. Es ist zu beachten, daß bei hochfesten Stählen die Proportionalitätsgrenze teilweise relativ niedrig liegt.

3.3. Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis

Die Dauer- oder Zeitfestigkeit ist versuchsmäßig nachzuweisen, wenn sie infolge Konstruktionsform oder Bearbeitung nicht eindeutig nach TGL 13 500 oder nach Abschnitt 9.2. und 9.3. festgelegt werden kann.

Bei dynamischer Beanspruchung ist das Schwingungsverhalten zu berücksichtigen (Resonanzgefahr).

3.4. Nachweis durch Versuche

Die Sicherheit der Tragwerke darf statt durch Berechnung auch durch Versuche nachgewiesen werden, wenn die zuständige Prüfdienststelle die Zustimmung dazu erteilt. Dabei müssen Prüfstück und Belastung mit dem auszuführenden Tragwerk übereinstimmen. Übertragen der Versuchsergebnisse auf ähnliche Tragwerke oder Belastungen ist nur bedingt möglich.

Bei Serienfertigung sind Versuche zu empfehlen. In Zweifelsfällen können sie von der zuständigen Prüfdienststelle auch bei Einzelfertigung gefordert werden.

4. MINDESTDICKE

Die Mindestdicke ist abhängig von den Einsatzbedingungen und der Querschnittsausbildung nach Tabelle 1.

T a b e l l e 1

Einsatzbedingungen	Mindestdicke mm	Querschnitts- ausbildung
Im Inneren von geschlossenen Gebäuden mit normalen Korrosionsbedingungen	1,5	offen und geschlossen
Im Freien und in nicht geschlossenen Gebäuden, zum Beispiel Tribünen, bei normalen Korrosionsbedingungen	3,0	offen
	2,0	geschlossen
Bei ungünstigen Korrosionsbedingungen bei verbürgter Zugänglichkeit der Konstruktion, zum Beispiel chemische Betriebe	3,0	geschlossen

5. KORROSIONSSCHUTZ

Bei der baulichen Durchbildung sowie während der Lagerung und Verarbeitung des Materials ist sorgfältig auf den Schutz vor Korrosion zu achten.

Hohlräume sind luftdicht zu verschließen, wenn das Bauteil nicht feuerverzinkt wird. Feuerverzinkte Teile sind entsprechend der Verzinkungstechnologie zu gestalten; geschlossene Hohlräume sind dabei wegen Explosionsgefahr zu vermeiden.

Mit Ausnahme einbetonierter Teile müssen Stahlleichtbauteile vor Verlassen des Werkes einen ausreichenden Korrosionsschutz erhalten.

Der Korrosionsschutz ist nach den „Richtlinien für den Korrosionsschutz durch Anstrich“¹⁾ auszuführen.

Bauteile ohne Korrosionsschutz müssen eine mindestens 1,5 cm dicke Betonüberdeckung erhalten, die gegebenenfalls durch besondere Maßnahmen, zum Beispiel Drahteinlagen, gegen Abfallen zu sichern ist. Stahlleichtbauteile dürfen zum Beispiel nicht mit gips- oder magnesiumchloridhaltigen Baustoffen (Steinholz und anderen), mit Kohlen- oder Koksasche oder Koksschlacke in Berührung kommen.

Bei Decken mit Stahlleichtbauteilen unter feuchten Räumen müssen die Beläge wasserundurchlässig sein.

6. BAULICHE DURCHBILDUNG

Abstehende Schenkel gedrückter Bauteile sind am freien Rand umzubördeln, wenn das Verhältnis von Dicke zu Breite kleiner als 1 : 15 ist. Die Umbördelung darf nicht weiter als das 25fache der Blechdicke von der parallelen Längsstützung (Steg oder Schweißpunktreihe) entfernt sein. Bei größerer Breite ist ein besonderer Stabilitätsnachweis zu führen, siehe Abschnitt 3.2.

Die Krafteinleitungsstellen sind besonders sorgfältig auszubilden. Vorbeulen sind konstruktiv und technologisch soweit wie möglich einzuschränken.

7. GENIETETE UND GESCHRAUBTE BAUTEILE

Niete bis 10 mm Durchmesser dürfen kalt geschlagen werden.

Das Stanzen von Löchern in tragenden Teilen ist bei Blechdicken bis 4 mm zulässig. Bei Stählen mit größerer Festigkeit als St 38 müssen die Löcher um 1 mm aufgerieben werden. Das Aufreiben kann mit Genehmigung der Prüfdienststelle unterbleiben.

8. LICHTBOGENSCHWEISSUNG

Die Festlegungen der TGL 13 500 gelten sinngemäß.

Die Mindestdicke der Kehlnähte beträgt 2 mm.

1) Erarbeitet von der Arbeitsgemeinschaft Korrosionsschutz beim VWR der DDR, Schwermaschinenbau, 1963

9. WIDERSTANDSPUNKTSCHWEISSUNG

9.1. Zulassung der Schweißbetriebe

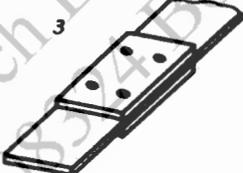
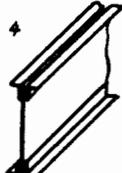
Widerstands-Punktschweißarbeiten an tragenden Bauteilen dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die nach Anordnung über die Zulassung von Schweißbetrieben vom 1.8.1956, veröffentlicht im GBl. Teil I, Nr. 69 vom 18.8.1956, von der Zulassungskommission für Schweißbetriebe der DDR dafür zugelassen sind.

9.2. Anwendungsmöglichkeit

Punktschweißung ist zulässig für Kraft- und Heftverbindungen, wenn nicht mehr als drei Teile verbunden werden. Bei statischer Beanspruchung soll die Gesamtdicke der zu verbindenden Teile 15 mm nicht überschreiten. Bei Verbindung von zwei Einzelteilen soll keines dicker als 5 mm sein; bei drei Einzelteilen soll keines der außenliegenden Teile dicker als 5 mm sein. Bei Beanspruchung auf Dauer- oder Zeitfestigkeit sind vorläufig Punktschweißverbindungen nach Tabelle 2 zugelassen. Abweichungen von vorstehenden Festlegungen sind nur zulässig, wenn durch Versuche die Tragfähigkeit der Verbindung nachgewiesen wird.

T a b e l l e 2

Einstufung der Widerstands-Punktschweißverbindungen in die Dauer- oder Zeitfestigkeitslinien

Konstruktionsform		1  2 		3 		4  5 	
		ein- oder zwei-reihig einschnittig		einreihig zweisechnittig		Biegeträger	
zulässige Dicke mm		bis 2*)		bis 2*)		3 bis 5	bis 3*)
Dauer- oder Zeitfestigkeitslinie nach Abschnitt 9.3.2. oder TGL 13 500							
Ausführungsgruppe		A	B	A	B	A	B
Grundwerkstoff	Normalspannung zul σ_D	XIII	XII	VII	VI	IV	III
	Schubspannung zul τ_D	nur statischer Nachweis				IX	XI
	mehrachsiges Spannungs-zustand ²⁾ zul σ_D^*					III	II
Schweißpunkte	Scher-spannung zul τ_D	nur statischer Nachweis				VIII	X

2) Nachweis nach TGL 13 500 Ausg.9.62, Gleichung 7

*) Bei größerer Dicke müssen die Werte der Dauer- oder Zeitfestigkeit versuchsmäßig ermittelt werden.

9.3. Berechnung

9.3.1. Statische Beanspruchung

Außer der Beanspruchung des Grundwerkstoffes ist die Scherspannung in den Schweißpunkten nachzuweisen. Die zulässige Scherspannung ist TGL 13 500 Ausg.9.62, Tabelle 2, Zeile 13 zu entnehmen.

Der Durchmesser eines Schweißpunktes in mm wird angesetzt mit $d = 5 \sqrt{s}$, wobei s in mm die geringste Dicke der zu verbindenden Teile ist, siehe Tabelle 3.

T a b e l l e 3

Blechdicke s mm	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Punkt- durchmesser d mm	6,13	7,07	7,91	8,66	9,36	10,0	10,6	11,2
Fläche des Schweiß- punktes F_{Pu} cm ²	0,295	0,393	0,491	0,590	0,688	0,786	0,885	0,982

Beanspruchung auf Kopfzug ist nur in Ausnahmefällen bei statischer Beanspruchung zulässig.

Die dafür zulässigen Spannungen sind Tabelle 4 zu entnehmen.

T a b e l l e 4

Zulässige Spannungen auf Kopfzug in kp/cm²

		gewöhnlicher Baustahl zum Beispiel St 38	hochwertiger Baustahl zum Beispiel St 52
Grenzlastfall	H	320	480
	HZ	360	540
	S	400	600

9.3.2. Dynamische Beanspruchung

Die Beanspruchung des Grundwerkstoffes und die Scherspannung der Schweißpunkte sind entsprechend Tabelle 2 nachzuweisen. Die Werte für Dauerfestigkeitslinie XIII und Zeitfestigkeitslinie XII sind Tabelle 5 oder Bild 1, die Werte für die übrigen Linien TGL 13 500 zu entnehmen.

T a b e l l e 5

Zulässige Spannungen zul σ_D in kp/cm^2

Die eingeklammerten Werte sind keine zulässigen Spannungen, sondern dienen nur zur Interpolation.

Zwischenwerte dürfen geradlinig eingeschaltet werden.

x	St 38				x	St 52			
	Zeit- festigkeits- linie XII zul σ_D		Dauer- festigkeits- linie XIII zul σ_D			Zeit- festigkeits- linie XII zul σ_D		Dauer- festigkeits- linie XIII zul σ_D	
	(+)	(-)	(+)	(-)		(+)	(-)	(+)	(-)
- 1,0	227	227	182	182	- 1,0	227	227	182	182
- 0,9	237	238	189	190	- 0,9	237	238	190	191
- 0,8	247	250	198	200	- 0,8	248	250	198	200
- 0,7	258	263	207	210	- 0,7	260	263	208	211
- 0,6	270	277	216	222	- 0,6	273	278	218	223
- 0,5	284	293	227	234	- 0,5	287	295	229	236
- 0,4	298	311	238	248	- 0,4	302	313	242	250
- 0,3	318	330	251	264	- 0,3	319	333	255	267
- 0,2	330	352	264	282	- 0,2	337	357	270	285
- 0,1	348	377	278	306	- 0,1	358	383	286	307
0	368	406	294	325	0	380	414	304	331
+ 0,1	388	438	311	350	+ 0,1	403	448	323	359
+ 0,2	410	474	328	379	+ 0,2	429	488	343	390
+ 0,3	432	514	345	412	+ 0,3	455	533	364	427
+ 0,4	455	559	364	447	+ 0,4	483	584	387	467
+ 0,5	483	607	387	486	+ 0,5	516	641	413	513
+ 0,6	534	673	431	540	+ 0,6	574	714	464	573
+ 0,7	658	819	547	672	+ 0,7	726	882	607	724
+ 0,8	966	1235	853	1079	+ 0,8	1140	1424	1017	1252
+ 0,846	-	1600	-	-	+ 0,876	-	2400	-	-
+ 0,860	-	-	-	1600	+ 0,884	-	-	-	2400
+ 0,895	1600	-	-	-	+ 0,9	2111	(2854)	2012	(2712)
+ 0,9	(1643)	(2236)	1554	(2109)	+ 0,916	2400	-	-	-
+ 0,905	-	-	1600	-	+ 0,920	-	2400	-	-
+ 1,0	-	-	-	-	+ 1,0	(4000)	-	(4000)	-

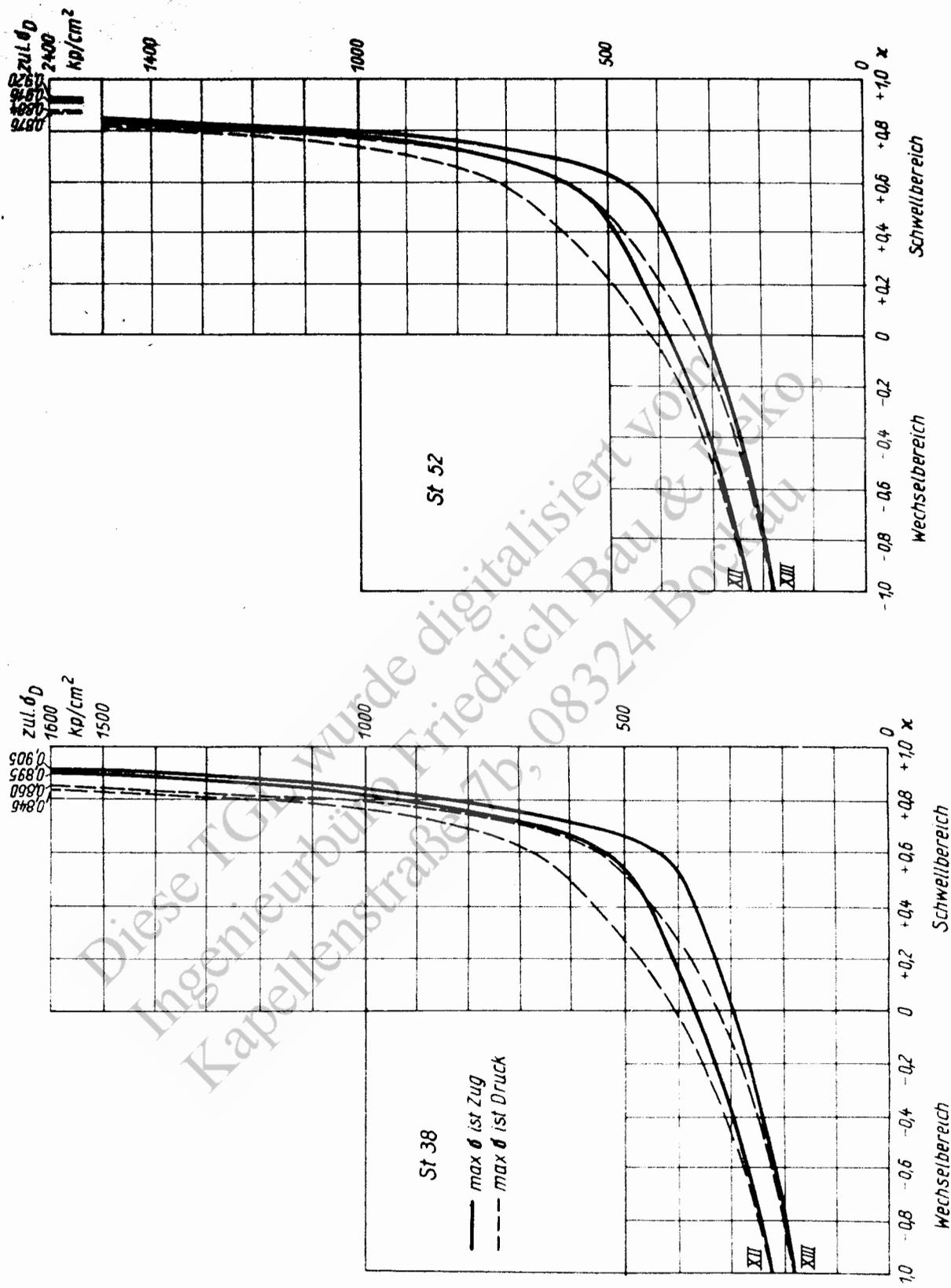


Bild 1

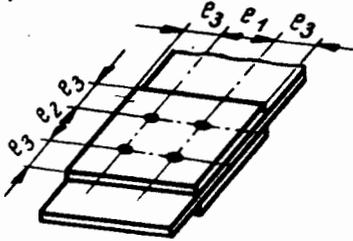
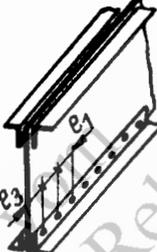
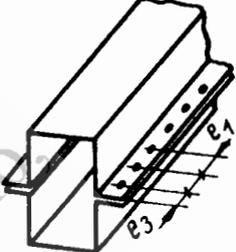
Zulässige Spannungen beim Dauer- oder Zeitfestigkeitsnachweis nach Linie XII und XIII

9.4. Punktabstände

Die Abstände der Schweißpunkte und die Randabstände sind nach Tabelle 6 zu wählen. Für Heftverbindungen gelten jeweils die größten der angegebenen Werte.

T a b e l l e 6

Punktabstände (e_1), Reihenabstände (e_2), Randabstände (e_3) in mm

Konstruktionsform	1,2,3 			4 		5 	
	Gilt entsprechend für einreihige und einschnittige Verbindungen						
Abstände	e_1	e_2	e_3	e_1	e_3		
bei statischer Beanspruchung	3 bis 6d	3 bis 6d	2 bis 4d	2 bis 7d	2 bis 4d		
bei dynamischer Beanspruchung	2d	2d	2d	5 bis 7d	2d		

Sind bei dynamisch beanspruchten Teilen der Konstruktionsform 1, 2 oder 3 die Punktabstände e_1 oder e_2 größer als 2d, sind die zulässigen Spannungen zu σ_D und zu σ_D^* mit dem Abminderungsfaktor nach Tabelle 7 zu multiplizieren.

T a b e l l e 7

Teilung e_1 oder e_2 mm	Abminderungsfaktor
3d	0,6
4d	0,5
5d	0,4

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

Wird bei dynamisch beanspruchten Biegeträgern der Punktabstand nach Tabelle 6, Konstruktionsform 4 und 5 über- oder unterschritten, sind die zulässigen Spannungen zu σ_D , zu τ_D und zu σ_D^* mit dem Faktor k nach Bild 2 zu multiplizieren.

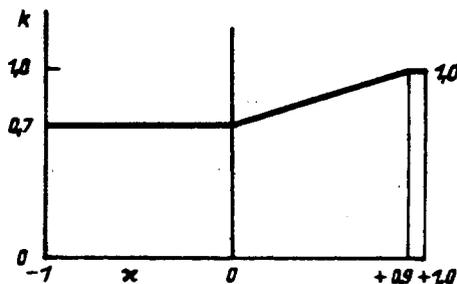


Bild 2

9.5. Herstellung

9.5.1. Vorbereitung

Die Oberfläche der zu verbindenden Teile muß an der Schweißstelle metallisch blank sein, das heißt frei von Zunder, Rost, Farbe oder Fett.

9.5.2. Oberflächenschutz

Wird bei punktgeschweißten Bauteilen ein Schutz gegen Unterrostung im Bereich der Überlappung gefordert, sind die Bauteile vor dem Schweißen in der Breite der Überlappung mit einem Spezial-Punktschweißlack oder einer Spezial-Punktschweißpaste einzustreichen. Die Verarbeitungsvorschrift ist dabei genau einzuhalten. Bei Naßverarbeitung ist für entsprechende Absaugung zu sorgen.

9.5.3. Ausführung der Schweißung

Die für die Schweißung maßgebenden Faktoren Elektrodenkraft, Schweißstrom und Schweißzeit sind abhängig von der Blechdicke und den Anforderungen an die Naht durch Vorversuche festzulegen. Der Elektrodenspitzendurchmesser soll dem Wert d nach Abschnitt 9.3.1. entsprechen.

Die größte noch zu verschweißende Blechdicke innerhalb des Bereiches nach Abschnitt 9.2. ist abhängig von der Leistung der Maschine sowie der erforderlichen Armausladung und damit von der auftretenden Induktion. Sie ist durch Vorversuche festzulegen.

9.6. Prüfung

In Ermangelung zerstörungsfreier Prüfverfahren ist eine laufende Überwachung in der Fertigung nur an Probeblechen aus dem gleichen Werkstoff, die unter genau gleichen Bedingungen geschweißt wurden, durch Zerstörung möglich. Zu den gleichen Bedingungen gehören gleiche Maschine mit gleicher Armausladung, gleiche Elektrodenabmessungen und gleiche Schweißparameter. Bei ausgefahrenem Maschinenarm ist eine Blechmasse in die Fensteröffnung einzubringen, die der Masse der Fertigungsteile entspricht.

9.6.1. Scherzugprobe

Die Einhaltung der rechnerischen Werte nach Abschnitt 9.3. ist durch Scherzugversuch nach TGL 14 912 Bl.8 laufend zu überwachen. Abweichend von TGL 14 912 Bl.8 genügen jeweils 10 Proben je neue Maschineneinstellung, weiterhin je 10 Proben auf 500 Schweißpunkte bei gleicher Einstellung. Der erste Punkt auf dem Probestück ist auszulassen.

9.6.2. Ausknöpfprobe

Sie ist zur laufenden Überwachung und Kontrolle der eingestellten Schweißparameter durchzuführen.

Die Probe muß mindestens 5 Schweißpunkte haben.

Ausknöpfen der Schweißpunkte muß bis zu 3 mm Einzelblechdicke erzielt werden, siehe Bild 3.



Bild 3

9.6.3. Schliffproben

Sie sind zur Beurteilung der Abmessungen der Schweißung und der Übergangszone sowie des Gefüges und zur Feststellung von Poren und Rissen anzufertigen.

Schliffproben dürfen nicht am ersten geschweißten Punkt entnommen werden.

9.6.4. Sichtprüfung

Der Elektrodeneindruck darf höchstens 10% der Dicke des dünnsten außenliegenden Bleches betragen. Der Durchmesser oder die Breite der Wärmeeinflußzone soll nicht mehr als doppelt so groß sein wie der Eindruck.

9.6.5. Makroskopische Prüfung

Die Dicke der Schweißlinse muß 55 bis 80% der gesamten zu verschweißenden Blechdicke erreichen.

Der Durchmesser der Schweißlinse muß mindestens den Wert d nach Abschnitt 9.3.1. erreichen.

Bei Dichtnähten müssen sich die Schweißpunkte mindestens mit $1/3$ des Einzelpunktes überdecken. Die Wärmeeinflußzone soll sich nicht mehr als doppelt so weit ausdehnen wie die Schweißlinse; sie darf sich bis in die Blechoberfläche erstrecken.

Risse dürfen weder in der Schweißzone noch im Übergangsgefüge auftreten.

Porenanhäufungen dürfen nicht vorhanden sein. Eine einzelne Pore in der Mitte der Schweißlinse ist bis zur Größe von $0,2 d$ ohne Minderung der Festigkeit zulässig.

9.7. Abnahme

Bei der Abnahme sind dem Abnehmer die Konstruktionszeichnungen und Fertigungsunterlagen vorzulegen.

Abweichungen von diesen Unterlagen bedürfen der Zustimmung des Abnehmers.

Der Abnehmer kann die Durchführung von Probeschweißungen und ihre zerstörende Prüfung nach Abschnitt 9.6. verlangen, desgleichen den Nachweis der Analysen und der Festigkeitswerte der zum Einbau gekommenen Werkstoffe, sofern keine Werkstoff-Atteste vorliegen.

Die Punktschweißungen dürfen vor der Abnahme keinen Farbanstrich erhalten. Verdeckte Nähte sind vor dem Zusammenbau der Abnahme zur Prüfung zu melden.

Die Abnahme ist seitens der Technischen Kontrollorganisation (TKO) des Herstellerbetriebes zu bestätigen.

Die Prüfprotokolle sind zusammen mit den Abnahmeunterlagen von der TKO aufzubewahren.

Hinweise:

Am 11.9.1964 lag in der DDR noch kein vergleichbarer GOST oder Fachbereichsstandard der UdSSR vor. Zur gegebenen Zeit wird in der „STANDARDISIERUNG“ bekanntgegeben, daß ein vergleichbarer GOST oder Fachbereichsstandard der UdSSR vorliegt.

Stahlbau, Stabilitätsfälle siehe TGL 0-4114 Bl.1 und 2

Allgemeine Baustähle, Gütebedingungen siehe TGL 7960

Zu 3.2. Stabilitätsnachweis

Möller, Donat: Einfluß von Vorbeulen auf die Spannungsverteilung und Tragfähigkeit geschweißter Dünoblechkonstruktionen; JfL-Mitteilungen 1964, Heft 3.

Schleicher: Taschenbuch für Bauingenieure, 2. Auflage, Seite 843.

Von den Grundsätzen dieses Standards darf abgewichen werden, wenn durch Versuche eine ausreichende Begründung erbracht wird, die von der zuständigen Prüfdienststelle anerkannt wird.

Richtwerte für die Eignung der Stähle zum Widerstands-Punktschweißen:

Ein Stahl ist „gut punktschweißbar“, wenn damit ohne Anwendung besonderer Maßnahmen eine einwandfreie Punktschweißung erzielt werden kann, das heißt

sie darf weder eine deutliche Aufhärtung (über 300 kp/mm² Brinell- oder Vickershärte) noch Härterisse, innere Fehler oder eine schlechte Punkt-oberfläche aufweisen.

Ein Stahl ist „genügend punktschweißbar“, wenn damit unter Anwendung des Vorwärmens und Nachglühens in der Maschine, jedoch ohne nachträgliche thermische Behandlung, eine einwandfreie Punktschweißung erzielt werden kann.

Erfahrungsgemäß haben sich die Größtgehalte der Legierungselemente nach Tabelle als zulässig erwiesen, wobei sowohl die Maximalgehalte einzelner Elemente für sich, als auch die Summen der angegebenen Kombinationen von Elementen zu beachten sind.

Legierungsgehalte in %

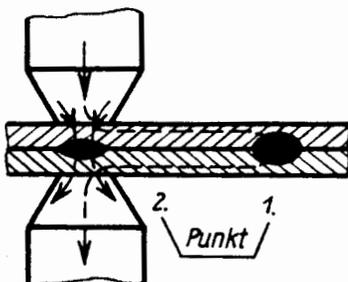
	gut punktschweißbar	genügend punktschweißbar
C	0,25	0,40
C Cr	0,35	1,60
C Mo	0,50	0,70
C V	0,40	0,60
C Mn	1,40	1,60
C Ni	3,0	4,0
Si	0,4	1,0
Cu	0,6	0,60
PS	0,1	0,60
C Cr Mo V	0,6	1,60

Ein Stahl ist „bedingt punktschweißbar“, wenn zur Erzielung einer einwandfreien Punktschweißung sowohl ein Vorwärmen und Nachglühen in der Maschine als auch eine thermische Nachbehandlung notwendig ist.

Ein Stahl ist „nicht punktschweißbar“, wenn trotz besonderer Maßnahmen beim Schweißen und trotz nachträglicher thermischer Behandlung eine einwandfreie Punktschweißung nicht mit Sicherheit erreicht werden kann.

Fehler und mögliche Ursachen beim Widerstands-Punktschweißen

Fehler
Kein Verschweißen
oder
mangelhafte Bindung

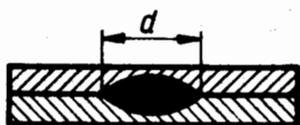


Mögliche Ursache
Elektrodenkraft zu groß
Elektrodenstitzendurchmesser zu klein
Elektrodenstitzendurchmesser zu groß
Elektrodenstitzen verunreinigt
Elektrodenwerkstoff falsch
Schweißzeit zu kurz
Schweißstrom zu niedrig
Werkstückoberfläche nicht metallisch sauber
Werkstoff nicht schweißbar
Zu großer Nebenschluß -
Punktabstand zu klein
Netzspannung zu niedrig

Fehler

Mögliche Ursache

Schweißlinse zu groß



Erforderliche Abmessungen der Schweißlinse nach Abschnitt 9.6.5. und 9.3.1.

Schweißstrom zu hoch
Schweißzeit zu lang
Elektrodenkraft zu klein
Elektrodenspitzendurchmesser unterschiedlich
Kühlung der Elektroden nicht ausreichend
Werkstückoberflächen nicht metallisch sauber
Balligkeit der Elektroden Spitzen zu klein
Werkstückdickenverhältnis zu groß

Zu tiefe Elektrodeneindrücke



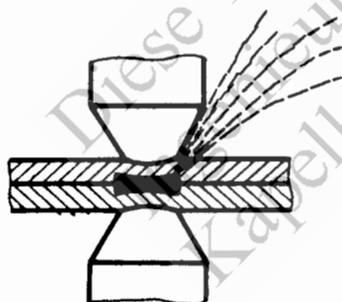
Schweißstrom zu hoch
Schweißzeit zu lang
Elektrodenkraft zu groß
Elektrodenspitzendurchmesser zu klein
Balligkeit der Elektroden Spitzen falsch
Schräglage des Werkstückes
Schieben der Elektroden
Nachpreßzeit zu lang

Oberflächenfehler (Anlegieren, Spritzen und so weiter)



Schweißstrom zu hoch
Schweißzeit zu lang
Elektrodenkraft zu klein
Elektrodenspitzendurchmesser zu klein
Elektrodenwerkstoff falsch
Unter- und Oberelektroden Spitzen nicht planparallel
Kühlung der Elektroden nicht ausreichend
Werkstückoberflächen nicht metallisch sauber

Ausbrechen der Schweißlinse



Schweißstrom zu hoch - bei langer Schweißzeit
Elektrodenkraft zu klein
Elektrodenspitzendurchmesser zu klein
Werkstückoberflächen nicht metallisch sauber

Spritzen zwischen den Werkstücken

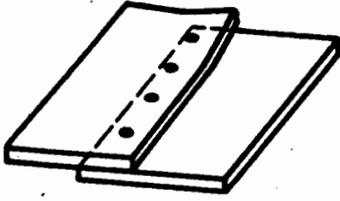


Schweißstrom zu hoch
Elektrodenkraft zu klein
Elektrodenspitzendurchmesser zu klein
Randabstand zu klein
Werkstückoberflächen nicht metallisch sauber
Werkstückausrichtung falsch
Kontaktwiderstand ungleichmäßig
Schieben der Elektroden (bei Zangen)

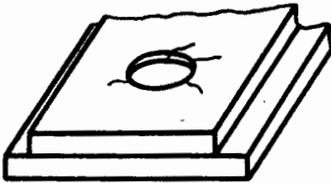
Fehler

Mögliche Ursache

Verzug der Werkstücke



Schweißstrom zu hoch
 Schweißzeit zu lang
 Elektrodenkraft zu groß
 Elektrodenspitzendurchmesser zu klein
 Schräglage des Werkstückes
 Schweißfolge falsch
 Punktabstand zu klein

Ausbeulungen und/oder
Oberflächenrisse

Schweißstrom zu hoch
 Stromanstiegszeit falsch
 Elektrodenkraft zu klein
 Elektrodenwerkstoff falsch
 Schieben der Elektroden
 Elektrodenballigkeit falsch
 Kühlung der Elektroden nicht ausreichend
 Elektrodenspitzendurchmesser zu klein
 Elektrodenspitzenverschleiß ungleichmäßig
 Werkstückoberflächen nicht metallisch
 sauber
 Werkstückausrichtung falsch
 Nachpreßkraft zu klein
 Abkühlung des Schweißpunktes zu schnell

Abschälen bei der
 Ausknöpfprobe nach
 Abschnitt 9.6.2.

Maschineneinstellung falsch

Diese TGL wurde durch das
 Ingenieurbüro Friedrich
 Kapellenstraße 7b, 08324

Deutsche
Demokratische
Republik

Stahlbau
STAHLROHRTRAGWERKE

TGL

13501

Berechnung

Bauliche Durchbildung

Gruppe 13500

Стальное строительство

Несущие конструкции из стальных труб

Расчёт

Строительная конструкция

Steel Structure

Tubular Steel Supporting
Structures

Calculation

Structural Design

Deskriptoren: Stahlrohrtragwerk; Stahlbauweise; BerechnungFür neu auszuarbeitende Projektlösungen und
Angebotsprojekte verbindlich ab 1. 1. 1983Für bestehende Angebotsprojekte und Wieder-
verwendungsprojektlösungen verbindlich ab
deren planmäßiger Überarbeitung spätestens
jedoch ab 1. 1. 1985

Für Serienerzeugnisse verbindlich ab 1. 1. 1987

Arbeitsmittel

Dieser Standard gilt in Verbindung mit TGL 13500/01 und /02 sowie TGL 13510/01 bis /09 für fachwerkartige Tragwerke aus Stahlrohren mit kreisförmigem Querschnitt. Bei rechteckförmigen Querschnitten ist dieser Standard nur sinngemäß anwendbar. Hierbei sind insbesondere die Aussagen zur Ermüdungsbeanspruchung und Gestaltfestigkeit nicht übertragbar.

Dieser Standard gilt nicht für Arbeits- und Schutzgerüste.

Abweichungen von diesem Standard sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuch ausreichend begründet und von der zuständigen Prüfstelle¹⁾ genehmigt sind.

1. WERKSTOFFE

Es dürfen nur Rohre aus Baustählen verwendet werden, deren Festigkeitseigenschaften und bei Schweißkonstruktionen zusätzlich deren Schweißbarkeit gewährleistet sind. Dazu werden in Tabelle 1 die Baustähle der Rohre den Festigkeitsklassen nach TGL 13500/01 zugeordnet.

Tabelle 1 Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	Werkstoffe	Standard
S 38/24	St 35 hb-2 *2)	TGL 9413/01
	St 35 b-2 *2)	
	St 35-3	
	St 45-2	
	St 45-3	
S 45/30	St 35 hb-2 NBK	TGL 9414
	St 35 b-2 NBK	TGL 9414
	St 38 u-2 N St 38 b-2 N	TGL 27603/02
S 52/36	KT 45-2	TGL 28192
	KT 45-3	TGL 28192
	St 55-2 NBK	TGL 9414
S 52/36	H 52-3	TGL 22426
	KT 52-3	TGL 28192
S 60/45	H 60-3	TGL 22426

Bei Verwendung anderer Baustähle sind die zulässigen Spannungen für den statischen Spannungsnachweis analog TGL 13500/01 und /02 zu ermitteln. Beim Ermüdungsfestigkeitssnachweis entfällt bei Stählen mit $210 \leq \sigma_F < 240 \text{ N/mm}^2$ eine Abminderung bei den Kerbfällen 2 bis 9. Die in TGL 13510/01 geforderten Prüfbescheinigungen nach TGL 16988 sind bei der Bestellung der Rohre anzufordern.

Bei Rohren bis 4 mm Wanddicke darf die Vergießungsart bei der Stahlmarkenauswahl unberücksichtigt bleiben. Für Rohre über 4 mm Wanddicke ist die Stahlmarkenauswahl nach TGL 12910 vorzunehmen.

Bei Erfordernis ist die Kaltumformbarkeit der Rohre durch Querfaltversuche nachzuweisen und bei der Bestellung der Rohre zu vereinbaren. Zusätzliche spezielle Regelungen sind in Abschnitt 3.4. enthalten.

2. NACHWEISE

2.1. Statischer Spannungsnachweis

Der statische Spannungsnachweis ist nach TGL 13500/01 zu führen. Die der Berechnung zugrunde gelegte Querschnittsfläche der Schweißnaht darf bei knotenblechlosen Anschlüssen nicht größer als die Querschnittsfläche des Rohres sein. Bei Berücksichtigung

1) siehe Hinweise

• 2) nur bei vereinbarter Streckgrenze von 240 N/mm^2

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Verantwortlich/bestätigt: 21. 4. 1982, VEB Metalleichtbaukombinat, Leipzig

VEB Komplexe Vorbereitung
Karl-Marx-Str. 1
Im VE Wohnungsbauamt
Wilhelm Pieck Platz
027

sichtigung des Tiefeneinbrandes nach TGL 13510/04 darf die rechnerische Nahtdicke die Wanddicke des Rohres nicht übersteigen.
Für die Zuordnung der Rohranschlüsse zu den Ausführungsklassen der Stumpfnähte gilt Tabelle 2.
Für Stähle der Festigkeitsklassen der Tabelle 1 gelten die zulässigen Spannungen nach TGL 13500/01.

Tabelle 2 Zuordnung der Rohranschlüsse zu den Ausführungsklassen der Stumpfnah

Art der Schweißnaht	Ausführungsklasse nach TGL 11776/01
Stumpfnah unter Verwendung einer geeigneten Schweißbadsicherung oder mit gegengeschweißter Wurzel, siehe Bild 1a bis 1e	Stumpfnah II A
Füllstabanschlußnaht, die zu etwa 60 % aus einer HV-Nah besteht, der Rest aus einer Kehlnah, wobei der Übergang der einen Nahform in die andere allmählich ist, siehe Bild 1f	Stumpfnah II B
Füllstabanschlußnaht, die durchweg aus einer Kehlnah besteht, für Füllstäbe bis 3 mm Wanddicke. Wenn der Anlaufwinkel $\beta \leq 50^\circ$ ist, muß hierbei die vordere Kante des Füllstabes abgearbeitet werden, siehe Bild 1f	
Stumpfnah ohne Schweißbadsicherung oder ohne gegengeschweißte Wurzel bei völlig durchgeschweißtem Querschnitt	

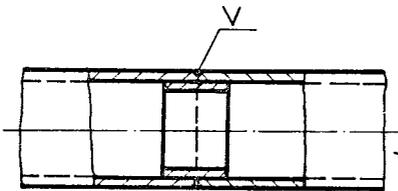


Bild 1a

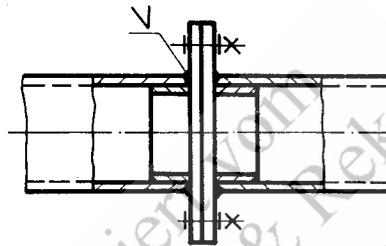


Bild 1b

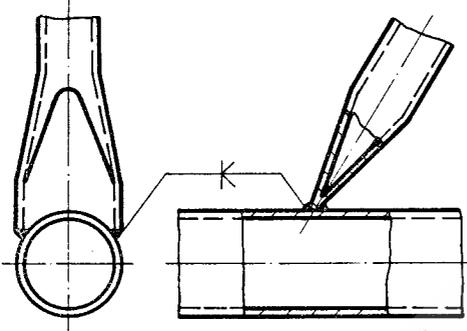


Bild 1c

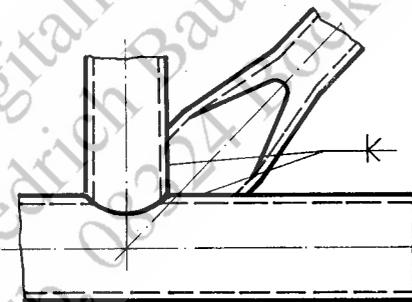


Bild 1d

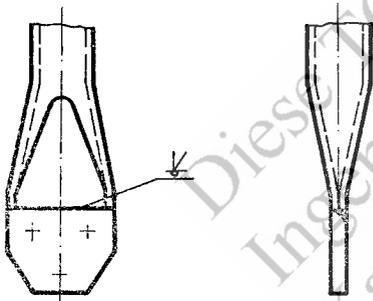


Bild 1e

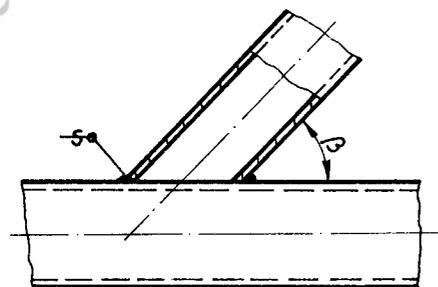


Bild 1f

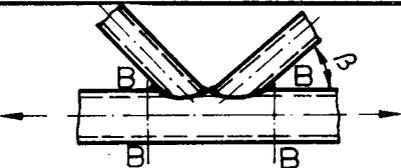
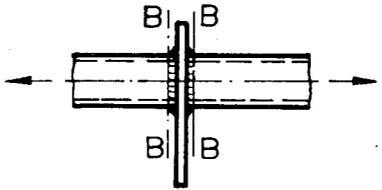
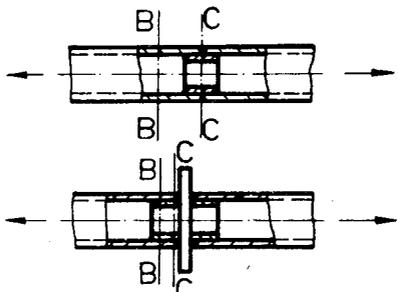
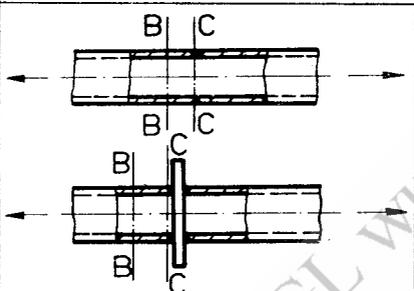
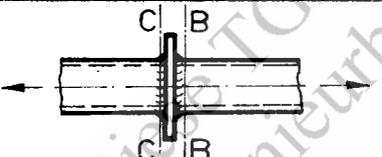
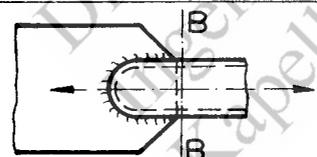
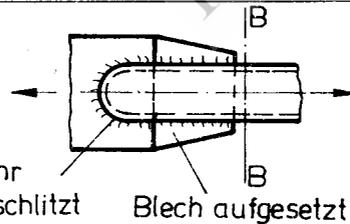
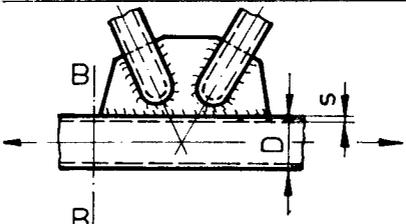
2.2. Stabilitätsnachweis
nach TGL 13503/01 und /02

2.3. Ermüdungsfestigkeitsnachweis
nach TGL 13500/01, wobei die Einstufung in die Festigkeitsklassen nach Abschnitt 1. zu erfolgen hat

2.3.1. Grundwerkstoff, Stöße, Rohranschlüsse mit Knotenblechen

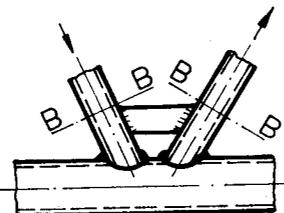
Die Zuordnung zu den Kerbfällen erfolgt nach TGL 13500/01 und ergänzend nach Tabelle 3.

Tabelle 3 Einstufung der Konstruktionsformen in die Kerbfälle

Nr.	Schemaskizze	Beschreibung	Kerbfall Querschnitt		Ausführungs- klasse
			Grundwerkstoff Übergang B-B	Schweiß- naht C-C	
1.		Grundwerkstoff ermüdungsbeanspruchter Gurtrohre am Ende der Anschlußnähte von statisch beanspruchten Füllstäben ³⁾ $\beta \geq 55^\circ$	4	-	II B
			$30^\circ \leq \beta < 55^\circ$	5	-
2.		Grundwerkstoff an querangeschweißten Knoten- und sonstigen Blechen ³⁾ , die nur statisch belastet sind. Rohr geht ungestoßen durch	4	-	II B
3.		Grundwerkstoff und Stumpfnähte am Rohrstoß auf Unterlage oder Querplattenstoß mit HV-Nähten auf Unterlage	4	4	II A
			4	4	II A
4.		Grundwerkstoff und Stumpfnähte wie Nr. 3., aber Stöße ohne Unterlage bei völlig durchgeschweißtem Querschnitt	5	5	II B
			5	5	II B
5.		Grundwerkstoff und Querplattenstoß mit Kehinnähten	6	6	II B
6.1		Grundwerkstoff an Schlitzenden	8	-	II B
6.2		Grundwerkstoff am Ende zusätzlich aufgeschweißter Anschlußbleche bei Anschlüssen mit geschlitzten Röhren	7	-	II B
	Rohr geschlitzt Blech aufgesetzt				
6.3		Grundwerkstoff am Ende aufgesetzter oder durchgesteckter Knotenbleche mit $s \geq \frac{D}{30}$	a) Füllstäbe ermüdungsbeansprucht	-	II B
			b) Füllstäbe statisch beansprucht	-	II B

3) bei Ermüdungsbeanspruchung der Füllstäbe oder Bleche gilt Tabelle 4

Fortsetzung der Tabelle 3

Nr.	Schemaskizze	Beschreibung	Kerbfall Querschnitt		Ausführungs- klasse
			Grundwerkstoff Übergang B-B	Schweiß- naht C-C	
6.4		Grundwerkstoff am Ende ein- geschweißter Zwickel	8	-	II B

2.3.2. Knotenblechlose Rohranschlüsse

Die Einstufung in die Kerbfälle nach TGL 13500/01 ist in Abhängigkeit vom Kennwert α_D nach Tabelle 4 festzulegen

Tabelle 4 Einstufung knotenblechloser Rohranschlüsse in die Kerbfälle

α_D mindestens	Kerbfall am Querschnitt des	
	beeinflussten Grundwerkstoffes am Gurt	Füllstabanschlusses
2,8	5	7
2,4	6	
2,0	7	8
1,6		9
1,2		

Der Kennwert α_D ergibt sich aus:

$$\alpha_D = k \cdot \gamma \cdot s \quad (1)$$

Hierbei bedeuten:

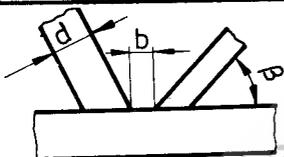
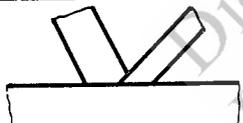
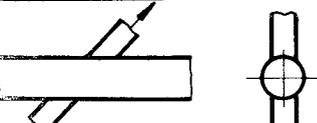
k = Konstruktionsfaktor in $\frac{1}{\text{mm}}$ nach Tabelle 5

$$\gamma = \frac{d}{D} = \frac{\text{Füllstabaußendurchmesser}}{\text{Gurtaußendurchmesser}}$$

s = Wanddicke des Gurtes in mm

Ergeben sich Kennwerte α_D kleiner als 1,2; ist die gewählte Knotenform für ermüdungsbeanspruchte Bauteile ungeeignet.

Tabelle 5 Konstruktionsfaktor k

Schemaskizze	$30^\circ \leq \beta \leq 55^\circ$		Bedingungen
	k	$\beta > 55^\circ$	
	1	0,8	b < 0,8 d, wobei der größere Füll- stabdurchmesser einzusetzen ist
	0,9	0,7	b ≥ 0,8 d, wobei der größere Füll- stabdurchmesser einzusetzen ist
	1,1	0,9	auch wenn der überdeckte Naht- teil nicht geschweißt ist
	0,6	0,5	
	0,4	0,3	
	0,4	0,3	

2.4. Gestaltfestigkeitsnachweis

Bei knotenblechlosen Rohranschlüssen ist zusätzlich die Gestaltfestigkeit der Knoten nachzuweisen. Sie hängt ab von:

- dem Verhältnis γ
- der Wanddicke s
- der Form des Knotens
- dem Anlaufwinkel β der Füllstäbe, siehe Bild 1f

Es ist nachzuweisen: $S \leq \text{zul } S$,

wobei $\text{zul } S$ zu ermitteln ist nach:

$$\text{zul } S = \text{zul } \sigma \cdot \alpha_s \cdot \alpha_m \cdot \frac{(s + 0,5)^2}{\sin \beta} (8,3 \gamma^3 + 4,1 \gamma + 3,5) \text{ in N} \quad (2)$$

Hierbei bedeuten:

S = anzuschließende Stabkraft
 $\text{zul } \sigma$ = Spannungen nach TGL 13500/01 in N/mm^2 für den Gurt
 α_s = Formbeiwert nach Tabelle 6

$\alpha_m = 1,3 - 0,5 \frac{\text{vorh } \sigma}{\text{zul } \sigma}$ = Abminderungsfaktor bei Druckbeanspruchung

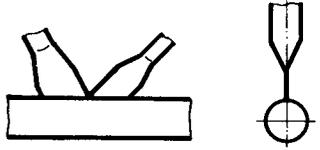
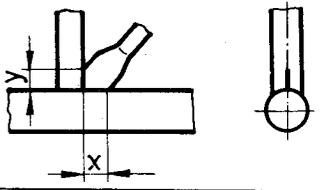
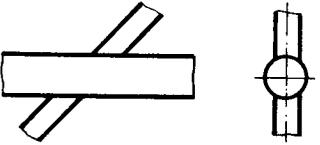
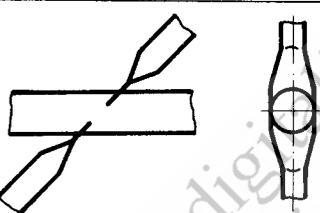
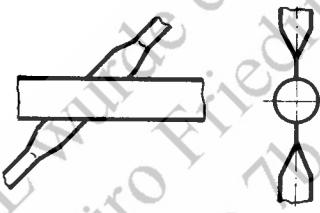
im Gurtrohr von $\frac{\text{vorh } \sigma}{\text{zul } \sigma} > 0,6$; sonst $\alpha_m = 1$

Dabei ist $0,3 \leq \gamma \leq 1$ einzuhalten und die Wanddicke des Gurtes $s = 3 \text{ mm}$ nicht zu unterschreiten.

Tabelle 6 Formbeiwerte α_s

Knotenart	Kurzzeichen	Benennung	Schemaskizze	α_s	Bedingungen siehe auch Abschnitt 3.2.1.														
Fachwerkknoten Die Vorzeichen der Stabkräfte in den Füllstäben müssen unterschiedlich sein	A 1	Knoten mit normaler Anpassung		<table border="1"> <tr> <td>b mm</td> <td>≤ 10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>≥ 20</td> </tr> <tr> <td>α_s</td> <td>2</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1</td> </tr> </table>	b mm	≤ 10	12	14	16	18	≥ 20	α_s	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	
	b mm	≤ 10	12	14	16	18	≥ 20												
	α_s	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1												
	A 2	Knoten mit Überschneidung und durchgehendem Zugstab		3,5	$c = 0,4 d \text{ bis } 0,6 d$														
	A 3	Knoten mit Blechzwickel		2,5	$b \leq 10 \text{ mm}$														
	A 4	Knoten mit zusammengedrückten Füllstabenden, längs angeschlossen, mit Querblech		3	$\frac{x}{y} = 0,6 \text{ bis } 1,5$ bei $f \leq 15 \text{ mm}$ und bei $\lambda \geq 80$ knickt das Druckstabende nicht aus														
	A 5	Symmetrischer Knoten		1,5	mit Querblech wie bei Zeile A 4, dann $\alpha_s = 3$														
A 6	Knoten mit zusammengedrückten Füllstabenden, quer angeschlossen		<table border="1"> <tr> <td>γ</td> <td>0,3</td> <td>0,35</td> <td>0,4</td> <td>0,45</td> <td>$\geq 0,5$</td> </tr> <tr> <td>α_s</td> <td>1</td> <td>1,38</td> <td>1,75</td> <td>2,13</td> <td>2,5</td> </tr> </table>	γ	0,3	0,35	0,4	0,45	$\geq 0,5$	α_s	1	1,38	1,75	2,13	2,5				
γ	0,3	0,35	0,4	0,45	$\geq 0,5$														
α_s	1	1,38	1,75	2,13	2,5														
A 7	Knoten mit zusammengedrückten Füllstabenden, längs angeschlossen und Überschneidung		2,5	$\frac{x}{y} = 0,6 \text{ bis } 1,5$ Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt															

Fortsetzung der Tabelle 6

Knotenart	Kurzzeichen	Benennung	Schemaskizze	α_s	Bedingungen siehe auch Abschnitt 3.2.1.
Fachwerkknoten Die Vorzeichen der Stabkräfte in den Füllstäben müssen unterschiedlich sein	A 8	Knoten mit zusammengedrückten Füllstabenden, längs angeschlossen und ohne Überschneidung		0,7	Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt
	A 9	Knoten mit normal angepaßtem Druckstab, zusammengedrücktem Zugstab und Überschneidung		3	$\frac{x}{y} = 0,6 \text{ bis } 1,5$
Stabanschlüsse	B 1	Stabanschluß mit normaler Anpassung		1	
	B 2	zusammengedrückte Stabenden quer angeschlossen		1	$\gamma < 0,5$
				1,5	$\gamma \geq 0,5$
B 3	zusammengedrückte Stabenden längs angeschlossen		0,7	Das Ausknicken der Füllstabenden bei Druck wird vom Gestaltfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt	

3. REGELN DER BERECHNUNG UND BAULICHEN DURCHBILDUNG

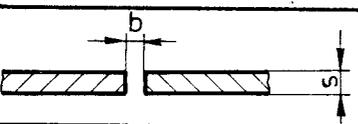
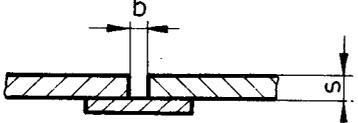
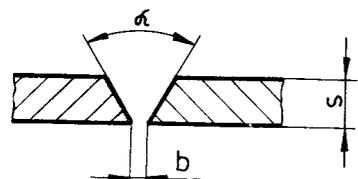
3.1. Allgemeine konstruktive Regeln

Für die Schrauben- und Nietabstände gelten die Festlegungen der TGL 13500/01, wobei im Bereich zusammengedrückter Rohrenden für die auf die Materialdicke (s) bezogenen Abstände die zusammengedrückte zweifache Rohrwanddicke einzusetzen ist. Bei im Grenzlastfall H ausschließlich auf Druck beanspruchten und im Grenzlastfall HZ höchstens mit 50 % der nach TGL 13500/01 zulässigen Zugspannungen ausgelasteten Rohren darf bei zusammengedrückten Rohrenden als kleinster Randabstand rechtwinklig zur Kraftrichtung der 1,25fache Gewindedurchmesser angesetzt werden.

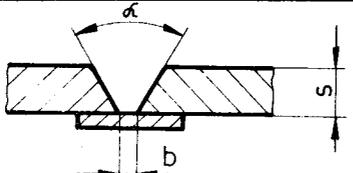
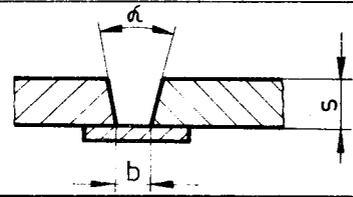
3.1.1. Schweißnähte

Die Schweißnahtvorbereitung ist grundsätzlich nach TGL 14905/02, /03 und /05 auszuführen. Weitere Festlegungen sind in Tabelle 7 enthalten. Die Schweißnahtdicke darf bei Kehlnähten bis zur Wanddicke des anzuschließenden Rohres gewählt werden.

Tabelle 7 Fugenformen

Fugenformen	Schweißverfahren	s mm	b mm	α
	MAG G	bis 4	bis 3	-
	MAG E	bis 3	bis 3	-
	MAG G	3 bis 12	1 bis 2	30° bis 60° 50° bis 60°

Fortsetzung der Tabelle 7

Fugenform	Schweißverfahren	s mm	b mm	α
	MAG	3 bis 12	2 bis 3	30° bis 60°
	E			50° bis 60°
	MAG	≠ 10	4 bis 8	15° bis 30°
	E			

3.1.2. Mindestwanddicken bei Korrosionsbeanspruchung

Die Wanddicken von Stahlrohrkonstruktionen müssen mindestens die Werte nach Tabelle 8 haben. Alle Hohlräume sind grundsätzlich zu schließen außer

- bei Bauten, die nicht länger als ein Jahr bestehen bleiben und nicht weiter verwendet werden, wenn die Mindestwanddicke der Rohre 2,5 mm beträgt und keine aggressive Atmosphäre einwirkt und eindringendes Wasser ohne Wassersackbildung abfließen kann.
 - bei Innenraumbeanspruchung ohne nutzungsbedingte Zusatzbelastung, wenn die Mindestwanddicke von 2,5 mm eingehalten und die Rohrenden offen gehalten werden, außer bei Standorten mit Aggressivitätsgrad 5 nach TGL 18704.
- Zusammengedrückte Rohrenden in Aufstellungskategorie II nach TGL 9200/01, die mit mindestens zwei halbvorgespannten hochfesten Schrauben parallel zum zusammengedrückten Rohrende an Blechen der Mindestdicke 10 mm angeschlossen sind, genügen ebenfalls der Forderung nach Schließen von Hohlräumen, wenn im Nutzungszustand die relative Luftfeuchtigkeit im Jahresmittel höchstens 75 % beträgt, keine sonstigen aggressiven Korrosionsbeanspruchungen auftreten und die Mindestwanddicke der Rohre 2,5 mm beträgt.

Sind in begründeten Fällen gasdichte Schweißungen erforderlich, ist dies unter Angabe des Prüfdruckes in den technischen Unterlagen vorzuschreiben. Dabei ist es zweckmäßig, durch Löcher von mindestens 17 mm Durchmesser eine Verbindung zwischen den einzelnen Hohlräumen herzustellen.

Tabelle 8 Mindestwanddicke und Korrosionsbedingungen

Bedingungen	Mindestwanddicke mm
im Inneren von geschlossenen Gebäuden mit normalen Korrosionsbedingungen	1,5
im Freien und in nicht geschlossenen Gebäuden, z. B. Tribünen bei normalen Korrosionsbedingungen	2
bei ungünstigen Korrosionsbedingungen bei gewährleisteteter Zugänglichkeit der Konstruktion, z. B. chemische Betriebe	3

3.1.3. Rohre bei Querbelastung

Rohre sind gegenüber Kräften rechtwinklig zur Längsrichtung wenig widerstandsfähig. Diese Belastungen sind deshalb zu vermeiden. Alle Krafteinleitungsstellen sind zu untersuchen und gegebenenfalls auszusteifen. Versteifend wirken besonders dicke Rohrwandungen und Schotte. Die Schotte dürfen auch außen liegen, wobei sie gleichzeitig die Funktion von Knotenblechen übernehmen dürfen, siehe Bild 2.

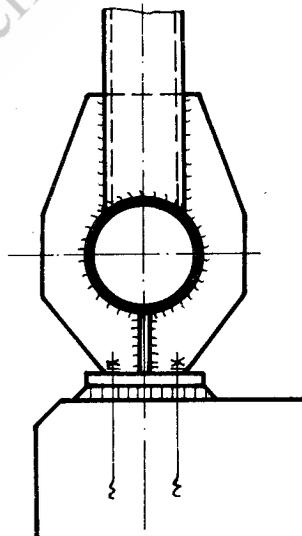


Bild 2

3.1.4. Biegen von Rohren

Das Biegen von dünnwandigen Rohren ist im Regelfall zu vermeiden.

3.2. Ausbildung der Knoten

3.2.1. Knoten ohne Knotenbleche

Fachwerksysteme mit Knoten, in denen wenig Stäbe zusammenlaufen, sind zu bevorzugen. Bei jedem Knoten sollen sich möglichst nur zwei Füllstäbe überschneiden. Überschneidungen von Füllstäben aus verschiedenen Fachwerkebenen sind zu vermeiden. Zwischen den ausgeführten Anschlußnähten muß mindestens 5 mm Abstand verbleiben, siehe Bild 3.

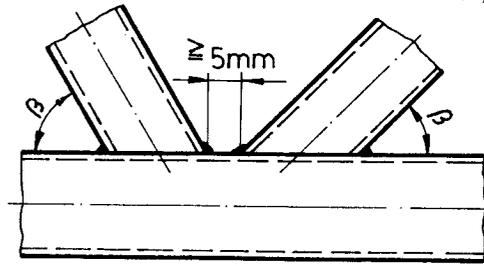


Bild 3

Der Nachweis der Biegebeanspruchung aus Fehlhebeln, siehe Bild 4 und 5, bis $a \leq 0,1 D$ und bei Zuggurten bis $a \leq 0,3 D$ darf generell entfallen. Bei Druckgurten mit $0,1 D < a \leq 0,3 D$ ist das entstehende Versatzmoment auf die Gurtstäbe entsprechend ihrer Steifigkeit zu verteilen und beim statischen Spannungsnachweis und Stabilitätsnachweis zu berücksichtigen. Sollte $a > 0,3 D$ werden, ist das Moment auf Gurte und Füllstäbe zu verteilen.

Bei Berücksichtigung des Einflusses der Außerzmittigkeit dürfen die zulässigen Spannungen bei Zugbeanspruchung um 10 % erhöht werden.

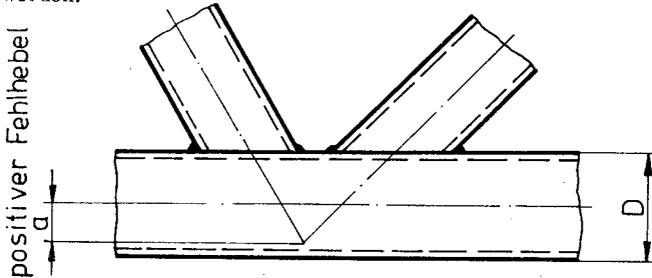


Bild 4

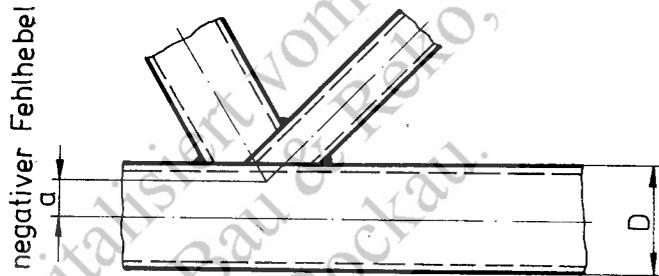


Bild 5

Bei den Knoten A 2, siehe Tabelle 6 und Bild 5, darf auf das Schweißen des verdeckten Nahtteiles verzichtet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

- die Durchmesser der Füllstäbe sind höchstens 146 mm
- der durchgehende Stab ist stets der Zugstab
- das Vorzeichen der Stabkräfte in den sich überschneidenden Füllstäben ist unterschiedlich
- die Verbindungsnaht zwischen den sich überschneidenden Füllstäben kann einwandfrei hergestellt werden und ist nicht länger als die Anschlußnaht des durchgehenden Rohres an den Gurt.

Die Wanddicken der Gurte dürfen nicht dünner als die Wanddicken der Füllstäbe sein. Der Anlaufwinkel zwischen Gurt und Füllstab darf bei Bauteilen der Ausführungsgruppe A nicht kleiner als 30° sein und sollte auch in Ausführungsgruppe C nicht unterschritten werden. Das Zusammendrücken der Rohrenden hat unter einem Winkel von 15° , siehe Bild 6 und unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.4. zu erfolgen.

Wenn der Wurzelspalt höchstens gleich der halben Nahtdicke, aber nicht größer als 3 mm ist und die zulässigen Spannungen für Kehlnähte zugrunde gelegt werden, genügt es, die Füllstäbe durch einen ebenen Schnitt abzulängen, siehe Bild 7.



Bild 6

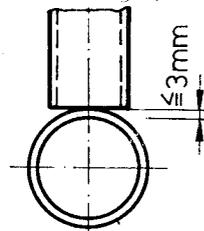


Bild 7

Bei den Knoten A 6, siehe Tabelle 6, darf für das Ausknicken der Füllstäbe sowohl in als auch aus der Fachwerkebene mit einer Knicklänge nach Bild 8 gerechnet werden.

Damit die Anschlußnaht im spitzen Winkel einwandfrei geschweißt werden kann, ist das Maß 2s nach Bild 8 einzuhalten.

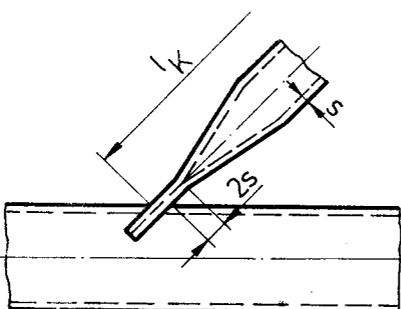


Bild 8

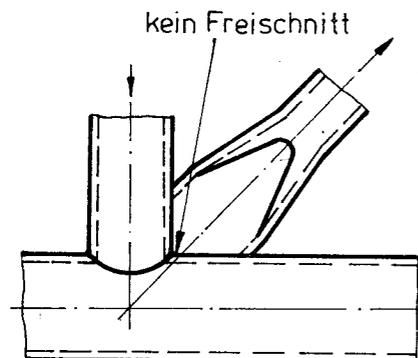


Bild 9

Bei den Knoten A 4, A 7, A 9, nach Tabelle 6, müssen die Nähte, mit denen die am Erde zusammengedrückten Zugstäbe angeschlossen sind, durchgehen. Freischnitte dürfen nicht angeordnet werden, siehe Bild 9.

3.2.2. Knoten mit Knotenblechen, mittige Rohranschlüsse

Bei dünnwandigen Gurtrohren mit aufgesetzten Knotenblechen ist zu sichern, daß infolge der örtlichen Beanspruchung keine Deformation des Gurtrohres eintritt. Dazu ist die Knotenblechlänge ausreichend lang zu wählen, siehe Bild 10.

Werden bei Anschlüssen mit geschlitzten Rohren die Schweißnähte so um das Knotenblech herumgeführt, daß der fehlende Querschnitt voll durch die Schweißnaht ersetzt wird, darf mit ungeschwächten Rohrquerschnitten gerechnet werden.

Werden Rohrenden durch halbkugelförmige Kämpelungen geschlossen, darf beim Spannungsnachweis der Anschlußnaht die halbe Nahtlänge an der Kämpelung mit in Rechnung gesetzt werden, siehe Bild 10.

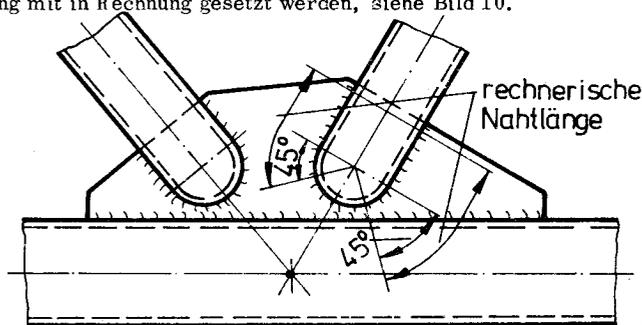


Bild 10

3.2.3. Knoten mit Knotenblechen, einseitige Rohranschlüsse

Ergänzend zu den Festlegungen über Anschlüsse und Stöße nach TGL 13500/01 dürfen Stabanschlüsse nach Bild 11 in Ausführungsgruppe C mit mindestens zwei Schrauben nebeneinander ausgeführt werden. Bei an den Stabenden zusammengedrückten Rohren braucht bei Druckbeanspruchung der außermittige Kraftangriff beim Nachweis des Stabbereiches und des Knotenbleches nicht berücksichtigt zu werden, wenn das Stabende durch ein aufgeschweißtes Blech oder Vierkantstück der Dicke $t_v \geq 6$ mm verstärkt wird, dessen Breite

$$b = \frac{0,7 d}{\sqrt{t_v}} \quad \text{in mm} \quad (3)$$

beträgt. Die Verstärkung soll mindestens bis zur 0,8fachen Länge des sich auf den Endquerschnitt verstärkenden Rohrabchnittes geführt werden und anschlußseitig die Schrauben um etwa den halben Randabstand überragen. Beim Nachweis des Stabbereiches und des Knotenbleches darf bei Zugbeanspruchung die Außermittigkeit unberücksichtigt bleiben. Werden in Ausnahmefällen solche Anschlüsse geschweißt ausgeführt, ist sinngemäß zu verfahren.

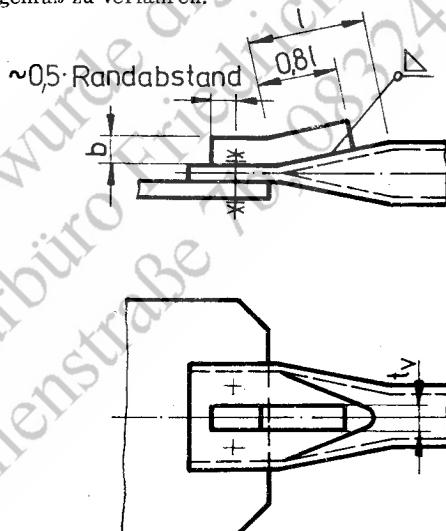


Bild 11

3.3. Ausbildung der Stöße

3.3.1. Schweißstöße

Unterlagen zur Schweißbadsicherung müssen aus schweißbarem, auf den Grundwerkstoff abgestimmten Stahl sein und sollen die Abmessung von etwa 25 mm Länge und 3 mm Wanddicke haben. Sie sind in einem Rohrende unverschieblich anzuheften. Bei Verwendung von anderen geeigneten Schweißbadsicherungen sind diese mindestens für die Zeitdauer des Schweißvorganges unverschieblich im Rohr anzuordnen.

Werden Rohre gleichen Innendurchmessers aber unterschiedlichen Außendurchmessers gestoßen, ist wie bei ebenen Blechen nach TGL 13500/01 zu verfahren.

Werden Rohre unterschiedlichen Innendurchmessers gestoßen, ist das Rohr mit der größeren Wanddicke auf den Innendurchmesser des Rohres mit der kleineren Wanddicke aufzuweiten, nach Bild 12. Für diese Stöße sind auch andere Konstruktionslösungen zugelassen, wenn die geforderte Schweißnahtqualität damit erreicht wird.

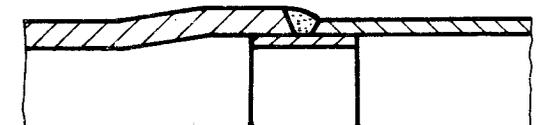


Bild 12

Werden Rohre gestoßen, deren Außen- und Innendurchmesser unterschiedlich sind, ist das größere Rohr nach Bild 13 einzuziehen oder ein konisches Zwischenstück anzuordnen.

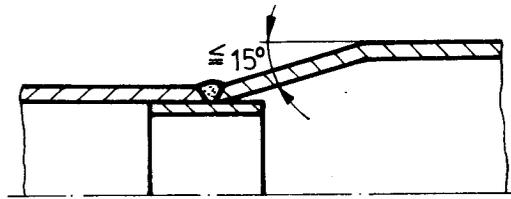


Bild 13

Stöße unterschiedlicher Rohre dürfen auch mit Querblechen nach Bild 14 ausgeführt werden. Ausreichende Festigkeit der Querbleche ist nachzuweisen. Die Querbleche müssen frei von Dopplungen sein und aus schweißtechnischen Gründen mindestens $t = 2 \cdot s_2$.

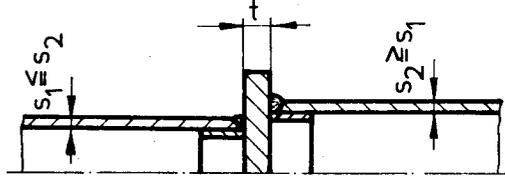


Bild 14

Wird im Bereich zusammengedrückter Rohrenden ein Stumpfstoß ausgeführt, so darf auf ein Vorbinden der zusammengedrückten Stirnseiten verzichtet werden, wenn durch die Schweißtechnologie die geforderte Schweißnahtqualität gesichert wird.

3.3.2. Schraubstöße

Flanschstöße sind bei Zugbelastung in der Ausführungsgruppe A nach Möglichkeit zu vermeiden. Die erforderliche Flanschsteifigkeit ist günstiger durch dickere Flansche als durch Rippen zu erzielen. Die Flansche müssen frei von Dopplungen sein. Bei voller Auslastung der Stäbe sind Flanschverbindungen mit hochfesten vorgespannten Schrauben auszuführen. Bei HVH-Verbindungen nach TGL 13502 ist mit einem Klaffen der Fugen zu rechnen. Soll das ausgeschlossen werden, sind HVV-Verbindungen zu wählen. Die Teilkreisabstände der Schrauben sollen das 3 bis 3,5fache des Schraubendurchmessers betragen. Als Randabstand ist der 1,5fache Schraubendurchmesser einzuhalten, wobei für HVV-Verbindungen der Abstand zwischen Rohr und Schraube auf das erforderliche Mindestmaß zu vergrößern ist. Die Mindestdicken für Flansche nach Tabelle 9 dürfen nicht unterschritten werden.

Tabelle 9 Mindestdicken für Flansche

Schraubenfestigkeitsklasse	Mindestdicke bei	
	Zug	Druck
10,9	1,5 Schraubendurchmesser	1,0 Schraubendurchmesser
4.6/5.6	1,0 Schraubendurchmesser	

Der Nachweis darf über die Plattenformeln für zentralsymmetrische Belastung mit Einspannung am Schraubenteilkreisdurchmesser geführt werden.

Die Schraubenbeanspruchung Z_1 ist genähert zu ermitteln aus:

$$Z_1 = \frac{S}{n} + \frac{M_r \cdot \pi \cdot d_F}{n \cdot e} \leq \text{zul } Z_1 \quad (4)$$

Hierbei bedeutet:

S = vorhandene Stabkraft

n = Schraubenanzahl

M_r = radiales Einspannmoment, siehe Hinweise

d_F = Schraubenteilkreisdurchmesser am Flansch

e = 1,5facher Schraubendurchmesser = Randabstand außen

3.4. Zusammendrücken von Rohren

Das Zusammendrücken von Rohren bei Raumtemperatur darf nur bis zu einem in den technischen Lieferbedingungen der Rohre festgelegten Maß erfolgen, wobei keine Anrisse auftreten dürfen. Bei Bauteilen der Ausführungsgruppe C, außer bei Tragwerken der Fördertechnik und im Brückenbau, darf bis auf $H = 2 s$ breitgedrückt werden. Dabei darf es zu kurzen Anrissen in Stablängsrichtung im Material kommen. Falls keine anderen mit der Prüfstelle abgestimmten ergebnisbezogenen Festlegungen existieren, sind diese Anrisse zu überschweißen, wenn ihre Länge 10 mm überschreitet oder ihre Tiefe offensichtlich mehr als die halbe Rohrwanddicke erfährt. Sind Anrisse unzulässig und bei Bauteilen der Ausführungsgruppe A ist mindestens der Bereich der größten Verformungen auf Schmiedetemperatur zu erwärmen. Bei Rohren mit Längsschweißnaht muß diese im Bereich $\frac{b}{2}$ nach Bild 15 liegen.

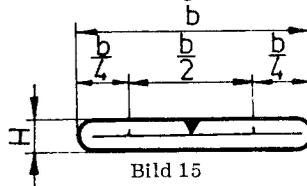


Bild 15

3.5. Spezielle Festlegungen für das Schweißen

Für das Schweißen von Tragwerken aus Rohren sind Schweißerprüfungen nach TGL 2847/03 oder /25, bei Konstruktionen, die gleichzeitig zum Transport von flüssigen oder gasförmigen Medien dienen, ist mindestens der Befähigungsnachweis R II erforderlich. Heftnähte müssen dünn und flach gezogen werden. Besonders bei geringen Wanddicken dürfen die Heftnähte nicht die Endhöhe der Naht erreichen.

Bei größeren Durchmessern ist die Heft- und Schweißfolge festzulegen, um die Schrumpfmomente auszugleichen, z. B. nach Bild 16. Wird in mehreren Lagen geschweißt, sind die Endkrater der einzelnen Lagen gegeneinander zu versetzen.

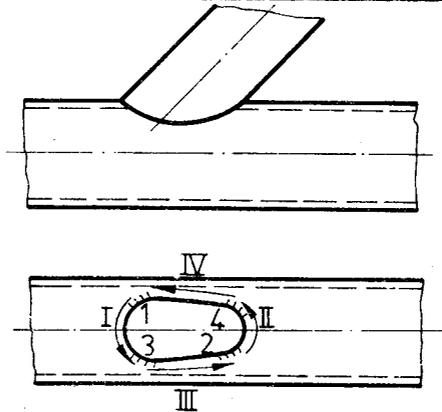


Bild 16

1, 2, 3, 4 Heftfolge
I, II, III, IV Schweißfolge

Hinweise

Ersatz für TGL 13501/01 Ausg. 9.64
Änderungen gegenüber Ausg. 9.64:

Dauer- bzw. Zeitfestigkeitslinien entsprechen den Kerbfällen des Ermüdungsfestigkeitsnachweises nach TGL 13500/01 umgeschlüsselt; Gestaltfestigkeitsnachweis verändert; für Fugenformen Anwendungsbereich vergrößert; Aussagen über zusammengesetzte Rohrenden erweitert; Übereinstimmung mit TGL 13500/01, 13503/01 und /02, 13510/01 bis /09, 9413/01, 9414, 22426, 28192 hergestellt; Zusatzwerkstoffe gestrichen, ebenso Diagramme der Zeitfestigkeitskurven, Knoten mit Hohlkugeln, Schraubstöße mit aufgelegten Laschen und Abschnitte Korrosionsschutz sowie Prüfung und Abnahme; redaktionell überarbeitet.

Im vorliegenden Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 2847/03 und /25; TGL 9200/01; TGL 9413/01; TGL 9414; TGL 11776/01; TGL 12910; TGL 16988; TGL 13500/01 und /02; TGL 13502; TGL 13503/01 und /02; TGL 13510/01 bis /09; TGL 14905/02, /03 und /05; TGL 18704; TGL 22426; TGL 27603/02; TGL 28192

Zuständige Prüfstellen sind in Abhängigkeit von der Art des Stahltragwerkes und dessen Einsatzgebietes im Rahmen der dafür bestehenden Rechtsvorschriften: Staatliche Bauaufsicht, Abnahmeamt der Deutschen Reichsbahn, Staatliches Amt für Technische Überwachung, Oberste Bergbehörde, DDR-Schiffs-Revision und Klassifikation, Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung und/oder von diesen beauftragte oder anerkannte Institution.

Erläuterungen

Zu Abschnitt 2.4.

Die zulässige Tragkraft für den Gestaltfestigkeitsnachweis kann für kreisförmige und rechteckige Rohre an mindestens 3 Proben nach Bild 17 ermittelt werden, indem diese in einer Prüfmaschine auf Druck bis zum Lastabfall belastet werden. Die so ermittelten Höchstlasten sind entsprechend der festgestellten Streckgrenze auf die Normstreckgrenze zurückzurechnen. Gegen den daraus gewonnenen Mittelwert ist mit dem Sicherheitsfaktor

$$\nu = \nu_F \cdot 1,25 \cdot (1 + 2\nu)$$

abzusichern. Dieser Sicherheitsfaktor ν setzt sich zusammen aus

- ν_F - der im Stahlbau üblichen Sicherheit gegen Fließen nach TGL 13500/01 von 1,50 im Grenzlastfall H oder 1,33 im Grenzlastfall HZ
- der Absicherung gegen die bei Rohren besonders großen zulässigen Querschnittsabweichungen mit dem Faktor 1,25 und
- der Absicherung gegen die Streuung der Versuchsergebnisse mit $(1 + 2\nu)$, wobei

$$\nu = \frac{s}{\bar{m}} \text{ ist. } s \text{ und } \bar{m} \text{ sind nach TGL 13504 zu ermitteln.}$$

Es wird gebeten, alle Versuchsergebnisse an Proben an VEB MLK - Forschungsinstitut, 7030 Leipzig, Arno-Nitzsche-Str. 45, zu übermitteln.

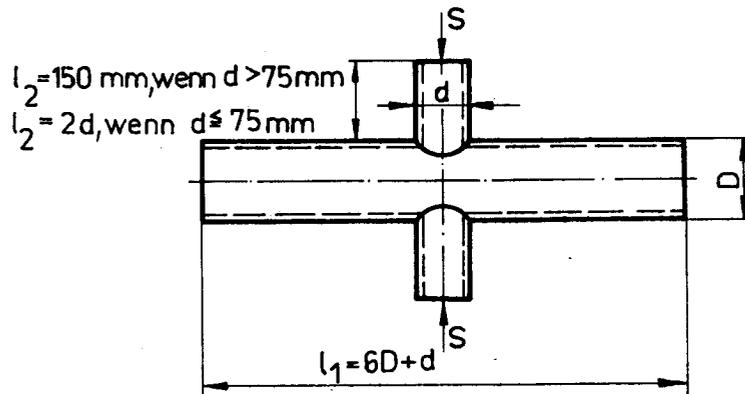


Bild 17

Zu Abschnitt 3.2.

Auf die Übernahme des Abschnittes über Knoten mit Hohlkugeln wurde verzichtet. In Sonderfällen noch zur Ausführung gelangende Kugelknoten sind entsprechend den Darlegungen im F/E-Bereich des Instituts für Fördertechnik Leipzig: "F 9-08 Kugelversuche" auszuführen, einzusehen im VEB MLK - Forschungsinstitut, Abt. FW

Zu Abschnitt 3.3.2.

Für die Kreisplatte oder Kreisringplatte kann das radiale Einspannmoment an der angenommenen Einspannung am Schraubenteilkreisdurchmesser nach K. Beyer "Die Statik im Stahlbetonbau" ermittelt werden. Dabei vereinfachen sich die Formeln für

$\nu = 1$, also $r = a$ und $\mu = 0,3$ für Stahl zu:

Kreisplatte:
$$M_r = - \frac{P \cdot b}{2} \left(1 - \frac{b^2}{a^2} \right)$$

Kreisringplatte:
$$M_r = - \frac{P \cdot b}{2} (1 - 2\psi) \quad \text{mit}$$

$$\psi = \left(1 + 1,3 \ln \frac{b}{a} \right) \frac{b^2}{a^2 \cdot x}$$

und

$$x = 0,7 + 1,3 \frac{b^2}{a^2}$$

$$P = \frac{S}{2 \pi \cdot b}$$

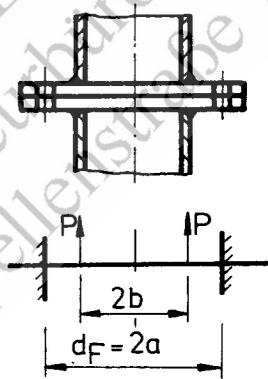


Bild 18