

Geschweißte kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für besondere Anforderungen
Technische Lieferbedingungen

DIN
17 178

Welded circular tubes of fine grain steels for special requirements;
technical delivery conditions

Die mit einem Punkt ● gekennzeichneten Abschnitte enthalten Angaben über Vereinbarungen, die bei der Bestellung zu treffen sind. Die mit zwei Punkten ●● gekennzeichneten Abschnitte enthalten Angaben über Vereinbarungen, die bei der Bestellung zusätzlich getroffen werden können.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	5.9 Zerstörungsfreie Prüfung	6
2 Begriff	2	5.10 Maße, längenbezogene Massen (Gewichte), zulässige Abweichungen	6
3 Sorteneinteilung	2	6 Prüfungen und Bescheinigungen über Materialprüfungen	7
4 Bezeichnung und Bestellung	2	6.1 Allgemeines	7
5 Anforderungen	2	6.2 Ort der Prüfung	7
5.1 Herstellverfahren	2	6.3 Prüfumfang	7
5.2 Lieferzustand	3	6.4 Probenahme und Probenvorbereitung	8
5.3 Chemische Zusammensetzung	3	6.5 Durchführung der Prüfungen	10
5.4 Mechanische und technologische Eigenschaften	4	6.6 Wiederholungsprüfungen	11
5.5 Schweißbeignung	6	6.7 Bescheinigungen über Materialprüfungen	11
5.6 Wärmebehandlung und Weiterverarbeitung	6	7 Kennzeichnung	11
5.7 Aussehen der Oberfläche und der Schweißverbindung	6	8 Beanstandungen	11
5.8 Dichtheit	6		

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Norm gilt für geschweißte kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen nach Tabelle 1 für besondere Anforderungen bei einer Ausnutzung der zulässigen Berechnungsspannung von 100 % in der Schweißnaht. Diese Rohre werden vor allem verwendet im Druckbehälterbau, Apparatebau, Leitungsbau sowie im allgemeinen Maschinen- und Gerätebau. Für diese Rohre, die im Lieferzustand (siehe Abschnitt 5.2) Mindeststreckgrenzenwerte von 255 bis 460 N/mm², bezogen auf den untersten Wanddickenbereich nach Tabelle 3, aufweisen, ist die Betriebstemperatur auf höchstens 400 °C begrenzt.

Werden Rohre aus den Stahlsorten nach dieser Norm für überwachungsbedürftige Anlagen verwendet, sind die Festlegungen in den entsprechenden Regelwerken, z. B. Technische Regeln Druckbehälter (TRB), Technische

Regeln für Dampfkessel (TRD), Merkblätter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter (AD-Merkblätter), Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF), Technische Regeln Druckgase (TRG), Technische Regeln für Gashochdruckleitungen (TRGL), zu beachten. Gleiches gilt für andere Anwendungsbereiche, für die zusätzliche Vorschriften bestehen.

1.2 Diese Norm gilt nicht für

- geschweißte kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für den Stahlbau nach DIN 17 123;
- Stahlrohre für Fernleitungen für brennbare Flüssigkeiten und Gase nach DIN 17 172;
- elektrisch preßgeschweißte Rohre aus warmfesten Stählen nach DIN 17 177;

Fortsetzung Seite 2 bis 14

- geschweißte Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit nach DIN 2393 Teil 2;
- geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre nach DIN 2394 Teil 2.

2 Begriff

Feinkornbaustähle im Sinne dieser Norm sind schweißgeeignete Stähle, deren Mindeststreckgrenze im Bereich von 255 bis 460 N/mm² liegt und deren chemische Zusammensetzung unter Berücksichtigung der jeweiligen Mindeststreckgrenze im Hinblick auf die Schweißbeignung gewählt ist. Die Stähle sind besonders beruhigt und enthalten Zusätze, die Ausscheidungen, z. B. Nitride und/oder Carbonitride, bilden. Diese behindern das Wachsen der Kristallkörner im Austenitgebiet und führen zu feinem Korn im Lieferzustand (Ferritkorngröße 6 und feiner bei Prüfung nach DIN 50 601). Deshalb weisen die schweißgeeigneten Feinkornbaustähle eine hohe Spröbruchunempfindlichkeit auf.

3 Sorteneinteilung

3.1 Diese Norm umfaßt Rohre aus den in Tabelle 1 angegebenen Stahlsorten in vier Reihen:

- a) Die Grundreihen (StE...),
- b) die warmfeste Reihe (WStE...), mit Mindestwerten für die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen (siehe Tabelle 4),
- c) die kaltzähe Reihe (TStE...) mit Mindestwerten für die Kerbschlagarbeit bis zu Temperaturen von –50 °C (siehe Tabelle 5),
- d) die kaltzähe Sonderreihe (EStE...) mit Mindestwerten für die Kerbschlagarbeit bis zu Temperaturen von –60 °C (siehe Tabelle 5).

● Die Auswahl der Stahlsorte ist Angelegenheit des Bestellers.

3.2 ●● Bei der Bestellung kann für die Stähle der T- und E-Reihe zusätzlich die Geltung der für die Stähle der warmfesten Reihe in der Tabelle 4 angegebenen Mindestwerte der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen vereinbart werden.

4 Bezeichnung und Bestellung

4.1 ● In der Normbezeichnung für Rohre nach dieser Norm sind in nachstehender Reihenfolge anzugeben:

- Benennung (Rohr)
- DIN-Hauptnummer der Maßnorm (z. B. DIN 2458)
- kennzeichnende Maße des Rohres (Außendurchmesser × Wanddicke)
- DIN-Hauptnummer dieser Norm (DIN 17 178)
- Kurzname oder Werkstoffnummer für die Stahlsorte (siehe Tabelle 1)

Beispiel: Bezeichnung eines geschweißten Rohres nach DIN 2458 von 114,3 mm Außendurchmesser und 3,6 mm Wanddicke nach dieser Norm aus Stahl TStE 355 (Werkstoffnummer 1.0566):

Rohr DIN 2458 – 114,3 × 3,6 – DIN 17 178 – TStE 355
oder

Rohr DIN 2458 – 114,3 × 3,6 – DIN 17 178 – 1.0566

4.2 ● In der Bestellung sind außer der Normbezeichnung nach Abschnitt 4.1 in jedem Fall die gewünschte Menge, z. B. Gesamtlänge der Lieferung, die Längenart (siehe Tabelle 6) und bei Fest- und Genaulängen die Länge des einzelnen Rohres, die Art der Bescheinigung über Material-

prüfungen nach DIN 50 049 und gegebenenfalls die zusätzlich in Frage kommende technische Regel anzugeben.

Beispiel für die Bestellung:

1000 m Rohr DIN 2458 – 114,3 × 3,6 – DIN 17 178 – TStE 355
in Festlängen von 8 m, Bescheinigung DIN 50 049 – 3.1 B

4.3 ●● Darüber hinaus können entsprechend den mit zwei Punkten gekennzeichneten Abschnitten weitere Einzelheiten bei der Bestellung vereinbart werden.

5 Anforderungen

5.1 Herstellverfahren

5.1.1 Die Stähle für die Rohre werden entweder nach dem Sauerstoffblas-Verfahren, dem Siemens-Martin-Verfahren oder im Elektroofen erschmolzen.

5.1.1.1 ●● Nach Vereinbarung mit dem Besteller kann auch ein anderes gleichwertiges Verfahren angewandt werden.

5.1.1.2 ●● Das Erschmelzungsverfahren ist auf Vereinbarung dem Besteller bekanntzugeben.

5.1.2 Die Stähle müssen besonders beruhigt sein, ausreichende Zusätze an Elementen zur Abbindung des Stickstoffs haben und feinkörnig sein (siehe Abschnitt 2).

5.1.3 ●● Sofern bei der Bestellung nicht anders vereinbart, bleibt das Herstellverfahren der Rohre dem Herstellerwerk überlassen.

Die Rohre werden durch vollmechanisierte Schweißverfahren, im allgemeinen durch doppelseitiges Unterpulverschmelzschweißen als Längsnaht- oder Schraubenlinien-naht-Schweißung oder durch elektrisches Preßschweißen als Längsnaht-Schweißung, von entsprechend gebogenem Band oder Blech hergestellt. Gegebenenfalls werden die Rohre zusätzlich warmreduziert, kaltgezogen oder durch Aufweiten oder Maßwalzen auf die endgültigen Maße gebracht.

Die preßgeschweißten Rohre werden ohne Bandverbindungsnaht geliefert.

5.1.4 Die einwandfreie Ausführung des Schweißens ist zu überwachen. Das Schweißen ist so durchzuführen, daß die Schweißnaht durchgeschweißt ist und das Rohr für eine Ausnutzung der zulässigen Berechnungsspannung von 100 % in der Schweißnaht vorgesehen werden kann.

5.1.5 Bei schmelzgeschweißten Rohren müssen die Schweißnähte von beiden Seiten geschweißt werden. Elektrisch preßgeschweißte Rohre werden ohne äußeren Stauchwulst geliefert. Bei Rohren, die einen Innendurchmesser ≥ 20 mm aufweisen, darf der innere Stauchwulst nach Abschnitt 5.10.4 b nicht überschritten werden.

● Bei elektrisch preßgeschweißten Rohren mit einem Innendurchmesser < 20 mm ist eine Vereinbarung über den inneren Stauchwulst zu treffen.

Ein örtliches Ausbessern der Schweißnähte ist statthaft. Der Besteller kann einen einmaligen Nachweis der Eignung des Ausbesserungsverfahrens entsprechend Abschnitt 5.1.7 verlangen. Die ausgebesserten Stellen müssen anschließend einer zerstörungsfreien Prüfung unterzogen werden; außerdem ist das Rohr auf Dichtheit zu prüfen.

5.1.6 Das Herstellerwerk muß über fachkundiges Personal sowie geeignete Einrichtungen bzw. Verfahren verfügen, um das Schweißen einwandfrei ausführen, überwachen und prüfen zu können.

5.1.7 ●● Einen Nachweis über das Einhalten der Anforderungen nach Abschnitt 5.1.6 kann der Besteller einmalig

verlangen. Die Einzelheiten dieses Nachweises, insbesondere auch über eine Prüfstelle, sind zwischen Hersteller und Besteller zu vereinbaren. Dieser Nachweis gilt nur für diejenigen Stahlsorten, Maßbereiche, Schweißverfahren und Schweißzusätze, die in ihm genannt sind.

5.2 Lieferzustand

5.2.1 Die Rohre werden im normalgeglühten Zustand geliefert.

Das Normalglühen der Rohre kann entfallen, wenn

a) für kalteinzuförmende Rohre das Vormaterial (Blech oder Band) im normalgeglühten Zustand eingesetzt wird¹⁾, wobei gegebenenfalls der Schweißnahtbereich gegläht wird

oder

b) bei den Stahlsorten bis einschließlich 355 N/mm² Mindeststreckgrenze der letzte Formgebungsschritt bei der Rohrherstellung ein normalisierendes Umformen ist und hierdurch ein dem Normalglühen gleichwertiger Zustand sichergestellt ist (siehe Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 082).

Das Normalglühen des Vormaterials für die Rohrfertigung kann bei den Stahlsorten bis einschließlich 355 N/mm² Mindeststreckgrenze durch ein normalisierendes Umformen ersetzt werden.

5.2.2 Rohre aus Stahlsorten mit einer Mindeststreckgrenze ≥ 420 N/mm² können bei geringen Wanddicken und in Sonderfällen eine verzögerte Abkühlung oder ein zusätzliches Anlassen erfordern.

5.2.3 ●● Sollen die Oberflächen der Rohre mit einem zeitlich begrenzt wirkenden Korrosionsschutzmittel versehen werden, so ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren.

5.2.4 ●● Wenn an die Rohre spezielle Anforderungen hinsichtlich der Weiterverarbeitung (z. B. zum Verchromen, Emaillieren) gestellt werden, ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren.

5.3 Chemische Zusammensetzung

5.3.1 Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse

In Tabelle 1 ist die chemische Zusammensetzung der Stähle nach der Schmelzenanalyse²⁾ angegeben.

Es handelt sich hierbei um Rahmenangaben, innerhalb deren Grenzwerte die jeweiligen Stahlsorten geliefert werden. Der Hersteller hat dem Besteller diejenigen Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse bekanntzugeben, die für die von ihm zu liefernde Legierungsart für die jeweilige Stahlsorte zutreffend sind.

¹⁾ Bei Verwendung der Rohre für überwachungsbedürftige Anlagen sind die in den entsprechenden Regelwerken enthaltenen Festlegungen für die Wärmebehandlung bei Überschreitung bestimmter Kaltumformgrade zu beachten.

²⁾ Bei Lieferung von Sequenzguß, wie er beim Strangguß möglich ist, tritt an die Stelle des Begriffes „Schmelze“ der Begriff „Gießereinheit“.

Tabelle 1 Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse (Rahmenangaben)

Stahlsorte		Massenanteil in %																					
Kurzname	Werkstoffnummer	C ≤	Si	Mn	P ≤	S ≤	N ≤	Al _{ges} ¹⁾ ≥	Cr ≤	Cu ≤	Mo ≤	Ni ≤	Nb ≤	Ti ≤	V ≤	Nb + Ti + V ≤							
StE 255	1.0461	0,18	≤ 0,40	0,50 bis 1,30	0,035	0,030	0,020	0,020	0,30 ²⁾	0,20 ²⁾	0,08 ²⁾	0,30	0,03	—	—	0,05							
WStE 255	1.0462	0,18			0,035	0,030																	
TStE 255	1.0463	0,16			0,030	0,025																	
ESStE 255	1.1103	0,16			0,025	0,015																	
StE 285	1.0486	0,18		0,60 bis 1,40	0,035	0,030						0,30 ²⁾	0,20 ²⁾		0,08 ²⁾		0,30	0,03	—	—			
WStE 285	1.0487	0,18			0,035	0,030																	
TStE 285	1.0488	0,16			0,030	0,025																	
ESStE 285	1.1104	0,16			0,025	0,015																	
StE 355	1.0562	0,20	0,10 bis 0,50	0,90 bis 1,65	0,035	0,030			0,020	0,020	0,30 ⁴⁾			0,05		0,30 ⁴⁾	0,10	0,12					
WStE 355	1.0565	0,20			0,035	0,030																	
TStE 355	1.0566	0,18			0,030	0,025																	
ESStE 355	1.1106	0,18			0,025	0,015																	
StE 420	1.8902	0,20	0,10 bis 0,60	1,00 bis 1,70	0,035	0,030						0,020	0,020		0,30	0,20 ³⁾	0,10		1,00	0,05	— ⁵⁾	0,20	0,22
WStE 420	1.8932				0,035	0,030																	
TStE 420	1.8912				0,030	0,025																	
ESStE 420	1.8913				0,025	0,015																	
StE 460	1.8905				0,035	0,030																	
WStE 460	1.8935				0,035	0,030																	
TStE 460	1.8915				0,030	0,025																	
ESStE 460	1.8918				0,025	0,015																	

¹⁾ Wenn Stickstoff zusätzlich durch Niob, Titan oder Vanadin abgebunden wird, entfällt die Festlegung für den Mindestanteil an Aluminium.

²⁾ Die Summe der Massenanteile der drei Elemente Chrom, Kupfer und Molybdän darf zusammen höchstens 0,45 % betragen.

³⁾ Wird Kupfer als Legierungselement zugesetzt, darf der Massenanteil $\leq 0,70$ % betragen.

⁴⁾ Wird Nickel als Legierungselement zugesetzt, darf der Massenanteil $\leq 0,85$ % betragen.

⁵⁾ Wird Titan als Legierungselement zugesetzt, darf der Massenanteil $\leq 0,20$ % betragen.

5.3.2 ●● Chemische Zusammensetzung nach der Stückanalyse

Wenn bei der Bestellung die Nachprüfung der chemischen Zusammensetzung am Stück vereinbart wird, so gelten die in Tabelle 2 genannten zulässigen Abweichungen der Ergebnisse der Stückanalyse von den vom Hersteller bekanntzugebenden Grenzwerten für die Schmelzenanalyse.

Tabelle 2. Zulässige Abweichungen der chemischen Zusammensetzung nach der Stückanalyse von den vom Hersteller bekanntzugebenden Grenzwerten für die Schmelzenanalyse (siehe Abschnitt 5.3.2)

Element	Grenzwerte der Schmelzenanalyse nach Tabelle 1 Massenanteil in %	Zulässige Abweichungen der Ergebnisse der Stückanalyse von den Grenzwerten nach der Schmelzenanalyse ¹⁾ Massenanteil in %
C	≤ 0,20	0,02
Si	≤ 0,60	0,05
Mn	≤ 1,00 > 1,00 ≤ 1,70	0,06 0,10
P	≤ 0,035	0,005
S	≤ 0,030	0,005
Cr	≤ 0,30	0,04
Cu	≤ 0,70	0,07
Mo	≤ 0,10	0,03
Ni	≤ 1,00	0,05
Nb	≤ 0,05	0,01
Ti	≤ 0,20	0,02
V	≤ 0,20	0,02
N	≤ 0,020	0,002

¹⁾ Werden bei einer Schmelze mehrere Stückanalysen durchgeführt und werden dabei für ein einzelnes Element Gehalte außerhalb des nach der Schmelzenanalyse zulässigen Bereiches der chemischen Zusammensetzung ermittelt, so sind entweder nur Überschreitungen des zulässigen Höchstwertes oder nur Unterschreitungen des zulässigen Mindestwertes gestattet, nicht jedoch bei einer Schmelze beides gleichzeitig.

5.4 Mechanische und technologische Eigenschaften

5.4.1 Für die Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Kerbschlagarbeit der Rohre (siehe auch Abschnitt 5.4.4) gelten die in den Tabellen 3, 4 und 5 angegebenen Werte unter den in Abschnitt 6 genannten Prüfbedingungen. Die Werte beziehen sich auf die Wanddicken der Rohre und gelten für den Lieferzustand nach den Abschnitten 5.2.1 und 5.2.2.

Die Mindestwerte für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit gelten auch für die Schweißverbindung.

Tabelle 3. Mechanische und technologische Eigenschaften der Rohre für Wanddicken ≤ 40 mm ¹⁾

Stahlsorte				Mechanische Eigenschaften				Biegedorndurchmesser für den technologischen Biegeversuch bei schmelzgeschweißten Rohren ³⁾				
Grundreihe	Werkstoffnummer	Warmfeste Reihe		Kaltzähre Reihe		Kaltzähre Sonderreihe	Obere Streckgrenze $R_{eH}^{2)}$ für Wanddicken in mm bis 12 über 12 über 20 bis 20 bis 40		Zugfestigkeit R_m	Bruchdehnung A_5		
		Kurzname	Werkstoffnummer	Kurzname	Werkstoffnummer					längs	quer	
Kurzname	Werkstoffnummer	Kurzname	Werkstoffnummer	Kurzname	Werkstoffnummer	N/mm ² min.	N/mm ²	% min.				
StE 255	1.0461	WStE 255	1.0462	TStE 255	1.0463	ESiE 255	1.1103	255	245	25	23	2 s
StE 285	1.0486	WStE 285	1.0487	TStE 285	1.0488	ESiE 285	1.1104	285	275	24	22	2 s
StE 355	1.0562	WStE 355	1.0565	TStE 355	1.0566	ESiE 355	1.1106	355	345	22	20	3 s
StE 420	1.8902	WStE 420	1.8932	TStE 420	1.8912	ESiE 420	1.8913	420 410	400	21	19	3,5 s
StE 460	1.8905	WStE 460	1.8935	TStE 460	1.8915	ESiE 460	1.8918	460 450	440	19	17	4 s

1) ● Für Wanddicken > 40 mm sind die Werte bei der Bestellung zu vereinbaren.

2) Wenn keine ausgeprägte Streckgrenze auftritt, gelten die Werte für die 0,2 %-Dehngrenze.

3) s = Wanddicke des Rohres, Biegewinkel = 180° (siehe Abschnitt 6.5.5).

4) Eine Überschreitung der oberen Grenze um 20 N/mm² darf nicht beanstandet werden.

¹⁾ ● Für Wanddicken > 40 mm sind die Werte bei der Bestellung zu vereinbaren.

²⁾ Wenn keine ausgeprägte Streckgrenze auftritt, gelten die Werte für die 0,2 %-Dehngrenze.

³⁾ s = Wanddicke des Rohres, Biegewinkel = 180° (siehe Abschnitt 6.5.5).

⁴⁾ Eine Überschreitung der oberen Grenze um 20 N/mm² darf nicht beanstandet werden.

5.4.2 ●● Bei der Bestellung können, sofern Beanspruchungen in Dickenrichtung vorliegen, üblicherweise bei Wanddicken ≥ 20 mm, Mindestwerte für die Bruchsehnung in Anlehnung an die Stahl-Eisen-Lieferbedingungen 096 vereinbart werden.

5.4.3 Für die Rohre aus den Stahlsorten der warmfesten Reihe und, falls bei der Bestellung vereinbart, auch für die Stahlsorten der kaltzähnen Reihen, gelten die in Tabelle 4 angegebenen Mindestwerte für die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhter Temperatur.

5.4.4 Zur Kennzeichnung der Spröbruchunempfindlichkeit sind in Tabelle 5 Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit an ISO-Spitzkerbproben bei unterschiedlichen Prüftemperaturen und Probenrichtungen angegeben.

Bei Rohren ≤ 500 mm Außendurchmesser gelten die angegebenen Längswerte für Proben längs zur Rohrachse. Bei Rohren > 500 mm Außendurchmesser gelten die angegebenen Querwerte für Proben quer zur Rohrachse bzw. quer zur Schweißnaht.

Tabelle 4. **Werte für die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen ¹⁾**

Stahlsorte Kurzname	Werkstoff- nummer	Wanddicke mm	0,2 %-Dehngrenze bei Prüftemperaturen von						
			100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C
WStE 255	1.0462	bis 20	226	206	186	167	137	118	108
		über 20 bis 40	216	196					
WStE 285	1.0487	bis 20	255	235	206	186	157	137	118
		über 20 bis 40	245	226					
WStE 355	1.0565	bis 20	304	284	255	235	216	196	167
		über 20 bis 40	294	275					
WStE 420	1.8932	bis 12	363	343	314	284	265	235	206
		über 12 bis 20	353	333					
		über 20 bis 40	343	324	304	275	255	226	196
WStE 460	1.8935	bis 12	402	373	343	314	294	265	235
		über 12 bis 20	392	363					
		über 20 bis 40	382	353	333	304	284	255	226

¹⁾ ● Für Wanddicken > 40 mm sind die Werte bei der Bestellung zu vereinbaren.

Tabelle 5. **Anforderungen an die Kerbschlagarbeit bei Kerbschlagbiegeversuchen an ISO-Spitzkerbproben**

Stahlsorten nach Tabellen 1 und 3 folgender Reihen	Proben- richtung ¹⁾	Mindestwerte der Kerbschlagarbeit A_v für Wanddicken $10 \leq s \leq 40$ mm ¹⁾²⁾ bei Prüftemperaturen in °C								
		-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20
Grundreihe und warmfeste Reihe	längs	—	—	—	—	39	43	47	51	55
	quer	—	—	—	—	21	24	31	31	31
Kaltzähne Reihe	längs	—	27	31	39	47	51	55	59	63
	quer	—	16	20	24	27	31	31	35	39
Kaltzähne Sonderreihe	längs	25	30	40	50	65	80	90	95	100
	quer	20	27	30	35	45	60	70	75	80

¹⁾ Beachte Abschnitte 5.4.4 und 6.5.2.

²⁾ ● Für Wanddicken > 40 mm sind Werte bei der Bestellung zu vereinbaren.