



# **Schweißen von Stahl- und Gußrohren**

Schriftleitung:

Dr.-Ing. Heinrich Köstermann  
SLV Hannover

Dipl.-Ing. Wilhelm Kröfges  
rbv, Köln

**VULKAN-VERLAG ESSEN**

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>Vorwort der Schriftleitung</b> .....	VII
<b>1 Technische Regeln</b> .....	1
<i>H. Köstermann</i>	
1.1 Schweißtechnische Normen .....	1
1.1.1 Absicht und Leistung der Normung .....	1
1.1.2 Normungsarbeit für das Schweißen von Stahl- und Gußrohren .....	2
1.1.3 Aktueller Stand und Ausblick .....	4
<i>J. Arensmeier</i>	
1.2 Das DVGW-Regelwerk .....	8
<b>2 Rohrwerkstoffe Stahl und Gußeisen</b> .....	12
<i>G. Kuscher</i>	
2.1 Rohrwerkstoff Stahl .....	12
2.1.1 mechanisch-technologische Eigenschaften .....	12
2.1.2 Herstellungsbedingte Werkstoffstrukturen .....	12
2.1.3 Nahtlose und geschweißte Rohre .....	16
2.1.4 Schweißtechnische Verarbeitung der Rohrwerkstoffe zu Rohrleitungen .....	16
2.1.5 Flacherzeugnisse .....	17
<i>A. Rösner</i>	
2.2 Rohrwerkstoff Gußeisen .....	18
2.2.1 Allgemeines .....	18
2.2.2 Gußeisen mit Lamellengraphit .....	19
2.2.3 Gußeisen mit Kugelgraphit (GGG) .....	19
2.2.4 Herstellung von Rohren aus Gußeisen mit Kugelgraphit .....	20
2.2.5 Werkstoffkennwerte .....	20
2.2.5.1 Gußeisen mit Lamellengraphit-Gußrohre .....	20
2.2.5.2 Gußeisen mit Kugelgraphit-Gußrohren, Formstücke .....	20
<b>3 Rohre und Rohrleitungsteile</b> .....	21
<i>G. Westphal</i>	
3.1 Stahlrohre .....	21
3.1.1 Einleitung .....	21

3.1.2	Rohre .....	22
3.1.2.1	Herstellverfahren und Abmessungen .....	22
3.1.2.2	Technische Lieferbedingungen .....	25
3.1.2.3	Spezifische Anforderungen an Maße und Toleranzen .....	26
3.1.3	Rohrleitungsteile .....	28
3.1.3.1	Rohrverbindungen .....	28
3.1.3.2	Formstücke .....	30
3.1.4	Stahlrohre mit Korrosionsschutzumhüllung .....	32

### *M. Mischo*

3.2	Gußrohre .....	34
3.2.1	Einleitung .....	34
3.2.2	Normung .....	34
3.2.3	Duktile Gußrohre für die Wasser- und Gasversorgung .....	35
3.2.4	Ausführung der Rohre und Formstücke .....	35
3.2.4.1	Rohre aus duktilem Gußeisen .....	35
3.2.4.1.1	Rohre mit Steckmuffenverbindungen .....	35
3.2.4.1.2	Rohre mit Flanschverbindungen .....	37
3.2.4.1.3	Kennzeichnung von Rohren .....	38
3.2.4.2	Formstücke aus duktilem Gußeisen .....	38
3.2.4.2.1	Formstücke mit Steckmuffenverbindung .....	38
3.2.4.2.2	Formstücke mit Flanschverbindung .....	39
3.2.4.2.3	Kennzeichnung der Formstücke .....	39
3.2.4.2.4	Anschweißstutzen und Abgänge .....	40
3.2.4.3	Dauerhaftigkeit .....	40
3.2.4.3.1	Äußerer Korrosionsschutz .....	40
3.2.4.4	Innerer Korrosionsschutz .....	41
3.2.4.4.1	Wasserleitungen .....	41
3.2.4.4.2	Gasleitungen .....	41
3.2.5	Zusammenfassung .....	42

## **4 Schweißtechnische Grundlagen**

<b>Schweißprozesse, Geräte, Schweißzusätze .....</b>	<b>44</b>
--	-----------

### *H. G. Golchert und A. Rösner*

4.1	Schweißprozesse, Allgemeiner Überblick .....	44
4.1.1	Allgemeines .....	44
4.1.2	Anforderungen .....	44
4.1.3	Einteilung der Schweißprozesse .....	44
4.1.4	Mechanisierung .....	45
4.1.5	Zuordnung der Schweißprozesse für Rohre aus Stahl und Guß .....	45
4.1.6	Anwendung der Schweißprozesses .....	46
4.2	Gasschmelzschweißen (G; 311) .....	46
4.2.1	Allgemeines .....	46

4.2.2	Gase .....	46
4.2.3	Sicherheitseinrichtungen .....	49
4.2.4	Schweißbrenner .....	49
4.2.5	Schweißflamme .....	49
4.2.6	Flammeneinstellung .....	50
4.2.7	Arbeitstechnik .....	50
4.2.8	Fugenform .....	51
4.2.9	Heften .....	52
4.2.10	Schweißfolge .....	52
4.2.11	Unfall- und Schadensverhütung .....	53
4.2.12	Schweißzusätze zum Gasschmelzschweißen .....	53
4.2.12.1	Schweißzusätze zum Gasschmelzschweißen von unlegierten und legierten Stählen gemäß DIN 8554, Teil 1, Mai 1986 .....	53
4.2.12.2	Schweißzusätze zum Gasschmelzschweißen von Eisengußwerkstoffen .....	54
4.3	Lichtbogenschweißen .....	55
4.3.1	Allgemeines .....	55
4.3.1.1	Grundbegriffe der Elektrotechnik .....	56
4.3.1.2	Schweißstromquellen .....	57
4.3.1.2.1	Allgemeine Anforderungen .....	57
4.3.1.2.2	Arten von Schweißstromquellen .....	57
4.3.1.2.3	Kennlinien .....	61
4.3.1.2.4	Arbeitspunkt .....	62
4.3.1.2.5	Unfallverhütung (Leerlaufspannung) .....	62
4.3.2	Lichtbogenhandschweißen (E; 111) .....	62
4.3.2.1	Verfahrensanwendung .....	62
4.3.2.1.1	Stromart und Polung .....	62
4.3.2.1.2	Schweißstromkreis .....	63
4.3.2.1.3	Zünden des Lichtbogens .....	63
4.3.2.1.4	Arbeitstechnik .....	63
4.3.2.1.5	Einsatz .....	63
4.3.2.2	Schweißzusätze zum Lichtbogenhandschweißen .....	63
4.3.2.2.1	Schweißzusätze zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten und Feinkornstählen .....	63
4.3.2.2.2	Schweißzusätze zum Lichtbogenhandschweißen von Eisengußwerkstoffen .....	65
4.3.3	Metall-Aktivgas-Schweißen (MAG; 135) .....	66
4.3.3.1	Verfahrensanwendung .....	66
4.3.3.1.1	Stromart und Polung .....	67
4.3.3.1.2	Zünden des Lichtbogens .....	67
4.3.3.1.3	Arbeitstechnik .....	67
4.3.3.1.4	Einfluß der Spannung bei gleichbleibender Drahtfördergeschwindigkeit .....	67
4.3.3.1.5	Einfluß der Drahtfördergeschwindigkeit bei gleichbleibender Spannung .....	67

4.3.3.1.6	Einfluß der Brennerhaltung auf das Nahtprofil bei unveränderter Geräteeinstellung .....	68
4.3.3.1.7	Einfluß des Kontaktrahabstands auf den Einbrand bei unveränderter Geräteeinstellung .....	68
4.3.3.1.8	Einfluß des Schutzgases .....	69
4.3.3.1.9	Einsatz des Metall-Aktivgasschweißens .....	69
4.3.3.2	Schweißzusätze zum Metall-Schutzgasschweißen .....	69
4.3.3.2.1	Schweißzusätze zum Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen .....	69
4.3.3.2.2	Schweißzusätze zum Metallschutzgasschweißen von Eisengußwerkstoffen .....	70
4.3.4	Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG; 141) .....	70
4.3.4.1	Verfahrensanwendung .....	70
4.3.4.1.1	Stromart und Polung .....	71
4.3.4.1.2	Zünden des Lichtbogens .....	71
4.3.4.1.3	Arbeitstechnik .....	71
4.3.4.1.4	Wurzelschutz .....	71
4.3.4.1.5	Wolframelektroden .....	71
4.3.4.1.6	Einsatz des Wolfram-Inertgasschweißens .....	71
4.3.4.2	Schweißzusätze zum Wolfram-Schutzgasschweißen .....	72
4.3.4.2.1	Schweißzusätze zum Wolfram-Schutzgasschweißen von unlegierten und legierten Stählen .....	72
4.3.4.2.2	Schweißzusätze zum Wolfram-Schutzgasschweißen von Eisengußwerkstoffen .....	73

## **5 Schweißtechnische Anwendungen im Rohrleitungsbau Fallnahttechnologie, MAG-Orbitalschweißen, Innershield- schweißen, WIG-Schweißen .....**

**74**

*E. Vietz*

5.1	Fallnahttechnologie im erdverlegten Rohrleitungsbau sowie im Anlagenbau auf Baustellen .....	74
5.1.1	Schweißer .....	74
5.1.2	Zentriervorrichtungen .....	74
5.1.3	Geeignete Schweißstromquellen für die Fallnahttechnologie .....	77
5.1.3.1	Schweißgleichrichter .....	78
5.1.3.2	Schweißgeneratoren .....	78
5.1.3.2.1	Bürstengleichstrom-Generatoren .....	78
5.1.3.2.2	Bürstenlose Generatoren .....	79
5.1.3.3	Ausstattung der Schweißstromquellen .....	80
5.1.3.4	Überprüfung der Schweißstromquellen .....	82
5.1.4	Stabelektroden für die Fallnahttechnologie .....	82
5.1.4.1	Zellulose umhüllte Stabelektroden .....	82
5.1.4.2	Basisch umhüllte Stabelektroden .....	84

5.1.4.3	Vergleichende Betrachtung zelluloser und basischum- hüllter Fallnahtelektroden im Pipelinebau .....	84
5.1.4.4	Schweißfehler, Ursachen und Vermeidung .....	85
5.1.5	Wirtschaftlichkeit .....	85
5.2	MAG-Orbitalschweißverfahren im erdverlegten Rohr- leitungsbau .....	85
5.3	Metall-Schutzgasschweißen mit Fülldrahtelektroden ohne Schutzgas nach ISO 4063 (114) im erdverlegten Rohr- leitungsbau .....	89
5.4	WIG-Verfahren im erdverlegten Rohrleitungsbau .....	92
<b>6</b>	<b>Schweißfugenformen</b> .....	<b>94</b>
	<i>N. Dräger</i>	
6.1	Fugenformen .....	94
6.1.1	I-Naht .....	94
6.1.2	V-Naht .....	95
6.1.3	Y-Naht .....	95
6.1.4	U-Naht .....	96
6.1.5	U-Naht auf V-Wurzel .....	97
6.1.6	Besonderheiten .....	97
6.2	Geräte zur Herstellung von Schweißfugenformen .....	97
6.2.1	Brennschneidgeräte .....	97
6.2.2	Zerspanende Geräte .....	98
6.2.3	Schleifgeräte .....	98
<b>7</b>	<b>Arbeitsvorbereitung und Ausführung</b> .....	<b>99</b>
	<i>M. Kaschner</i>	
7.1	Arbeitsvorbereitung .....	100
7.1.1	Abmessung der Rohre und Rohrformteile .....	100
7.1.2	Anordnung der Schweißverbindungen .....	100
7.1.3	Stoßart .....	100
7.1.4	Nahtart .....	100
7.1.5	Fugenform .....	101
7.1.6	Wanddickenausgleich, mechanisch und konstruktiv .....	102
7.1.7	Werkstoff .....	102
7.1.8	Nahtaufbau .....	102
7.1.9	Medium .....	103
7.1.10	Anforderungen .....	103
7.1.11	Wirtschaftlichkeit .....	104
7.1.12	Schweißposition .....	104
7.1.13	Witterung und Umgebung .....	104
7.1.14	Schweißverfahren .....	105
7.1.15	Zusatzwerkstoff .....	105
7.1.16	Wärmeführung .....	105

7.1.16.1	Vorwärmen .....	106
7.1.16.2	Zwischenlagentemperatur .....	106
7.1.16.3	Wärmenachbehandlung .....	106
7.1.17	Hilfsstoffe .....	107
7.1.18	Schweißpersonal .....	107
7.1.19	Schweißaufsicht .....	108
7.1.20	Verfahrensprüfung .....	108
7.1.21	Schweißanweisung .....	108
7.2	Ausführung .....	108
7.2.1	Arbeitssicherheit .....	108
7.2.2	Arbeitsraum .....	109
7.2.3	Vorrichtungen .....	110
7.2.3.1	Schneiden, Trennen .....	110
7.2.3.2	Richtungsänderungen, Winkeltoleranzen .....	110
7.2.3.3	Zwischenzeitlicher Korrosionsschutz .....	110
7.2.3.4	Anrichten .....	111
7.2.4	Säubern .....	111
7.2.5	Dopplungen .....	112
7.2.6	Lagern und Handhaben der Zusatzwerkstoffe .....	112
7.2.7	Montieren .....	112
7.2.8	Zentrieren .....	113
7.2.9	Heft- und Hilfsschweißungen .....	113
7.2.10	Schweißen .....	113
7.2.10.1	Einhaltung Schweißanweisung .....	113
7.2.10.2	Fehlervermeidung .....	114
7.2.10.3	Arbeitsunterbrechung – Maßnahmen vor, während und danach .....	114
7.2.10.4	Besonderheiten bei Einbindungen in bestehende Rohr- leitungen .....	114
7.2.10.5	Gegenschweißen .....	115
7.2.10.6	Anschweißen von Konstruktionsteilen .....	115
7.2.10.7	Kabelanschlüsse für den kathodischen Korrosions- schutz .....	115
7.2.10.8	Schweißen an in Betrieb befindlichen Rohrleitungen .....	115
7.2.10.9	Aufschweißen von Reparaturflicken .....	116
7.2.11	Wanddickenausgleich und Kantensatz, schweißtech- nisch .....	116
7.2.12	Säubern .....	116
<b>8</b>	<b>Ausbesserungen an Schweißnähten .....</b>	<b>118</b>
	<i>M. Kaschner</i>	
8.1	Fehlerbewertung .....	118
8.2	Durchführung .....	118

<b>9 Prüfen der Schweißnähte</b> .....	120
<i>H.-B. Basler und P.-W. Uhlig</i>	
9.1 Prüfgrundlagen .....	120
9.2 Qualifikation und Zertifikation des Prüfpersonals .....	120
9.3 Prüfverfahren .....	120
9.3.1 Zerstörungsfreie Prüfverfahren .....	120
9.3.1.1 Visuelle Prüfungen und Maßkontrollen .....	121
9.3.1.2 Oberflächenprüfverfahren .....	121
9.3.1.2.1 Magnetstreifprüfung .....	122
9.3.1.2.2 Eindringprüfung .....	123
9.3.1.3 Volumenprüfverfahren .....	124
9.3.1.3.1 Durchstrahlungsprüfung .....	124
9.3.1.3.2 Ultraschallprüfung .....	127
9.3.1.4 Druck- und Dichtheitsprüfungen .....	127
9.3.1.5 Sonderprüfungen .....	130
9.3.2 Zerstörende Prüfungen .....	130
9.4 Dokumentation .....	133
<b>10 Qualitätssicherung im erdverlegten Rohrleitungsbau</b> .....	135
<i>A. Böhme</i>	
10.1 Qualifizierung der Rohrleitungsbauunternehmen .....	135
10.1.1 Geprüfte Firmen sichern Qualität .....	135
10.1.2 Einbindung des DVGW-Arbeitsblattes GW 301 in das Regelwerk .....	136
10.1.3 Praxis des Überprüfungsverfahrens .....	136
10.1.4 Weitere Qualifikationsverfahren .....	138
<i>M. Kaschner</i>	
10.2 Gütesicherung im Unternehmen .....	140
10.2.1 DIN EN 287 – Prüfung von Schweißern .....	140
10.2.1.1 Übergang alte Norm DIN 8560 zu DIN EN 287 Teil 1 einschl. Korrigendum .....	140
10.2.1.2 Kennzeichnungssystem .....	140
10.2.1.3 Auswahl und Geltungsbereich der Schweißpositionen der Prüfstücke .....	142
10.2.1.4 Geltungsbereich Rohrdurchmesser und Wanddicke .....	143
10.2.1.5 Gültigkeit und Verlängerung der Prüfungen .....	143
10.2.2 DIN EN 288 – Anerkennung von Schweißverfahren .....	144
10.2.2.1 Wege zur Anerkennung von Schweißverfahren .....	144
10.2.2.2 Geltungsbereich der Schweißverfahrensprüfung nach DIN EN 288 Teil 3 für Rohrdurchmesser, Wanddicke und Werkstoffgruppe einschl. Korrigendum .....	146
10.2.2.3 „Pipeline“-Schweißen von Rohrleitungen nach prEN 288 Teil 9 .....	146

10.2.3	DIN EN 719 – Schweißaufsicht, Aufgaben und Verantwortung .....	147
10.2.4	DIN EN 729 – Qualitätsanforderungen .....	148
10.2.5	DIN EN ISO 9000 – Qualitätsmanagement .....	149
<b>11</b>	<b>Unfallverhütung beim Schweißen .....</b>	<b>151</b>
	<i>J.-P. Schmerse</i>	
11.1	Rohrleitungsbau und die UVV VBG 15 .....	151
11.2	Gesundheitsgefahren durch Schadstoffe .....	151
11.3	Einsatz und Umgang mit Einrichtungen der Autogentechnik .....	152
11.4	Einsatz und Umgang von Lichtbogenverfahren .....	154
11.5	Arbeiten mit besonderen Gefahren .....	157
11.6	Persönliche Schutzausrüstungen .....	157
<b>12</b>	<b>Besonderheiten .....</b>	<b>158</b>
	<i>O. Halter</i>	
12.1	Schweißen an Gasrohrleitungen unter Betriebsdruck .....	158
12.1.1	Begriffe .....	158
12.1.1.1	Gasleitungen unter Betriebsdruck .....	158
12.1.1.2	Art der Arbeiten an Gasleitungen .....	158
12.1.1.2.1	Arbeiten an geschlossenen Leitungen .....	158
12.1.1.2.2	Arbeiten mit Schleusengeräten .....	159
12.1.1.2.3	Arbeiten im gasfreien Zustand .....	160
12.1.1.2.4	Arbeiten an Gasleitungen in Gebäuden .....	161
12.1.1.2.5	Arbeiten mit kontrolliertem Gasaustritt .....	161
12.1.2	Vorgehen bei planmäßigen Arbeiten .....	161
12.1.2.1	Einsatzplanung .....	161
12.1.2.1.1	Anzuwendende Technik .....	162
12.1.2.1.2	Bauaufsicht .....	162
12.1.2.1.3	Ausführende Mitarbeiter .....	162
12.1.2.2	Auftragserteilung .....	162
12.1.2.3	Bauausführung .....	163
12.1.3	Schweißarbeiten an in Betrieb befindlichen Gasleitungen aus Stahl .....	163
12.1.3.1	Aufschweißungen und Reparaturschweißungen .....	163
12.1.3.1.1	Sicherheitsbetrachtungen vor möglichen Durchbrüchen .....	165
12.1.3.1.2	Werkstofftechnologische Veränderungen .....	165
12.1.3.2	Anschweißungen von Formstücken und Armaturen .....	166
12.1.3.2.1	Temperaturbetrachtungen .....	166
12.1.3.2.2	Schweißarbeiten an mit Blasen abgesperrten Gasleitungen .....	166

*R. Springer*

12.2	Reparaturarbeiten, Einbindearbeiten, Rohrsperrungen an Gashochdruckleitungen .....	170
------	---	-----

*N. Dräger*

12.3	Schweißen im Fernwärmerohrleitungsbau .....	177
12.3.1	Unterschiedliche Systeme .....	177
12.3.2	Werkstoffe im Fernwärmerohrleitungsbau .....	178
12.3.3	Schweißverfahren der marktbeherrschenden Fernwärme- leitungssysteme KMR, SMR, Freileitung und Beton- kanal .....	178
12.3.4	Zerstörungsfreie Prüfverfahren beim Fernwärmerohr- leitungsbau .....	180
12.3.5	Vorfertigung im Werk .....	180
12.3.6	Nacharbeit der Schweißnahtbereiche .....	181
12.3.7	Anforderungen im Fernwärmerohrleitungsbau .....	181

*M. Mischo und A.-M. Rösner*

12.4	Schweißen an duktilen Gußrohren	
12.4.1	Allgemeines .....	182
12.4.2	Schweißverfahren .....	183
12.4.3	Anwendungsbereiche .....	183
12.4.3.1	Schweißen an Rohren aus duktilem Gußeisen .....	183
12.4.3.2	Anschweißen von Stützen .....	184
12.4.3.3	Anschweißen von Abgängen .....	185
12.4.3.4	Anschweißen von Mauerflanschen .....	185
12.4.3.5	Anschweißen von Flanschen an duktile Gußrohre .....	186
12.4.3.6	Auftragsschweißen für längskraftschlüssige Verbin- dungen .....	186
12.4.4	Prüfung von Gußeisenschweißverbindungen .....	186

*G. Westphal*

12.5	Schweißen von Stahlrohren im Wasserleitungsbau .....	188
12.5.1	Einleitung .....	188
12.5.2	Verbindungsarten und Rohrendengestaltung .....	188
12.5.3	Trennen von Stahlrohren mit Zementmörtelauskleidung .....	191
12.5.4	Zerstörungsfreie Prüfung .....	192

**13 Vorschriften und Technische Regeln im Rohrleitungsbau .....** 193

13.1	DVGW-Regelwerk – Gas und Wasser .....	193
13.2	DIN-Normen .....	194
13.2.1	Allgemeines .....	194
13.2.2	Stahlrohre .....	196
13.2.3	Gußrohre .....	199

13.2.4	Schweißen von Stahlrohren .....	201
13.2.5	Korrosionsschutz .....	204
13.3	Unfallverhütungsvorschriften .....	206
13.4	DVS Richtlinien .....	207
13.5	VdTÜV - Merkblätter .....	209
13.6	Weitere Richtlinien und Unterlagen .....	210