

Inhaltsverzeichnis

Geleitworte

Vorwort

Autorenverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Wirtschaftliche Bedeutung der Fügetechnik	1
1.2	Entwicklung der Schweißtechnik	3
1.3	Definition des Schweißens und Prozessbegriffe	6
2	Metallische Werkstoffe und deren Verhalten beim Schweißen	9
2.1	Schweißbarkeit	9
2.2	Aufbau von Schweißverbindungen	13
2.3	Ursachen und Vermeidung der Rissbildung beim Schweißen	24
2.4	Sprödbruchssicherung geschweißter Bauteile	30
2.5	Schweißen metallischer Werkstoffe	37
2.5.1	Allgemeine Baustähle nach DIN EN 10025-2	37
2.5.2	Feinkornbaustähle	40
2.5.3	Niedriglegierte Stähle	42
2.5.4	Nichtrostende Stähle	46
2.5.5	Austenit-Ferrit-Verbindungen	51
2.5.6	Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe	54
2.5.7	Aluminiumwerkstoffe	56
2.5.8	Schweißen von Kupfer-, Titan-, Nickel- und Magnesiumwerkstoffen	61
2.5.9	Nicht artgleiche Metallverbindungen	64
3	Prüfen von Schweißverbindungen	66
3.1	Zerstörende Prüfverfahren	66
3.1.1	Zugversuch	66
3.1.2	Kerbschlagbiegeversuch	69
3.1.3	Biegeprüfung	72
3.1.4	Härteprüfung	73
3.2	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	74
3.2.1	Eindringverfahren (PT)	74
3.2.2	Magnetpulverprüfung (MT)	76
3.2.3	Ultraschallprüfung (UT)	79
3.2.4	Durchstrahlungsprüfung (RT)	81
4	Schweißprozesse und Geräte	85
4.1	Schmelzschweißprozesse	85
4.1.1	Gasschmelzschweißen	86
4.1.2	Lichtbogenschweißen	93
4.1.2.1	Lichtbogen und Arbeitspunkt beim Schweißen	94
4.1.2.2	Schweißstromquellen	97
4.1.2.3	Lichtbogenhandschweißen	103
4.1.2.4	Unterpulverschweißen	110
4.1.2.5	Schutzgasschweißen	115
	Metall-Schutzgasschweißen (MSG)	116
	Wolfram-Schutzgasschweißen	123
	Plasmaschweißen	128
4.1.3	Weitere Schmelzschweißprozesse	133
4.1.3.1	Gießschmelzschweißen	133
4.1.3.2	Elektroschlackeschweißen und Elektrogassschweißen	135
4.1.3.3	Elektronenstrahlschweißen	138
4.1.3.4	Laserstrahlschweißen	144

4.2	Pressschweißprozesse	150
4.2.1	Widerstandsschweißen	151
4.2.1.1	Widerstandspunktschweißen	152
4.2.1.2	Buckelschweißen	158
4.2.1.3	Rollennahtschweißen	159
4.2.1.4	Widerstandsstumpfschweißen	160
4.2.2	Weitere Pressschweißprozesse	163
4.2.2.1	Kaltpressschweißen	164
4.2.2.2	Sprengschweißen	166
4.2.2.3	Ultraschallschweißen (Metalle)	167
4.2.2.4	Reibschweißen	169
4.2.2.5	Diffusionsschweißen	173
4.2.2.6	Lichtbogenpressschweißen	176
4.3	Schweißen und Schneiden unter Wasser	180
5	Kunststoffschweißen	184
6	Löten	190
7	Metallkleben	200
8	Mechanisches Fügen	208
9	Beschichten	219
9.1	Auftragschweißen	220
9.2	Thermisches Spritzen	224
10	Trennen	228
10.1	Thermisches Trennen	228
10.1.1	Brennschneiden und Brennfugen	228
10.1.2	Plasmuschneiden	232
10.1.3	Laserstrahlschneiden	235
10.2	Wasserstrahlschneiden	238
11	Konstruktion	242
11.1	Stoßarten, Nahtarten, Schweißpositionen und zeichnerische Darstellung	242
11.2	Naht- bzw. Fugenvorbereitung	248
11.3	Gestaltungsgrundsätze	250
11.4	Ermittlung der Spannungen und Querschnittswerte	255
11.5	Vorwiegend ruhend beanspruchte Schweißverbindungen	258
11.5.1	Sicherheitskonzept gemäß DIN EN 1993	258
11.5.2	Schweißverbindungen nach DIN EN 1993-1-8	259
11.5.3	Berechnungsbeispiele von vorwiegend ruhend beanspruchten Schweißverbindungen nach DIN EN 1993-1-8	262
11.6	Nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Schweißverbindungen	267
11.6.1	Grundlagen	267
11.6.2	Berechnungsbeispiele einer nicht vorwiegend ruhend beanspruchten Schweißverbindung (dynamische Beanspruchung)	273
11.6.3	Normen, Regelwerke und Schrifttum	276
11.7	Anwendungs- und Ausführungsbeispiele	280
11.7.1	Geschweißte Konstruktionsdetails aus dem Stahlhochbau	280
11.7.2	Stahlbrückenbau	286
11.7.3	Kranbau	290
11.7.4	Schweißen von Betonstahl	295
11.7.5	Bau von meerestechnischen Anlagen	299
11.7.6	Schiffbau	303
11.7.7	Behälter-, Dampfkessel- und Rohrleitungsbau	305
11.7.8	Maschinenbau	308

11.7.9	Fahrzeugbau	315
11.7.10	Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau	321
11.7.11	Schweißen in Feinwerktechnik und Elektronik	327
12	Schweißtechnische Fertigung	332
12.1	Spannungen und Deformationen	332
12.2	Schweißfolge	339
12.3	Richten und Flammrichten	345
12.4	Thermische Behandlungen in Zusammenhang mit Schweißvorgängen	347
12.5	Fertigungsplanung	352
12.5.1	Schweißtechnischer Eignungsnachweis	352
12.5.2	Schweißtechnische Ausbildung und Prüfung	356
12.5.3	Kalkulation von Schweißarbeiten	361
12.5.4	Schweißtechnische Fertigungsunterlagen	363
12.5.5	Wahl des Schweißverfahrens	365
12.5.6	Wahl der Schweißmaschinen und -geräte	368
12.5.7	Wahl der Schweißzusätze und -hilfsmittel	370
12.5.8	Kapazitätsplanung	373
12.6	Rationalisierung und Produktivitätserhöhung	375
12.7	Schweißtechnischer Gesundheits- und Arbeitsschutz	381
12.8	Zertifizierungen	386
12.9	Qualitätsmanagementsystem (Qualitätsmanagement-Handbuch)	390
13	Schweißtechnische Information und Dokumentation	394
Anhang	396
Metallographische Bilder von Schweißnähten	396	
Zustandsschaubilder Eisen – Kohlenstoff und Eisen – Eisenkarbid	400	
Zusammenstellung der Anlass- und Glühfarben	401	
Stichwortverzeichnis	402	