

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 Sprödbruchsicherung 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 Elektrogasschweißen ..... 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
<b>5</b>	<b>Kunststoffschweißen</b> .....	184
<b>6</b>	<b>Löten</b> .....	190
<b>7</b>	<b>Metallkleben</b> .....	200
<b>8</b>	<b>Mechanisches Fügen</b> .....	208
<b>9</b>	<b>Beschichten</b> .....	219
9.1	Auftragschweißen .....	220
9.2	Thermisches Spritzen .....	224
<b>10</b>	<b>Trennen</b> .....	228
10.1	Thermisches Trennen .....	228
10.1.1	Brennschneiden und Brennfugen .....	228
10.1.2	Plasmaschneiden .....	232
10.1.3	Laserstrahlschneiden .....	235
10.2	Wasserstrahlschneiden .....	238
<b>11</b>	<b>Konstruktion</b> .....	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
<b>12</b>	<b>Schweißtechnische Fertigung .....</b>	<b>332</b>
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
<b>13</b>	<b>Schweißtechnische Information und Dokumentation .....</b>	<b>394</b>
<b>Anhang</b> .....		<b>396</b>
Metallographische Bilder von Schweißnähten .....		396
Zustandsschaubilder Eisen – Kohlenstoff und Eisen – Eisenkarbid .....		400
Zusammenstellung der Anlass- und Glühfarben .....		401
Stichwortverzeichnis .....		402