
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Inhalte des Buchs	1
1.2	Aufbau des Buchs	2
	Normenverzeichnis	3
	Literatur	4
2	Fertigung von Schweißverbindungen	5
2.1	Werkstoffe für geschweißte Strukturen	6
2.1.1	Bau- und Feinkornstähle	6
2.1.2	Schweißgeeignete Schmiedestähle	7
2.1.3	Schweißgeeigneter Stahlguss	8
2.1.4	Austenitische Stähle (nichtrostende Cr-Ni-Stähle)	8
2.1.5	Duplexstähle (Austenitisch-ferritische Cr-Ni-Stähle)	8
2.1.6	Verschleißresistente Stähle	9
2.1.7	Aluminium	9
2.2	Zuschnitt und Schweißnahtvorbereitung	10
2.2.1	Zuschnitt	11
2.2.2	Nahtvorbereitung	12
2.3	Schweißverfahren	14
2.3.1	Lichtbogenschweißen mit Stabelektrode	15
2.3.2	Unterpulverschweißen	15
2.3.3	Wolfram-Schutzgasschweißen	16
2.3.4	Metall-Schutzgasschweißen	17
2.3.5	Strahlschweißen	17
2.3.6	Reibschweißen	18
2.3.7	Rührreibschweißen	19
2.3.8	Punktschweißen	19
2.4	Einfluss der Schweißposition	19
2.5	Begleitende Fertigungsschritte beim Schweißen	21
2.5.1	Heften	21

2.5.2	Richten	22
2.5.3	Spanende Oberflächenbearbeitung	23
2.5.4	Umformende Oberflächenbearbeitung	24
2.5.5	WIG-Nachbehandlung	24
2.5.6	Spannungsarmglühen	25
2.5.7	Formieren	25
	Normenverzeichnis	25
	Literatur	26
3	Qualitätsmanagement von Schweißverbindungen	27
3.1	Anforderungen an Betriebe und Schweißaufsichtspersonen	29
3.2	Prüfung von Schweißverbindungen	30
3.2.1	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	30
3.2.2	Zerstörende Prüfverfahren	32
	Normenverzeichnis	38
	Literatur	40
4	Festigkeitsrechnung von Schweißverbindungen	41
4.1	Spannungsermittlung an Schweißnähten	41
4.2	Statische Festigkeitsrechnung	42
4.2.1	Absicherung gegen Fließen	42
4.2.2	Absicherung gegen Stabilitätsversagen	44
	Normenverzeichnis	52
	Literatur	53
5	Grundlagen der Betriebsfestigkeit	55
5.1	Werkstoffwiderstand gegen Ermüdung	55
5.1.1	Ermüdung	56
5.1.2	Wöhlerlinie	56
5.1.3	Einflussfaktoren	58
5.2	Belastung und Beanspruchung	71
5.2.1	Lastkollektive	72
5.2.2	Generierung von Lastkollektiven	75
5.2.3	Darstellung von Lastkollektiven	77
5.3	Schädigungsrechnung	78
5.3.1	Schadensakkumulationshypothese nach Palmgren–Miner	78
5.3.2	Schädigungskollektive	79
	Normenverzeichnis	85
	Literatur	85
6	Anwendung der Betriebsfestigkeitsrechnung für Schweißverbindungen	87
6.1	Nennspannungsansatz: Grundlagen	87
6.1.1	Spannungskonzentrationen	88
6.1.2	Fehlstellen der Schweißnähte	88

6.1.3	Spannungsrichtung	89
6.1.4	Schweiß eigenspannungen	89
6.1.5	Metallurgische Eigenschaften	89
6.1.6	Zusatzanforderungen	89
6.2	Nennspannungsansatz: FAT-Klassen	89
6.3	Praktische Anwendung des FAT-Klassenkatalogs	92
6.4	Anwendungsbereich und Einflussfaktoren bei der Anwendung der Nennspannungsmethode	95
6.4.1	Werkstoff	96
6.4.2	Beanspruchungsart	96
6.4.3	Spannungsverhältnis R	96
6.4.4	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	97
6.4.5	Schweißnahtnachbehandlung	97
6.4.6	Wandstärke	98
6.4.7	Temperatur	98
6.4.8	Korrosion	98
	Normenverzeichnis	98
	Literatur	99
7	Vorgehensweisen zur FEM-Berechnung von Schweißverbindungen	101
7.1	Nennspannungsansatz	103
7.2	Strukturspannungsansatz	106
7.3	Kerbspannungsansatz	107
7.3.1	Modell der Kreuzprobe mit DHV-Naht	108
7.3.2	Modelle der Kreuzprobe mit Kehlnähten	108
7.3.3	Umrechnung von Kerbspannung auf Nennspannung	112
7.4	3D-Scan-Geometrie-Ansatz	113
7.4.1	Ausgangssituation	114
7.4.2	Erfassung der Realgeometrie	114
7.5	Vergleich der verschiedenen Methoden	120
	Normenverzeichnis	122
	Literatur	123
8	Ermüdungstest von Schweißproben	125
8.1	Schwingversuch	125
8.1.1	Prüfmaschinen für Schwingversuche	126
8.1.2	Probenformen	127
8.2	Einflussgrößen	128
8.2.1	Werkstoffparameter	128
8.2.2	Schweißparameter	128
8.2.3	Nachbehandlungsverfahren	129
8.2.4	Beanspruchungen durch das Einspannen	129

8.3	Statistische Absicherung	131
8.3.1	Grundlagen.....	131
8.3.2	Praktisches Vorgehen nach DIN 50100	133
8.4	Hinweise zur Durchführung von Ermüdungsversuchen	135
	Normenverzeichnis	136
	Literatur.....	137
9	Validierungstest von geschweißten Strukturen	139
9.1	Abschätzung der Testdauer	139
9.2	Validierungstest am Prüffeld	141
9.3	Test im realen Einsatz	142
9.4	Tipps für erfolgreiche Validierung in der industriellen Praxis.....	142
9.4.1	Validierungstest am Prüffeld	142
9.4.2	Test im realen Einsatz	143
	Normenverzeichnis	144
	Literatur.....	144
10	Konstruktive Maßnahmen zur Schwingfestigkeitssteigerung	145
10.1	Methoden in der Entwicklung	145
10.2	Allgemeine Konstruktionsempfehlungen	145
10.3	Konstruktionsbeispiele.....	150
10.3.1	Gestaltung von Trägerprofilen.....	151
10.3.2	Blechanschlüsse.....	154
	Normenverzeichnis	158
	Literatur.....	159
	Glossar	161
	Stichwortverzeichnis.....	169