

Inhaltsverzeichnis

1	Erzeugung und Lieferformen	1
1.1	Schmelzen	2
1.2	Gießen	3
1.3	Sonderschmelzverfahren	4
1.4	Weiterverarbeitung	5
1.4.1	Bänder und Bleche	5
1.4.2	Stäbe und Drähte	7
1.4.3	Rohre	8
1.5	Erzeugnisformen	8
1.5.1	Warm- und kaltgewalzte Bleche	8
1.5.2	Plattierte Bleche	9
1.5.3	Bänder	9
1.5.3.1	Warmbänder	9
1.5.3.2	Kaltbänder	10
1.5.3.2.1	Kaltgewalztes Breitband	10
1.5.3.2.2	Kaltgewalztes Band	11
1.5.3.2.3	Kaltgewalztes Band, federhart gewalzt	11
1.5.3.2.4	Kaltgewalztes Band, kaltverfestigt	11
1.5.3.2.5	Oberflächenschutz	11
1.5.4	Drähte	11
1.5.4.1	Walzdraht	11
1.5.4.2	Kaltgezogener Draht	11
1.5.5	Stabstahl	12
1.5.6	Nahtlose und geschweißte Rohre	13
1.5.7	Schmiedestücke	13
1.6	Schweißzusatzwerkstoffe	14
1.7	Prüfung, Abnahme und Kennzeichnung der Erzeugnisse	14
2	Aufbau und Eigenschaften	16
2.1	Allgemeines	16
2.2	Zusammensetzung und Gefüge	16
2.2.1	Ferritische Stähle	17
2.2.2	Martensitische Stähle	19
2.2.3	Austenitische Stähle	21
2.2.4	Austenitisch-ferritische Stähle	22
2.3	Wärmebehandlung und mechanische Eigenschaften	23
2.3.1	Ferritische Stähle	23
2.3.2	Martensitische Stähle	24
2.3.3	Austenitische Stähle	29
2.3.4	Austenitisch-ferritische Stähle	36
2.4	Physikalische Eigenschaften	38
2.5	Verhalten bei chemischer Beanspruchung	40
2.5.1	Die Korrosion der Metalle in wäßrigen Medien	40

2.5.2	Die Passivität	43
2.5.3	Gleichmäßige Flächenkorrosion	47
2.5.4	Örtliche Korrosionserscheinungen	51
2.5.4.1	Interkristalline Korrosion	52
2.5.4.1.1	Legierungselementverarmung von Korngrenzenbereichen	52
2.5.4.1.2	Selektiver Angriff von Korngrenzenausscheidungen	58
2.5.4.1.3	Anreicherung von Stahlbegleitelementen in Korngrenzenbereichen	58
2.5.4.1.4	Prüfung auf Anfälligkeit gegenüber interkristalliner Korrosion	59
2.5.4.2	Loch- und Spaltkorrosion	62
2.5.4.2.1	Lochkorrosion	62
2.5.4.2.2	Spaltkorrosion	66
2.5.4.2.3	Prüfung der Loch- und Spaltkorrosionsbeständigkeit	67
2.5.4.3	Spannungsrißkorrosion	69
2.5.4.3.1	Chloridinduzierte Spannungsrißkorrosion	70
2.5.4.3.2	Spannungsrißkorrosion in starken Laugen	72
2.5.4.3.3	Spannungsrißkorrosion in schwefelwasserstoffhaltigen Medien	72
2.5.4.4	Schwingungsrißkorrosion	74
2.5.5	Kontaktkorrosion	74
3	Warmformgebung	75
3.1	Festigkeit und Rekrystallisationsverhalten	75
3.1.1	Formänderungsfestigkeit	75
3.1.2	Rekrystallisation bei der Warmformgebung	77
3.2	Phasen bei der Warmformgebung	78
3.2.1	Martensitische Stähle	78
3.2.2	Ferritische Stähle	79
3.2.3	Austenitische Stähle	79
3.2.4	Austenitisch-ferritische Stähle	79
3.2.5	Versprödung	80
3.3	Betriebliche Verarbeitung	80
3.3.1	Umformungsanlagen	80
3.3.2	Oberflächenbeschaffenheit vor der Warmformgebung	80
3.3.2.1	Gußblöcke und Stranggußerzeugnisse	80
3.3.2.2	Halbzeug	81
3.3.3	Aufheizbedingungen	81
3.3.3.1	Öfen	81
3.3.3.2	Aufheizen zur Warmformgebung	83
3.4	Abkühlung nach Warmformgebung	84
3.4.1	Austenitische Stähle	84
3.4.2	Austenitisch-ferritische Stähle	85
3.4.3	Ferritische Stähle	85
3.4.4	Martensitische Stähle	85
4	Kaltumformung	86
4.1	Kaltumformung von Flachmaterial	86
4.2	Werkstoffbeanspruchung bei der Umformung	86
4.3	Aussagewert der verschiedenen Blechprüfverfahren über das Umformverhalten	89
4.3.1	Zugversuch	89
4.3.2	Härteprüfung	92
4.3.3	Metallographische Untersuchung	92

4.3.4	Faltprobe	93
4.3.5	Einbeulprobe nach Erichsen	93
4.3.6	Näpfchenprobe	93
4.3.7	Rauheitsmessung	93
4.3.8	Grenzziehverhältnis	94
4.3.9	Grenzformänderung	94
4.4	Allgemeine Übersicht über das Umformverhalten von Feinblechen aus nichtrostenden Stählen	94
4.5	Umformung von Feinblechen aus nichtrostenden Stählen nach verschiedenen Verfahren	104
4.5.1	Tiefziehen	104
4.5.1.1	Tiefziehvorgang	104
4.5.1.2	Festlegung des Zuschnitts	105
4.5.1.3	Ziehverhältnis für den Anschlag	105
4.5.1.4	Radien für Stempel und Ziehring im Anschlagzug	107
4.5.1.5	Ziehspaltweite	108
4.5.1.6	Ziehen im Weiterschlag	108
4.5.1.7	Ziehkraft	110
4.5.1.8	Niederhalterkraft	110
4.5.1.9	Ziehgeschwindigkeit	111
4.5.1.10	Ziehen von rechteckigen Werkstücken	112
4.5.1.11	Stülpziehen	113
4.5.1.12	Abstreckziehen	114
4.5.1.13	Sonderverfahren	114
4.5.1.14	Tiefziehen mit gezielter Temperaturführung	115
4.5.1.15	Umformen beschichteter oder beklebter Bleche	116
4.5.2	Ausbauchen	119
4.5.3	Streckziehen	119
4.5.4	Kragenziehen	120
4.5.5	Biegen	120
4.5.5.1	Rückfederung	120
4.5.5.2	Biegeradius	123
4.5.5.3	Biegen auf Abkantpressen	124
4.5.5.4	Rundbiegen	124
4.5.6	Drücken	124
4.5.6.1	Drücken ohne gewollte Wanddickenänderung	125
4.5.6.2	Projizierdrücken	127
4.5.6.3	Zylinderfließdrücken	128
4.6	Werkzeuge für die Kaltformgebung	132
4.7	Schmierstoffe für die Kaltformgebung	132
4.8	Wärmebehandlung	138
4.8.1	Wärmebehandlungsverfahren	139
4.9	Kaltumformung von Vollmaterial	140
4.10	Verfahren und Maschinen für die Kaltmassivumformung	140
4.11	Nichtrostende Stähle für die Massivumformung	141
4.11.1	Verhalten der Stähle bei der Massivumformung	141
4.11.2	Ausführungsart und Oberflächenbeschaffenheit	147
4.11.3	Oberflächenbehandlung und Schmierung	147
4.11.4	Nachbehandlung der Fertigteile	148
4.12	Werkzeuge	149

5	Spanende Formgebung	151
5.1	Zerspanbarkeit	151
5.2	Werkstoffseitige Einflüsse auf die Zerspanbarkeit	151
5.2.1	Ferritische Stähle	151
5.2.2	Martensitische Stähle	152
5.2.3	Austenitisch-ferritische Stähle	153
5.2.4	Austenitische Stähle	153
5.2.5	Nichtrostende Automatenstähle	154
5.3	Werkzeugseitige Einflüsse	154
5.3.1	Schneidstoffe	154
5.3.1.1	Schnellarbeitsstähle	154
5.3.1.2	Hartmetall	156
5.3.1.3	Schneidkeramik und Diamantwerkzeuge	156
5.3.2	Werkzeuggeometrie	156
5.3.3	Werkzeugverschleiß	157
5.3.4	Kühlschmiermittel	159
5.4	Bearbeitungsverfahren	160
5.4.1	Drehen	160
5.4.2	Fräsen	160
5.4.3	Hobeln	161
5.4.4	Bohren	162
5.4.5	Gewindebohren	163
6	Thermisches Trennen und Fügen	165
6.1	Thermisches Trennen	165
6.1.1	Brennschneiden	165
6.1.2	Pulverbrennschneiden	165
6.1.3	Brennschneiden mit Flußmittel	165
6.1.4	Metall-Inertgas- und Wolfram-Inertgasschneiden	166
6.1.5	Plasmaschneiden	166
6.2	Thermisches Fügen - Schweißen	166
6.2.1	Schmelzschweißverfahren	167
6.2.1.1	Lichtbogenhandschweißen	167
6.2.1.2	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)	167
6.2.1.3	Metall-Aktivgasschweißen (MAG)	168
6.2.1.4	Plasmaschweißen	172
6.2.1.5	Unterpulverschweißen (UP)	173
6.2.1.6	Gasschweißen	174
6.2.2	Preßschweißverfahren	174
6.2.2.1	Widerstandspreßschweißen	174
6.2.2.2	Bolzenschweißen	175
6.2.2.3	Reibschweißen	176
6.2.3	Sonstige Schweißverfahren	176
6.2.3.1	Elektronenstrahlschweißen	176
6.2.3.2	Elektroschlackeschweißen	177
6.2.3.3	Ultraschallschweißen	177
6.2.3.4	Laserstrahlschweißen	177
6.2.4	Schweißzusätze	178
6.2.5	Schweißen von ferritischen und martensitischen Stählen	179
6.2.6	Schweißen von austenitisch-ferritischen Duplex-Stählen	184

6.2.7	Schweißen von austenitischen Stählen	184
6.2.8	Verbindungsschweißen plattierter Werkstoffe	188
6.2.9	“Schwarz-Weiß”-Verbindungen	189
6.2.10	Oberflächenbehandlung von Schweißnähten	189
6.3	Thermisches Fügen - Löten	190
6.3.1	Weichlöten	190
6.3.2	Hartlöten	190
6.3.3	Hochtemperaturlöten	192
6.4	Kleben	192
7	Oberflächenbehandlung	193
7.1	Oberflächenrauheit	195
7.2	Entfetten, Reinigen	197
7.3	Beizen	198
7.3.1	Beizdurchführung	199
7.3.2	Beizfehler	202
7.3.3	Werkstoffe für Beizanlagen	202
7.3.4	Beizen und Umwelt	203
7.4	Passivieren	204
7.5	Strahlen	204
7.5.1	Strahlverfahren	204
7.5.2	Strahlmittel	205
7.6	Mechanisches Schleifen und Polieren	205
7.6.1	Verwendete Schleifmittel	206
7.6.2	Auswahl des geeigneten Schleifkörpers	208
7.6.3	Oberflächenbearbeitung mit Schleifbändern	210
7.6.4	Polieren	212
7.7	Mechanisch-chemische Oberflächenbearbeitung von Kleinteilen	215
7.8	Anlagen zur Oberflächenbearbeitung	216
7.9	Elektrolytisches Polieren und Entgraten	218
7.9.1	Elektrolyte und Elektropolieranlagen	220
7.9.2	Richtlinien zum Elektropolieren	221
7.10	Ätzen	222
7.10.1	Vorbehandlung der Oberfläche	223
7.10.2	Aufbringen und Eigenschaften von Schutzüberzügen	223
7.10.3	Ätzrezepturen	224
7.10.4	Ätzgeräte	225
7.10.5	Nachbehandlung geätzter Oberflächen	225
7.10.6	Sonderätzverfahren	225
7.11	Färben	226
7.11.1	Färben durch Oxidation	226
7.11.2	Färben in Salzbädern	226
7.11.3	Färben in Säuren	227
7.11.4	Entfärben	227
7.12	Emaillieren	228
7.12.1	Flächenemaillierung	228
7.12.2	Emailarten, Auftragen und Brennen des Emails	230
7.12.3	Dekorierverfahren mit Dekorfolien	230
7.13	Lackieren	231
7.13.1	Lufttrocknende Lackierung	232

7.13.2	Einbrennlackierung	232
7.14	Galvanisieren	232
7.14.1	Aktivieren	233
7.15	Pflege und Reinigung der Oberfläche	234
7.15.1	Leichte Verunreinigungen	234
7.15.2	Mittelstarke Verunreinigungen	234
7.15.3	Starke Verunreinigungen	234
7.15.4	Desinfektion	235
7.15.5	Sterilisation	235
7.16	Oberflächenhärtung	235
7.16.1	Nitrieren	235
7.16.2	Hartverchromen	237
7.16.3	Borieren	237
7.17	Oberflächenschutz	238
7.17.1	Folien mit Selbstklebeschicht	238
7.17.2	Lose aufgelegte Kunststofffolien	240
7.17.3	Flüssigbeschichtungen	240
7.17.4	Hinweise zur Auswahl des geeigneten Oberflächenschutzes	241
8	Anwendung	243
8.1	Bauwesen	243
8.2	Chemische Industrie	245
8.3	Energieerzeugung	246
8.3.1	Nichtrostende Stähle in Kraftwerksanlagen	248
8.3.2	Solare und alternative Energiesysteme	250
8.4	Wasserwirtschaft	251
8.4.1	Werkstoffe für die Trinkwasserversorgung	252
8.4.2	Austenitische nichtrostende Stähle	252
8.4.3	Ferritische nichtrostende Stähle	253
8.4.4	Anlagen zur Wassergewinnung	253
8.4.5	Pumpen und Pumpwerke	253
8.4.6	Wasserspeicher und Rohrleitungen	254
8.4.7	Verteilungsnetze zum Endverbraucher	254
8.4.8	Werkstoffe für die Wasserableitung	255
8.5	Umweltschutz	255
8.5.1	Stähle für die Rauchgasentschwefelung	255
8.5.2	Stähle für Industrie-Schornsteine	259
8.5.3	Stähle für giftige industrielle Abfälle	261
8.6	Zellstoff-, Textil- und Lederwarenindustrie	261
8.6.1	Zellstoffindustrie	261
8.6.2	Textilindustrie	263
8.6.3	Lederwarenindustrie	264
8.7	Heizungs- und Klimatechnik	265
8.7.1	Heizungsanlagen	265
8.7.2	Klimaanlagen	267
8.8	Lebensmitteltechnik	268
8.8.1	Landwirtschaft	268
8.8.2	Milchwirtschaft	269
8.8.3	Fleischverarbeitung	271
8.8.4	Bäckereitechnik	272

8.8.5	Fischwirtschaft	273
8.8.6	Getränkeindustrie	274
8.8.7	Weinkellerwirtschaft	276
8.9	Gastronomie und Haushalt	278
8.9.1	Bestecke	279
8.9.2	Tablett- und Hohlwaren	281
8.9.3	Küchenwerkzeuge	281
8.9.4	Großküchen	281
8.9.5	Essentransport	282
8.10	Maschinenelemente	282
8.10.1	Werkstoffauswahlkriterien für den Maschinenbausektor	282
8.10.2	Nichtrostende Automatenstähle im Maschinenbau	284
8.10.3	Nichtrostende Federelemente	284
8.10.4	Wälzlager, Wellen und Achsen	285
8.11	Transport- und Fördermittel	286
8.11.1	Schienenfahrzeuge	286
8.11.2	Straßenfahrzeuge	288
8.11.3	Container	289
8.11.4	Transportbandketten	290
8.12	Sanitärtechnik	291
8.13	Medizin, Krankenhaus, Pharmazie	293
8.13.1	Medizintechnik	294
8.13.2	Versorgungsanlagen	295
8.13.3	Installationen	295
8.13.4	Werkstoffe	296
8.13.5	Oberflächenausführung	296
8.14	Kunstwerke	296
9	Normung	300
9.1	Technische Lieferbedingungen	300
9.1.1	Kaltgewalzte Bänder	300
9.1.2	Rohre	300
9.1.3	Stabstahl und Schmiedestücke	300
9.1.4	Kaltzähe nichtrostende Stähle	301
9.1.5	Nichtrostende Stähle für medizinische Instrumente und Implantate	301
9.1.6	Nichtrostende Kaltstauch- und Kaltfließpreßstähle	301
9.1.7	Ausscheidungshärtende nichtrostende Stähle	301
9.1.8	Schweißzusätze	301
9.1.9	AD-Merkblatt W 2	301
9.1.10	Nichtrostende Stähle für das Bauwesen	301
9.1.11	Nichtrostende nichtmagnetisierbare Stähle	302
9.2	Maßnormen	302
9.3	Prüfnormen	302
9.4	Internationale, regionale und nationale Normung	302
10	Schrifttum	313
11	Sachverzeichnis	324