

Baustoffe für tragende Bauteile

Band 3: Stahl, Aluminium (Metallische Stoffe)

Herstellung, Eigenschaften, Verwendung, Korrosion

2., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage

von

Prof. Dr.-Ing. Karlhans Wesche

unter Mitarbeit von

Prof. Dr.-Ing. H. Rainer Sasse und

Dr.-Ing. Ingo Schrage

BAUVERLAG GMBH · WIESBADEN UND BERLIN

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
Abkürzungen.....	9
Formelzeichen.....	10
Teil F Eisen und Stahl (bearbeitet von I. Schrage)	
1	BEGRIFFE..... 13
2	METALLKUNDLICHE GRUNDLAGEN..... 17
2.1	Begriffe..... 17
2.2	Eigenschaften von Metallen..... 20
2.3	Legierungen..... 20
2.4	Schmelzen und Erstarren..... 22
2.5	Kristallisation..... 24
2.6	Diffusion..... 25
2.7	Einfache Zustandsschaubilder..... 26
2.7.1	Vollständige Unmischbarkeit..... 26
2.7.2	Vollständige Mischbarkeit..... 27
2.7.3	Beschränkte Mischbarkeit..... 28
2.8	Eisen-Kohlenstoff-Diagramm..... 30
2.9	Umwandlungsvorgänge..... 35
2.9.1	Martensitbildung..... 35
2.9.2	Isotherme Umwandlungsschaubilder..... 37
2.9.3	Kontinuierliche Umwandlungsschaubilder..... 38
2.9.4	Entmischungen..... 39
2.10	Kristallerholung und Rekristallisation..... 40
3	ERZEUGUNG VON EISEN UND STAHL..... 44
3.1	Geschichtlicher Überblick..... 44
3.2	Heutige Gewinnung von Eisen und Stahl..... 47
3.2.1	Ausgangsstoffe..... 47
3.2.2	Hochofen..... 48
3.2.3	Direktreduktion..... 49
3.2.4	Stahlgewinnung..... 50
3.3	Entwicklungstendenzen..... 51
3.4	Desoxidieren und Vergießen..... 52
3.4.1	Blockguß..... 52
3.4.2	Strangguß..... 54
3.5	Formgebung des Stahles..... 55
3.5.1	Stahlguß..... 55
3.5.2	Warmverformung..... 56
3.5.3	Kaltverformung..... 56
3.6	Beeinflussung durch Legierungselemente..... 57
3.6.1	Übersicht..... 57
3.6.2	Metallurgische Auswirkungen..... 59
3.6.3	Mechanische Auswirkungen..... 60
3.6.4	Legierungsgehalte von Stählen des Bauwesens... 61
3.7	Nebenerzeugnisse der Verhüttung..... 62
4	WÄRMEBEHANDLUNG..... 64
4.1	Übersicht..... 64
4.2	Glühen..... 65

4.2.1	Normalglühen.....	66
4.2.2	Weichglühen.....	66
4.2.3	Spannungsarmglühen.....	66
4.2.4	Weitere Begriffe.....	66
4.3	Härten.....	67
4.4	Vergüten.....	69
5	SCHWEISSEN.....	70
5.1	Übersicht.....	70
5.2	Schweißtechnische Begriffe.....	71
5.3	Schweißbarkeit.....	73
5.3.1	Schweißreignung.....	74
5.3.2	Schweißmöglichkeit.....	76
5.3.3	Schweißsicherheit.....	77
5.4	Preßschweißverfahren für das Bauwesen.....	77
5.4.1	Gaspreßschweißen (GP).....	77
5.4.2	Lichtbogenbolzenschweißen (B).....	78
5.4.3	Widerstandsschweißen.....	79
5.4.3.1	Abbreinstumpfschweißen (RA).....	79
5.4.3.2	Punktschweißen (RP).....	80
5.5	Schmelzschweißverfahren für das Bauwesen.....	81
5.5.1	Gießschmelzschweißen (AS).....	81
5.5.2	Gasschweißen (G), autogenes Schweißen.....	81
5.5.3	Metall-Lichtbogenschweißen (E).....	82
5.5.4	Unterpulverschweißen (UP).....	83
5.5.5	Metall-Schutzgasschweißen (MIG, MAG).....	83
5.5.6	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG).....	85
5.6	Stromquellen des Metall-Lichtbogenschweißens..	86
5.7	Zusatzstoffe des Metall-Lichtbogenschweißens..	88
5.7.1	Stabelektroden.....	88
5.7.2	Drahtelektroden.....	91
5.8	Schweißreignung von Stählen des Bauwesens.....	92
5.8.1	Verbindung von artgleichen Stählen.....	92
5.8.2	Verbindung von verschiedenartigen Stählen.....	92
5.8.3	Überschweißen von Beschichtungen.....	93
5.9	Arbeitsschutz.....	94
5.10	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten.....	96
5.11	Brennschneiden und Flammstrahlen.....	97
5.11.1	Brennschneiden.....	97
5.11.2	Flammstrahlen von Stahl.....	97
5.11.3	Flammstrahlen von Massivbauten.....	98
6	MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN VON STÄHLEN DES BAUWESENS.....	99
6.1	Übersicht.....	99
6.1.1	Allgemeine Baustähle.....	100
6.1.2	Feinkornbaustähle.....	100
6.1.3	Wetterfeste Baustähle (WT).....	100
6.1.4	Korrosionsbeständige Baustähle.....	104
6.1.5	Betonstähle.....	104
6.1.6	Spannstähle.....	104
6.2	Statische Kurzzeitbeanspruchung.....	109
6.2.1	Elastisches Verhalten.....	109
6.2.2	Dehngrenzen.....	110
6.2.3	Plastisches Verhalten.....	111
6.2.4	Bruchvorgänge.....	113
6.2.5	Beeinflussung der Zähigkeit.....	115
6.3	Statische Langzeitbeanspruchung.....	118
6.4	Schwingbeanspruchung.....	120

6.4.1	Allgemeines.....	120
6.4.2	Besonderheiten für Stähle des Massivbaus.....	121
6.5	Schlagartige Beanspruchung.....	124
6.6	Biegebeanspruchung.....	127
6.7	Temperaturbeanspruchung.....	129
6.8	Beanspruchung der Oberfläche.....	133
7	PRÜFUNG DER STÄHLE.....	134
7.1	Übersicht.....	134
7.2	Identifizierung eines Stahles.....	135
7.2.1	Visuelle Bemusterung von Betonstählen.....	135
7.2.2	Zugversuch.....	137
7.2.3	Funkenprobe.....	141
7.2.4	Härteprüfung.....	142
7.3	Wärmebehandlung eines Stahles.....	143
7.3.1	Glühfarben.....	143
7.3.2	Anlaßfarben.....	143
7.3.3	Schweißen von Betonstahl.....	143
7.4	Untersuchungen an Bauwerken.....	144
7.4.1	Lage der Bewehrung in Massivbauten.....	144
7.4.2	Durchstrahlungsprüfungen.....	145
7.4.3	Durchschallungsprüfung.....	145
8	SYSTEMATISCHE EINTEILUNG UND BENENNUNG DER STÄHLE.....	146
8.1	Übersicht.....	146
8.2	Einteilung der Stähle.....	147
8.3	Werkstoffnummern.....	149
8.4	Stahl-Eisen-Liste.....	151
8.5	Kurzbenennung der europäischen Stähle.....	151
8.5.1	System.....	151
8.5.2	Besondere Eigenschaften.....	153
8.5.3	Beispiele für die Kurzbenennung.....	153
8.6	Benennung von deutschen Stählen.....	154
9	SORTEN UND LIEFERFORMEN VON BAUSTÄHLEN.....	156
9.1	Übersicht.....	156
9.2	Allgemeine Baustähle.....	157
9.3	Feinkornbaustähle.....	158
9.4	Wetterfeste Baustähle.....	160
9.5	Korrosionsbeständige Baustähle.....	162
9.6	Lieferformen von Walzerzeugnissen.....	164
9.6.1	Flachzeug.....	164
9.6.2	Warmgewalzter Form- und Stabstahl.....	165
9.6.3	Kaltprofile.....	166
9.6.4	Hohlprofile.....	166
9.6.5	Beispiele für Kurzbezeichnungen.....	166
9.7	Stahlseile und Drähte.....	167
9.8	Schweißeignung.....	169
9.8.1	Allgemeine Baustähle und WT-Stähle.....	169
9.8.2	Feinkornbaustähle.....	171
9.8.3	Korrosionsbeständige Baustähle.....	172
10	SORTEN UND LIEFERFORMEN VON STÄHLEN DES MASSIVBAUS.....	173
10.1	Übersicht.....	173
10.2	Betonstähle.....	174
10.3	Spannstähle.....	177
10.4	Schweißeignung der Betonstähle.....	179

11	EISEN-KOHLSTOFF-GUSSWERKSTOFFE.....	181
11.1	Übersicht.....	181
11.2	Erstarrung und Umwandlung.....	182
11.3	Stahlguß (GS).....	184
11.4	Temperguß (GT).....	184
11.5	Gußeisen mit Lamellengraphit (GG).....	185
11.6	Gußeisen mit Kugelgraphit (GGG).....	185

Teil G Aluminium (bearbeitet von K. Wesche)

1	BEGRIFFE.....	187
2	VORKOMMEN UND GEWINNUNG.....	188
3	ALUMINIUMLEGIERUNGEN.....	188
3.1	Systematische Benennung.....	189
3.2	Zusätze, Wirkung, Einteilung.....	189
3.3	Wärmebehandlung.....	190
3.4	Kaltverformung.....	193
3.5	Warmverformung.....	194
4	EIGENSCHAFTEN VON ALUMINIUMLEGIERUNGEN.....	194
4.1	Kurzzeitfestigkeit.....	195
4.2	Betriebsfestigkeit.....	199
4.3	Formänderungen.....	201
5	VERBINDEN VON ALUMINIUMLEGIERUNGEN.....	201
5.1	Schweißen.....	201
5.2	Kleben.....	203
5.3	Nieten.....	204
5.4	Schrauben.....	204
6	VERWENDUNG.....	204

Teil H Metallkorrosion (bearbeitet von H. R. Sasse)

1	BEGRIFFE.....	206
1.1	Metallkorrosion.....	206
1.2	Korrosionsschutz.....	206
1.3	Anstrichstoffe.....	212
2	ALLGEMEINES.....	215
3	KORROSIONSVORGÄNGE.....	216
3.1	Allgemeines.....	216
3.2	Korrosion nach dem Wasserstoff-Typ.....	218
3.3	Korrosion nach dem Sauerstoff-Typ.....	219
3.4	Passivität und Immunität.....	220
4	ERSCHEINUNGSFORMEN DER KORROSION.....	220
4.1	Ebenmäßige Korrosion.....	220
4.2	Lochfraßkorrosion.....	221
4.3	Spaltkorrosion.....	222
4.4	Kontaktkorrosion.....	223
4.5	Interkristalline Korrosion.....	224

4.6	Transkristalline Korrosion.....	224
4.7	Spannungsrißkorrosion.....	224
5	KORROSIONSBEREICHE.....	225
5.1	Atmosphärische Korrosion.....	225
5.1.1	Klimate.....	225
5.1.2	Korrosive Luftbestandteile.....	228
5.1.3	Korrosionsvorgänge in verunreinigter Luft.....	230
5.2	Korrosion unter Wasser.....	231
5.3	Korrosion in Böden.....	232
5.4	Innenkorrosion.....	233
5.5	Betonstahl-Korrosion.....	234
5.6	Spannstahl-Korrosion.....	240
5.7	Streuströme.....	243
6	KORROSION VON ALUMINIUM.....	243
7	AKTIVER KORROSIONSSCHUTZ.....	245
7.1	Konstruktive Gestaltung.....	245
7.2	Wetterfeste Stähle.....	246
7.3	Nichtrostende Stähle.....	248
7.4	Kathodischer Rostschutz.....	250
8	PASSIVER KORROSIONSSCHUTZ.....	251
8.1	Allgemeines.....	251
8.2	Korrosionsschutzgerechte Gestaltung.....	253
8.3	Oberflächenvorbereitung.....	253
8.3.1	Anforderungen.....	253
8.3.2	Verfahren.....	256
8.4	Beschichtungen (Anstriche).....	257
8.4.1	Allgemeines.....	257
8.4.2	Fertigungsbeschichtungen.....	258
8.4.3	Grund- und Deckbeschichtungen.....	258
8.4.4	Kantenschutz.....	267
8.4.5	Applikationsverfahren.....	270
8.4.6	Prüfungen während Beschichtungsarbeiten und an Beschichtungen.....	272
8.4.7	Leitsätze.....	272
8.5	Metallische Überzüge.....	273
8.5.1	Allgemeines.....	273
8.5.2	Feuerverzinken.....	276
8.5.3	Spritzverzinken.....	277
8.5.4	Zinkstaub-Beschichtungen.....	277
8.5.5	Eloxieren von Aluminium.....	278
8.6	Beschichten verzinkter Stahlbauteile (Duplex- Beschichtungen).....	278
8.7	Stahlleichtbau.....	282
8.8	Stahlbetonbau.....	282
8.8.1	Allgemeines.....	282
8.8.2	Betonbeschichtungen.....	284
8.8.3	Feuerverzinken der Bewehrung.....	285
8.8.4	Sanierung korrodierter Bewehrung.....	285
9	WIRTSCHAFTLICHE FRAGEN.....	286

Anschriften

a) Vereinigungen, Verbände, Körperschaften....	290
b) Prüfstellen.....	291

Literatur

1	BÜCHER /1/ bis /60/.....	294
2	ANDERE VERÖFFENTLICHUNGEN.....	297
2.1	Teil F - Eisen und Stahl /F 1/ bis /F 84/.....	297
2.2	Teil G - Aluminium /G 1/ bis /G 7/.....	302
2.3	Teil H - Metallkorrosion /H 1/ bis /H 37/.....	303

Technische Regelwerke

1	Teil F - Eisen und Stahl.....	305
1.1	Begriffe.....	305
1.2	Technische Lieferbedingungen.....	306
1.3	Maße.....	307
1.4	Verarbeitung und Anwendung.....	309
1.5	Prüfung.....	310
2	Teil G - Aluminium.....	312
3	Teil H - Metallkorrosion.....	313
3.1	Normen.....	313
3.2	Richtlinien, Merkblätter /H 38/ bis /H 51/.....	314

Stichwortverzeichnis

Teil F - Eisen und Stahl.....	315
Teil G - Aluminium.....	320
Teil H - Metallkorrosion.....	321