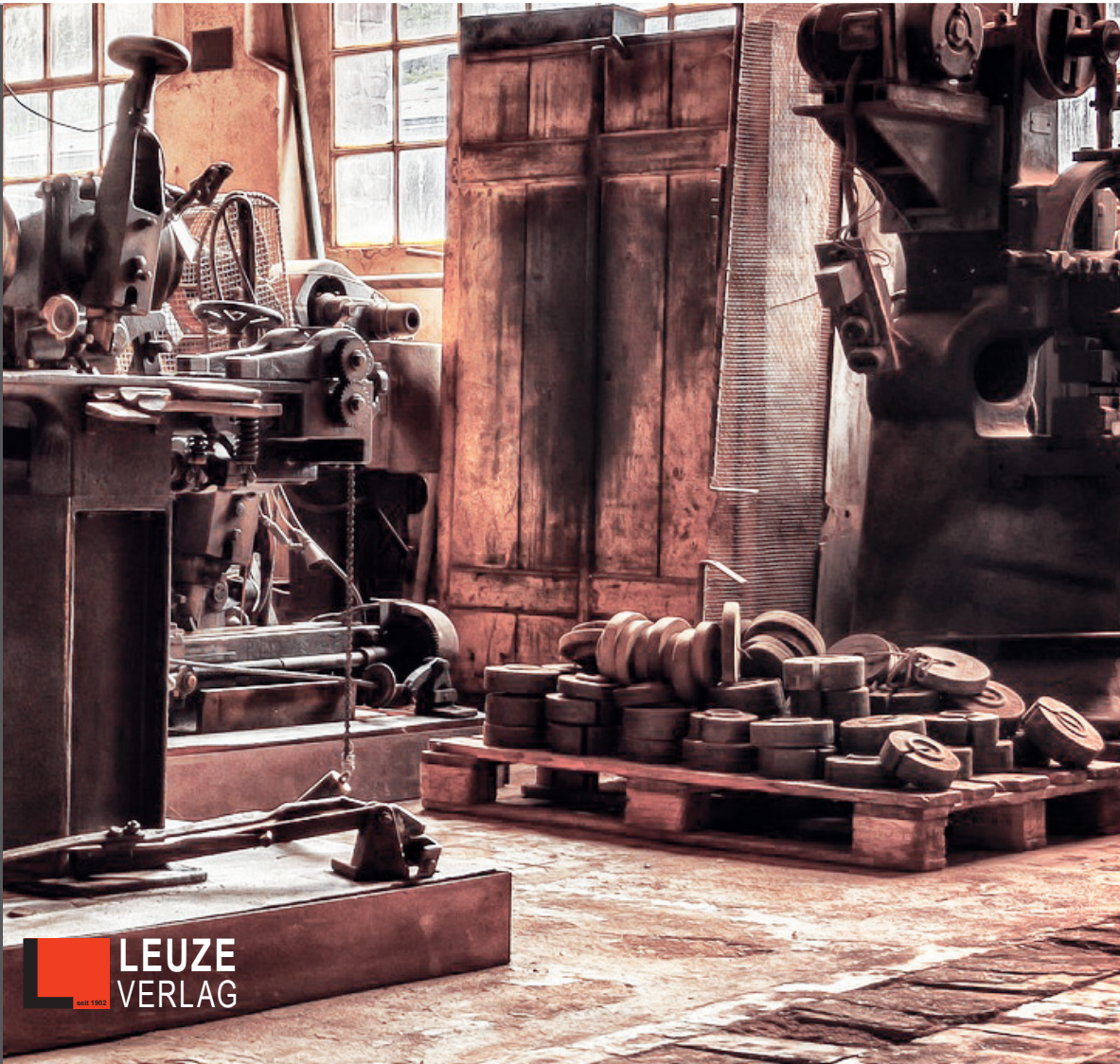


Metallkunde

Werkstoffe und Beschichtungen



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	10
1 Einführung	13
2 Metallische Werkstoffe	21
3 Struktur der Materie	26
3.1 Atomkern	28
3.2 Atomhülle.....	29
3.3 Bindungsarten	31
3.4 Atombindung	33
3.5 Ionenbindung	35
3.6 Koordinative Bindung	35
3.7 Van der Waalsche Bindung.....	37
3.8 Wasserstoffbrückenbindung.....	38
3.9 Metallische Bindung	39
3.10 Mischbindungen.....	41
3.11 Periodisches System der Elemente (PSE)	42
4 Aufbau von Festkörpern	47
5 Erstarren und Kristallisieren.....	68
6 Verformung (Formänderung) und Verfestigung.....	77
6.1 Elastische (reversible) Verformung	79
6.2 Plastische (irreversible) Verformung	82
6.3 Bruch	87
7 Theorie der Legierungen.....	92
7.1 Mischkristalle.....	95

7.2	Kristallgemische.....	98
7.3	Zustandsschaubilder.....	98
8	Werkstoffe auf Eisenbasis	110
8.1	Übersicht über die Eisenwerkstoffe, deren Erzeugung und Einteilung.....	110
8.2	Eisen – Kohlenstoff/Eisenkarbid – Diagramm (EKD).....	126
8.3	Eigenschaften der Eisenwerkstoffe und deren Beeinflussung.....	134
8.4	Bezeichnung der Eisenwerkstoffe.....	140
8.5	Beispiele.....	145
9	Nichteisenmetalle (NE-Metalle).....	157
9.1	Allgemeines	157
9.2	Aluminium	159
9.3	Antimon	163
9.4	Beryllium	164
9.5	Blei.....	165
9.6	Chrom.....	166
9.7	Gold.....	167
9.8	Kadmium.....	168
9.9	Kobalt.....	169
9.10	Kupfer	170
9.11	Magnesium.....	175
9.12	Mangan.....	179
9.13	Molybdän	179
9.14	Nickel	180
9.15	Niob.....	182
9.16	Platinmetalle.....	183
9.17	Rhenium	185
9.18	Silber	185
9.19	Silizium	186
9.20	Tantal.....	187
9.21	Titan	187
9.22	Vanadium	190
9.23	Wolfram.....	191
9.24	Zink	192
9.25	Zinn	195
9.26	Zirkonium (Zirkonium).....	197
9.27	Spezielle Legierungen.....	197

10 Wärmebehandlung	201
10.1 Allgemeines	201
10.2 Wärmeübertragung	202
10.3 Diffusion	204
10.4 Umwandlung von Stählen bei höheren Abkühlgeschwindigkeiten	209
10.5 Verfahren der Wärmebehandlung	215
10.5.1 Allgemeines	215
10.5.2 Thermische Verfahren	219
10.5.2.1 Spannungsarmglühen	219
10.5.2.2 Weichglühen	221
10.5.2.3 Normalglühen (Normalisieren, Umkörnen)	222
10.5.2.4 Grobkornglühen	223
10.5.2.5 Diffusionsglühen	224
10.5.2.6 Erholungs- und Rekristallisationsglühen	225
10.5.2.7 Weitere Glühverfahren	229
10.5.3 Härten	229
10.5.4 Anlassen und Vergüten	235
10.5.5 Randschichthärten (Oberflächenhärten)	238
10.5.5.1 Randschichthärten ohne Änderung der chemischen Zusammensetzung	239
10.5.5.2 Randschichthärten mit Änderung der chemischen Zusammensetzung (Thermochemische Verfahren)	241
10.5.6 Härtefehler	249
10.5.7 Altern	250
10.5.8 Thermo-mechanische Behandlung (TMB)	251
10.5.9 Aushärten und Dispersionshärten	252
11 Pulvermetallurgie	261
11.1 Allgemeines	261
11.2 Pulverherstellung	262
11.3 Pulveraufbereitung und Pulvermischung	265
11.4 Formgebung durch Pressen	265
11.5 Sintern	268
11.6 Nachbehandlung	270
11.7 Vorteile und Einschränkungen	271
11.8 Anwendungsbeispiele	272
12 Verbundwerkstoffe	275

13 Zellulare Werkstoffe und Schäume	284
13.1 Schäume	285
13.2 Hohlkugelstrukturen	289
14 Werkstoffprüfung und Werkstoffuntersuchung.....	292
14.1 Zugversuch.....	293
14.2 Zeit- und Dauerstandfestigkeit	298
14.3 Druckversuch	298
14.4 Biegeversuch (DIN EN ISO 7438:2020).....	298
14.5 Torsionsversuch (z. B. DIN EN ISO 17653:2012-08).....	299
14.6 Härtemessung.....	299
14.7 Statische Härteprüfverfahren	301
14.7.1 Härteprüfverfahren nach Brinell (DIN EN ISO 6506-1 bis 4)	301
14.7.2 Härteprüfverfahren nach Vickers (DIN EN ISO 6507-1)	303
14.7.3 Härteprüfverfahren nach Rockwell (DIN EN ISO 6508)	305
14.7.4 Härteprüfverfahren nach Knoop (DIN EN ISO 4545-1 bis -4)	307
14.7.5 Instrumentierte Eindringprüfung (Martenshärte, DIN EN ISO 14577)..	307
14.7.6 Shore-Härteprüfung	309
14.7.7 Ritzhärteprüfung.....	309
14.8 Dynamische Härteprüfverfahren.....	309
14.8.1 Dynamisch-elastische Härteprüfverfahren	309
14.8.2 Poldihammer und Baumannhammer	310
14.9 Kerbschlagbiegeprüfung (DIN EN 10045, DIN 50115, DIN EN ISO 148-1-3) ..	311
14.10 Dauerschwingfestigkeit.....	313
14.11 Dauerschlagversuch	316
14.12 Technologische Prüfungen	316
14.12.1 Scherversuch.....	316
14.12.2 Dornbiegeversuch (DIN EN ISO 1519:2011-04)	317
14.13 Prüfung durch Schnellmethoden (Kurzzeitprüfverfahren).....	317
14.13.1 Tüpfelanalyse.....	317
14.13.2 Schleiffunkenprobe	318
14.13.3 Spektralanalyse.....	318
14.13.4 Wärmedurchleitungsverfahren	318
14.13.5 Eindringverfahren (EN 571, DIN EN ISO 3452-1 bis 3)	318
14.14 Schichtdickenmessung (DIN EN ISO 3882).....	318
14.14.1 Magnetisch arbeitende Messverfahren (DIN EN ISO 2178).....	319
14.14.2 Haftkraft-Messverfahren	319

14.14.3 Magnetostatische Messverfahren.....	319
14.14.4 Magnetinduktive Messverfahren (DIN EN ISO 2178).....	319
14.14.5 Wirbelstromverfahren (DIN EN ISO 2360)	319
14.14.6 Elektrische Schichtdickenmessung.....	320
14.14.7 Coulometrische Schichtdickenmessung (DIN EN ISO2177).....	320
14.14.8 Beispiele für Schichtdickenmessgeräte	320
14.15 Thermische Analyse (DIN 51005)	321
14.16 Dilatometrische Analyse	322
14.17 Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung.....	323
14.17.1 Untersuchungen mit Röntgen- und γ -Strahlen.....	323
14.17.2 Röntgengrobstrukturuntersuchung	324
14.17.3 Röntgenfeinstrukturuntersuchung	325
14.17.4 Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA).....	325
14.17.5 γ -Defektoskopie (radioaktive Isotope).....	326
14.17.6 Ultraschallprüfung (DIN EN ISO/IEC 17025, DIN EN 9100 und 583-1... 5).....	327
14.17.7 Magnetische Prüfung (DIN EN 1330-7, EN ISO 3059 u. a.)	329
14.17.8 Magnetinduktive Prüfung, Wirbelstromprüfung (DIN EN 12084 und 13860, DIN 54140 und 54141)	330
14.18 Materialographie (Metallographie)	331
14.18.1 Lichtmikroskopie.....	331
14.18.2 Makroskopische Beurteilung.....	332
14.18.3 Mikroskopische Beurteilung (10 bis 1000 : 1, auch bis 2000 : 1)	332
14.18.4 Rasterelektronenmikroskopie (REM).....	336
14.18.5 Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	336
14.19 Korrosionsprüfung	337
14.20 Verschleißprüfung (Tribologische Prüfungen).....	340
15 Gedanken zur Werkstoffauswahl.....	346
Ältere und weiterführende Literatur.....	351
Stichwortverzeichnis	355
Abbildungsverzeichnis	367
Tabellenverzeichnis	373