

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur deutschen Ausgabe	13
Inhalt und Aufbau	13
Die Online-Inhalte der Companion Website (CWS)	14
Die Lesergruppen	14
Der Bearbeiter der deutschen Ausgabe	15
Vorwort zur Originalausgabe	15
Änderungen in der sechsten Ausgabe	18
Danksagungen	18
Über den Autor	19
Kapitel 1 Technische Werkstoffe	21
1.1 Die Welt der Werkstoffe	23
1.2 Werkstoffwissenschaft und -technik	25
1.3 Arten von Werkstoffen	25
1.3.1 Metalle	26
1.3.2 Keramiken und Gläser	27
1.3.3 Polymere	31
1.3.4 Verbundwerkstoffe	33
1.3.5 Halbleiter	34
1.4 Von der Struktur zu den Eigenschaften	36
1.5 Werkstoffverarbeitung	39
1.6 Werkstoffauswahl	40
Teil I Die Grundlagen	43
Kapitel 2 Atombindung	45
2.1 Atomare Struktur	47
2.2 Die Ionenbindung	54
2.2.1 Die Koordinationszahl	60
2.3 Die kovalente Bindung	68
2.4 Die Metallbindung	76
2.5 Die Sekundär- oder Van-der-Waals-Bindung	78
2.6 Werkstoffe – die Bindungsklassifikation	81

Kapitel 3	Kristalline Struktur – der perfekte Kristall	93
3.1	Sieben Systeme und 14 Gitter	95
3.2	Metallstrukturen	100
3.3	Keramikstrukturen	105
3.4	Polymerstrukturen	115
3.5	Halbleiterstrukturen	118
3.6	Gitterpositionen, Gitterrichtungen und Gitterebenen	123
3.7	Röntgenbeugung	138
Kapitel 4	Gitterstörungen und die nichtkristalline Struktur – strukturelle Fehler	155
4.1	Lösung im festen Zustand	157
4.2	Punktdefekte – nulldimensionale Gitterdefekte	163
4.3	Lineare Defekte oder Versetzungen – eindimensionale Gitterdefekte	165
4.4	Ebene Defekte – zweidimensionale Gitterdefekte	170
4.5	Nichtkristalline Festkörper – dreidimensionale Gitterdefekte	178
4.6	Mikroskopie	182
Kapitel 5	Diffusion	199
5.1	Thermisch aktivierte Prozesse	201
5.2	Thermische Entstehung von Punktdefekten	205
5.3	Punktdefekte und stationäre Diffusion	207
5.4	Stationäre Diffusion	220
5.5	Alternative Diffusionspfade	224
Kapitel 6	Mechanisches Verhalten	233
6.1	Spannung und Dehnung	235
6.1.1	Metalle	235
6.1.2	Keramiken und Gläser	253
6.1.3	Polymere	258
6.2	Elastische Verformung	263
6.3	Plastische Verformung	265
6.4	Härte	273
6.5	Kriechen und Spannungsrelaxation	278
6.6	Viskoelastische Verformung	288
6.6.1	Anorganische Gläser	289
6.6.2	Organische Polymere	292
6.6.3	Elastomere	296
Kapitel 7	Thermisches Verhalten	313
7.1	Wärmekapazität	315
7.2	Wärmeausdehnung	318
7.3	Wärmeleitfähigkeit	321
7.4	Thermoschock	327

Kapitel 8	Schadensanalyse und -prävention	335
8.1	Kerbschlagarbeit	337
8.2	Bruchzähigkeit	344
8.3	Ermüdung	350
8.4	Zerstörungsfreie Prüfung	360
8.4.1	Röntgenprüfung	360
8.4.2	Ultraschallprüfung	362
8.4.3	Andere zerstörungsfreie Prüfungen	363
8.5	Schadensanalyse und -prävention	366
Kapitel 9	Phasendiagramme – Mikrostrukturentwicklung im Gleichgewicht	377
9.1	Die Phasenregel	379
9.2	Das Phasendiagramm	383
9.2.1	Vollständige Löslichkeit im flüssigen und festen Zustand	384
9.2.2	Eutektisches Diagramm ohne Löslichkeit im festen Zustand	388
9.2.3	Eutektisches Diagramm mit begrenzter Löslichkeit im festen Zustand	390
9.2.4	Eutektoides Diagramm	392
9.2.5	Peritektisches Diagramm	395
9.2.6	Allgemeine binäre Diagramme	398
9.3	Das Hebelgesetz	405
9.4	Gefügeausbildung bei langsamer Abkühlung	410
Kapitel 10	Kinetik – Wärmebehandlung	431
10.1	Zeit – die dritte Dimension	433
10.2	Das ZTU-Diagramm	439
10.2.1	Diffusionsgesteuerte Umwandlungen	439
10.2.2	Diffusionslose (martensitische) Umwandlungen	442
10.2.3	Wärmebehandlung von Stahl	446
10.3	Härtbarkeit	453
10.4	Ausscheidungshärtung	457
10.5	Glühbehandlung	461
10.5.1	Kaltverformung	461
10.5.2	Erholung	462
10.5.3	Rekristallisation	463
10.5.4	Kornwachstum	464
10.6	Kinetik der Phasenumwandlungen für Nichtmetalle	466

Kapitel 11	Metalle	483
11.1	Eisenlegierungen	485
11.1.1	Klassifizierung von Stählen	486
11.1.2	Hoch legierte Stähle	490
11.1.3	Gusseisen	498
11.1.4	Schnell erstarrte Eisenlegierungen	501
11.2	Nichteisenlegierungen	503
11.2.1	Aluminiumlegierungen	503
11.2.2	Magnesiumlegierungen	505
11.2.3	Titanlegierungen	506
11.2.4	Kupferlegierungen	506
11.2.5	Nickellegierungen	507
11.2.6	Zink-, Blei- und andere Legierungen	508
11.3	Metallherstellung	510
Kapitel 12	Keramiken und Gläser	525
12.1	Keramiken – kristalline Werkstoffe	528
12.2	Gläser – nichtkristalline Werkstoffe	534
12.3	Glaskeramik	537
12.4	Keramik- und Glasherstellung	540
Kapitel 13	Polymerwerkstoffe	553
13.1	Polymerisation	555
13.2	Strukturelle Merkmale von Polymeren	564
13.3	Thermoplastische Polymere	570
13.4	Duroplastische Polymere	575
13.5	Additive	580
13.6	Herstellung von Polymerwerkstoffen	582
Kapitel 14	Verbundwerkstoffe	593
14.1	Faserverstärkte Verbundwerkstoffe	596
14.1.1	Konventionelles Fiberglas	596
14.1.2	Hochleistungsverbundwerkstoffe	599
14.1.3	Holz – ein natürlicher faserverstärkter Verbundwerkstoff	602
14.2	Verbundwerkstoffe mit Zuschlägen	607
14.3	Verbundeigenschaften	615
14.3.1	Belastung parallel zu verstärkenden Fasern – Isostrain	617
14.3.2	Belastung senkrecht zur Verstärkungsfaser – Isostress	620
14.3.3	Belastung eines partikelverstärkten Verbundwerkstoffs mit gleichmäßiger Partikelverteilung	623
14.3.4	Grenzflächenfestigkeit	626
14.4	Mechanische Eigenschaften von Verbundwerkstoffen	628
14.5	Verarbeitung von Verbundwerkstoffen	636

Kapitel 15	Elektrisches Verhalten	651
15.1	Ladungsträger und Leitung	653
15.2	Energieniveaus und Energiebänder	658
15.3	Leiter	666
15.3.1	Thermoelemente	670
15.3.2	Supraleiter	673
15.4	Isolatoren	679
15.4.1	Ferroelektrika	681
15.4.2	Piezoelektrika	684
15.5	Halbleiter	687
15.6	Verbundwerkstoffe	690
15.7	Elektrische Klassifikation von Werkstoffen	692
Kapitel 16	Optisches Verhalten	699
16.1	Sichtbares Licht	701
16.2	Optische Eigenschaften	704
16.2.1	Brechungsindex	704
16.2.2	Reflexionskoeffizient	706
16.2.3	Transparenz, Transluzenz und Opazität	709
16.2.4	Farbe	710
16.2.5	Lumineszenz	712
16.2.6	Reflexionsvermögen und Opazität von Metallen	713
16.3	Optische Systeme und Geräte	717
16.3.1	Laser	717
16.3.2	Optische Fasern	720
16.3.3	Flüssigkristallanzeigen	723
16.3.4	Photohalbleiter	724
Kapitel 17	Halbleiterwerkstoffe	731
17.1	Elementare Eigenhalbleiter	733
17.2	Elementare Störstellenhalbleiter	739
17.2.1	<i>n</i> -Halbleiter	740
17.2.2	<i>p</i> -Halbleiter	743
17.3	Halbleitende Verbindungen	754
17.4	Amorphe Halbleiter	758
17.5	Herstellung von Halbleitern	760
17.6	Halbleiterbauelemente	764

Kapitel 18	Magnetische Werkstoffe	783
18.1	Magnetismus	785
18.2	Ferromagnetismus	791
18.3	Ferrimagnetismus	799
18.4	Metallische Magnete	802
18.4.1	Weichmagnetische Werkstoffe	802
18.4.2	Hartmagnetische Werkstoffe	805
18.4.3	Supraleitende Magnete	806
18.5	Keramische Magnete	808
18.5.1	Magnete mit geringer Leitfähigkeit	809
18.5.2	Supraleitende Magnete	812

Teil IV Werkstoffe im technischen Entwurf 821

Kapitel 19	Umgebungsbedingter Materialverlust	823
19.1	Oxidation – direkter atmosphärischer Angriff	826
19.2	Wässrige Korrosion – elektrochemischer Angriff	832
19.3	Galvanische Korrosion	835
19.4	Korrosion durch Gasreduktion	839
19.5	Wirkung von mechanischer Spannung auf Korrosion	844
19.6	Methoden des Korrosionsschutzes	845
19.7	Polarisationskurven	848
19.8	Chemische Zersetzung von Keramiken und Polymeren	852
19.9	Strahlenschäden	854
19.10	Verschleiß	856
19.11	Oberflächenanalyse	861

Kapitel 20	Werkstoffauswahl	877
20.1	Werkstoffeigenschaften als Konstruktionsparameter	879
20.2	Auswahl von Konstruktionswerkstoffen – Fallstudien	885
20.2.1	Werkstoffe für Surfbrettmasten	886
20.2.2	Ersatz von Metallen durch Polymere	890
20.2.3	Ersatz von Metallen durch Verbundwerkstoffe	891
20.2.4	Wabenstruktur	891
20.2.5	Werkstoffe für Hüftgelenkendoprothesen	894
20.3	Auswahl elektronischer, optischer und magnetischer Werkstoffe – Fallstudien	897
20.3.1	Amorphe Metalle für Stromverteilung	898
20.3.2	Ersatz eines duroplastischen Polymers durch ein Thermoplast	903
20.3.3	Metallische Lotwerkstoffe für die Flip-Chip-Technologie	904
20.3.4	Leuchtdioden (LEDs)	905
20.3.5	Polymere als elektrische Leiter	907

Anhang A	Physikalische und chemische Daten für die Elemente	915
Anhang B	Atom- und Ionenradien der Elemente	921
Anhang C	Konstanten und Umrechnungsfaktoren	927
C.1	Tabelle Konstanten	928
C.2	Tabelle Vorsätze für SI-Einheiten	928
C.3	Tabelle Umrechnungsfaktoren	929
Anhang D	Eigenschaften der Konstruktionswerkstoffe	931
D.1	Tabelle Physikalische Eigenschaften ausgewählter Werkstoffe	932
D.2	Tabelle Daten für Zug- und Biegeversuche von ausgewählten technischen Werkstoffen	933
D.3	Tabelle Verschiedene mechanische Eigenschaften von ausgewählten technischen Werkstoffen	938
D.4	Tabelle Thermische Eigenschaften von ausgewählten Werkstoffe	941
Anhang E	Eigenschaften von elektronischen, optischen und magnetischen Werkstoffen	945
E.1	Tabelle Elektrische Leitfähigkeiten ausgewählter Werkstoffe bei Raumtemperatur	946
E.2	Tabelle Eigenschaften von Halbleitern bei Raumtemperatur	947
E.3	Tabelle Dielektrizitätskonstante und Durchschlagsfestigkeit für verschiedene Isolatoren	948
E.4	Tabelle Brechungsindices für ausgewählte optische Werkstoffe	949
E.5	Tabelle Magnetische Eigenschaften für ausgewählte Werkstoffe	950
Anhang F	Antworten zu den Übungen und Aufgaben	951
Anhang G	Wegweiser zur Werkstoffauswahl	975
Anhang H	Glossar	977
Literatur- und Quellenverzeichnis		1021
Literatur		1021
Quellen		1025
Register		1043