
Inhaltsverzeichnis

1 Gefüge und Mikrostruktur	1
Literatur	9
2 Der atomistische Aufbau der Festkörper	11
2.1 Atomare Bindung	11
2.2 Kristallstruktur	18
2.2.1 Kristallsysteme und Raumgitter	18
2.2.2 Kristallstrukturen von Metallen	23
2.2.3 Kristallstruktur keramischer Werkstoffe	29
2.2.4 Kristallstruktur polymerer Werkstoffe	31
2.2.5 Gläser	34
2.2.6 Quasikristalle	34
2.2.7 Spezielle Modifikationen des Kohlenstoffs: Graphen, Fullerene und Nanoröhren	34
2.3 Indizierung kristallographischer Ebenen und Richtungen	37
2.4 Kristallographische Orientierungen	44
2.4.1 Definition einer kristallographischen Orientierung	44
2.4.2 Darstellung von Orientierungen: Stereographische Projektion	47
2.5 Verfahren zur Struktur- und Orientierungsbestimmung	52
2.5.1 Das Braggsche Gesetz	52
2.5.2 Röntgenmethoden	54
2.5.3 Elektronenmikroskopie	59
2.5.4 Kristallographische Texturen	60
2.6 Aufgaben	68
Literatur	69
3 Kristallbaufehler	71
3.1 Überblick	71
3.2 Punktfehler	72
3.2.1 Typen von Punktfehlern	72
3.2.2 Thermodynamik der Punktdefekte	72
3.2.3 Experimenteller Nachweis von Punktdefekten	76

3.3	Versetzungen	79
3.3.1	Geometrie der Versetzungen	79
3.3.2	Nachweis von Versetzungen	85
3.4	Korngrenzen	87
3.4.1	Grundbegriffe und Definitionen.	87
3.4.2	Struktur der Korngrenzen	91
3.5	Phasengrenzflächen	103
3.5.1	Klassifizierung der Phasengrenzen.	103
3.5.2	Phänomenologische Beschreibung der Phasengrenzfläche	105
3.6	Aufgaben	110
	Literatur	114
4	Legierungen	115
4.1	Konstitutionslehre	115
4.2	Thermodynamik der Legierungen.	127
4.3	Mischkristalle	132
4.4	Intermetallische Phasen	141
4.4.1	Überblick	141
4.4.2	Geordnete Substitutionsmischkristalle	142
4.4.3	Wertigkeitsbestimmte Phasen.	149
4.4.4	Phasen hoher Raumerfüllung	153
4.4.5	Phasen maximaler Elektronendichte (Hume-Rothery-Phasen) ...	155
4.5	Mehrstoffsysteme	160
4.6	Aufgaben	160
	Literatur	162
5	Diffusion	163
5.1	Phänomenologie und Gesetzmäßigkeiten	163
5.2	Die Diffusionskonstante	169
5.3	Atomistik der Festkörperdiffusion	176
5.4	Korrelationseffekte.	184
5.5	Chemische Diffusion	186
5.6	Thermodynamischer Faktor	190
5.7	Diffusion über Grenzflächen	194
5.8	Diffusion in Nichtmetallen: Ionenleitfähigkeit	199
5.9	Aufgaben	202
	Literatur	205
6	Mechanische Eigenschaften	207
6.1	Grundlagen der Elastizität	207
6.2	Die Fließkurve	212
6.3	Mechanismen der plastischen Verformung.	219
6.3.1	Kristallographische Gleitung durch Versetzungsbewegung.	219
6.3.2	Mechanische Zwillingsbildung	229

6.4	Die kritische Schubspannung	235
6.4.1	Das Schmid'sche Schubspannungsgesetz	235
6.4.2	Versetzungsmodell der kritischen Schubspannung	238
6.4.3	Thermisch aktivierte Versetzungsbewegung	247
6.5	Verformung und Verfestigung von kfz-Einkristallen	250
6.5.1	Geometrie der Verformung	250
6.5.2	Versetzungsmodelle der Verformungsverfestigung	254
6.5.3	Versetzungsaufspaltung	261
6.6	Festigkeit und Verformung von Vielkristallen	265
6.7	Mechanismen der Festigkeitssteigerung	272
6.7.1	Mischkristallhärtung	272
6.7.2	Dispersionshärtung	276
6.7.3	Ausscheidungshärtung	282
6.8	Zeitabhängige Verformung	285
6.8.1	Dehnungsgeschwindigkeitsempfindlichkeit der Fließspannung: Superplastizität	285
6.8.2	Kriechen	288
6.8.3	Anelastizität und Viskoelastizität	295
6.9	Mechanische Eigenschaften niedrigdimensionaler Systeme	308
6.9.1	Dünne Schichten und Filme	308
6.9.2	Mechanische Eigenschaften von metallischen Gläsern	313
6.9.3	Mechanische Eigenschaften von Graphen und Nanoröhren. ...	314
6.10	Aufgaben	315
	Literatur	319
7	Erholung, Rekristallisation, Kornvergrößerung	321
7.1	Phänomenologie und Begriffe	321
7.2	Die energetischen Ursachen der Rekristallisation	326
7.3	Verformungsstruktur	330
7.4	Erholung	333
7.5	Keimbildung	340
7.6	Korngrenzenbewegung	344
7.7	Kinetik der primären Rekristallisation	347
7.8	Das Rekristallisationsdiagramm	353
7.9	Rekristallisation in homogenen Legierungen	354
7.10	Rekristallisation in mehrphasigen Legierungen	356
7.11	Kornvergrößerung	357
7.12	Unstetige Kornvergrößerung (Sekundäre Rekristallisation)	364
7.13	Dynamische Rekristallisation	366
7.14	Rekristallisationstexturen	369
7.15	Rekristallisation in nichtmetallischen Werkstoffen	370
7.16	Aufgaben	372
	Literatur	374

8	Erstarrung von Schmelzen	377
8.1	Zustand der Schmelze	377
8.2	Keimbildung in der Schmelze	380
8.3	Kristallwachstum	386
8.3.1	Gestalt des Kristalls	386
8.3.2	Atomistik des Kristallwachstums	389
8.3.3	Kristallwachstum in der Schmelze	390
8.4	Gefüge des Gußstücks	398
8.5	Fehler des Gußgefüges	399
8.6	Schnelle Erstarrung von Metallen und Legierungen	401
8.6.1	Quasikristalle	401
8.6.2	Massive metallische Gläser	402
8.7	Erstarrung von Nichtmetallen: Gläser und Hochpolymere	405
8.8	Aufgaben	408
	Literatur	409
9	Umwandlungen im festen Zustand	411
9.1	Reine Metalle	411
9.2	Legierungen	412
9.2.1	Umwandlungen mit Konzentrationsänderung	412
9.2.2	Martensitische Umwandlungen	434
9.2.3	Anwendungen	439
9.3	Aufgaben	443
	Literatur	445
10	Physikalische Eigenschaften	447
10.1	Elektronentheoretische Grundlagen der Festkörpereigenschaften	447
10.2	Mechanische und thermische Eigenschaften	454
10.3	Wärmeleitfähigkeit	461
10.4	Elektrische Eigenschaften	464
10.4.1	Leiter, Halbleiter und Nichtleiter	464
10.4.2	Graphen und Kohlenstoffnanoröhren (CNT)	467
10.4.3	Leitfähigkeit von Metallen	468
10.4.4	Deutung der Leitfähigkeitsphänomene	472
10.4.5	Supraleitung	478
10.5	Magnetische Eigenschaften	482
10.5.1	Dia- und Paramagnetismus	482
10.5.2	Ferromagnetismus	485
10.6	Optische Eigenschaften	493
10.6.1	Licht	493
10.6.2	Reflexion metallischer Oberflächen	495

10.6.3	Isolatoren.....	496
10.6.4	Anwendungen	500
10.7	Aufgaben.....	501
	Literatur	502
11	Aufgaben und Lösungen.....	505
	Weiterführende Literatur zu den Kapiteln	617
	Sachverzeichnis	621