

Erhard Hornbogen · Gunther Eggeler ·
Ewald Werner

Werkstoffe

Aufbau und Eigenschaften von Keramik-,
Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen

9., vollständig neu bearbeitete Auflage



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	
1.1	Was ist ein Werkstoff?	3
1.2	Werkstoffkunde	6
1.3	Mikroskopischer Aufbau, die vier Werkstoffgruppen	8
1.4	Werkstoffeigenschaften	11
1.5	Prüfung, Normung, Bezeichnung	18
1.6	Geschichte und Zukunft, Nachhaltigkeit	21
I	Aufbau der Werkstoffe	
2	Aufbau fester Phasen	
2.1	Atome	31
2.2	Bindung der Atome und Moleküle	37
2.3	Kristalle	49
2.4	Baufehler	59
2.5	Korngrenzen und homogene Gefüge	68
2.6	Gläser und Quasikristalle	72
3	Aufbau mehrphasiger Stoffe	
3.1	Mischphasen und Phasengemische	81
3.2	Heterogene Gleichgewichte	88
3.3	Keimbildung, Kristallisation von Schmelzen	103
3.4	Metastabile Gleichgewichte	108
3.5	Anwendungen von Phasendiagrammen	111
4	Grundlagen der Wärmebehandlung	
4.1	Diffusion	117
4.2	Kristallerholung und Rekristallisation	129
4.3	Glasbildung	135
4.4	Umwandlungen und Ausscheidung	136
4.5	Thermische Stabilität von Mikrostrukturen	142
4.6	Martensitische Umwandlung	146
4.7	Heterogene Gefüge	150
4.8	Nanostrukturen	153
II	Eigenschaften der Werkstoffe	
5	Mechanische Eigenschaften	
5.1	Mechanische Beanspruchung und Elastizität	161
5.2	Zugversuch und Kristallplastizität	169
5.2.1	Makroskopische Betrachtung der Plastizität	169

5.2.2	Mikroskopische Betrachtung der Plastizität	174
5.3	Kriechen	182
5.4	Bruch.....	190
5.4.1	Mikroskopische und makroskopische Aspekte	190
5.4.2	Bruchmechanik, statische Belastung und Anriss.....	194
5.4.3	Ermüdung	200
5.5	Innere Spannungen	204
5.6	Gummielastizität	207
5.7	Viskosität von Flüssigkeiten und Gläsern	209
5.8	Viskoelastizität und Dämpfung.....	212
5.9	Mehrachsig Beanspruchung, Anisotropie.....	216
5.10	Technische Prüfverfahren.....	221
6	Physikalische Eigenschaften	
6.1	Kernphysikalische Eigenschaften	231
6.2	Elektrische Eigenschaften	241
6.3	Wärmeleitfähigkeit.....	257
6.4	Ferromagnetische Eigenschaften	259
6.5	Supraleiter.....	267
6.6	Optische Eigenschaften	269
6.7	Thermische Ausdehnung	272
6.8	Formgedächtnis, Sensor- und Aktorwerkstoffe	276
7	Chemische und tribologische Eigenschaften	
7.1	Oberflächen und Versagen des Werkstoffs	285
7.2	Elektrochemische Korrosion.....	287
7.3	Verzundern	295
7.4	Spannungsrissskorrosion	298
7.5	Oberflächen, Grenzflächen und Adhäsion	300
7.6	Reibung und Verschleiß.....	304
III	Die vier Werkstoffgruppen	
8	Keramische Werkstoffe	
8.1	Allgemeine Kennzeichnung.....	317
8.2	Einatomare keramische Stoffe	320
8.3	Nichtoxidische Verbindungen	322
8.4	Kristalline Oxidkeramik	326
8.5	Anorganische nichtmetallische Gläser	332
8.6	Hydratisierte Silikate, Zement, Beton.....	338
9	Metallische Werkstoffe	
9.1	Allgemeine Kennzeichnung.....	347

9.2	Reine Metalle, elektrische Leiter	349
9.3	Mischkristalle, Messing, Bronzen	352
9.4	Ausscheidungshärtung, Al-, Ni-Legierungen	360
9.5	Umwandlungshärtung, Stähle	370
9.6	Gusslegierungen und metallische Gläser	390
10	Polymerwerkstoffe	
10.1	Allgemeine Kennzeichnung	403
10.2	Plastomere oder Thermoplaste	413
10.3	Duromere oder Kunstharze	422
10.4	Elastomere oder Gummi	425
10.5	Schaum-, Hochtemperatur-, Piezopolymere	428
10.6	Schmierstoffe	437
10.7	Natürliche Polymere	440
11	Verbundwerkstoffe	
11.1	Eigenschaften von Phasengemischen	447
11.2	Faserverstärkte Werkstoffe	453
11.3	Stahlbeton und Spannbeton	462
11.4	Hartmetalle und Cermets	464
11.5	Oberflächenbehandlung	469
11.6	Holz, nachwachsende, zelluläre Werkstoffe	474
IV	Werkstofftechnik	
12	Werkstoff und Fertigung	
12.1	Halbzeug und Bauteil	485
12.2	Urformen	488
12.3	Umformen	501
12.4	Trennen: Spanen und Schleifen	511
12.5	Fügen: Schweißen, Löten, Kleben	514
12.6	Nachbehandlung	521
13	Der Kreislauf der Werkstoffe	
13.1	Vom Rohstoff zum Schrott	527
13.2	Auswahl und Gebrauch	536
13.3	Verbesserte und neue Werkstoffe	542
13.4	Versagen und Sicherheit	544
13.5	Entropieeffizienz und Nachhaltigkeit	552
A	Anhang	
A.1	Periodensystem	561
A.2	Größen und Einheiten	562

A.3	Bezeichnung der Werkstoffe	566
A.4	Einige werkstoffnahe Normen	573
A.5	Normbezeichnungen für Messgrößen	574
A.6	ASTM-Korngrößen	574
A.7	Englische Kurzbezeichnungen für Analyseverfahren	575
	Literaturverzeichnis	577
	Sachverzeichnis	587