

**Erhard Hornbogen · Gunther Eggeier ·
Ewald Werner**

Werkstoffe

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

11., aktualisierte Auflage

Springer Vieweg

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

1 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	163
5.2	Zugversuch und Kristallplastizität	171
5.2.1	Makroskopische Betrachtung der Plastizität	171

5.2.2	Mikroskopische Betrachtung der Plastizität	176
5.3	Kriechen	184
5.4	Bruch	192
5.4.1	Mikroskopische und makroskopische Aspekte	192
5.4.2	Bruchmechanik, statische Belastung und Anriss	196
5.4.3	Ermüdung	202
5.5	Innere Spannungen	206
5.6	Gummielastizität	209
5.7	Viskosität von Flüssigkeiten und Gläsern	211
5.8	Viskoelastizität und Dämpfung	214
5.9	Mehrachsig Beanspruchung, Anisotropie	218
5.10	Technische Prüfverfahren	223
6	Physikalische Eigenschaften	
6.1	Kernphysikalische Eigenschaften	233
6.2	Elektrische Eigenschaften	243
6.3	Wärmeleitfähigkeit	259
6.4	Ferromagnetische Eigenschaften	261
6.5	Supraleiter	269
6.6	Optische Eigenschaften	271
6.7	Thermische Ausdehnung	274
6.8	Formgedächtnis, Sensor- und Aktorwerkstoffe	278
7	Chemische und tribologische Eigenschaften	
7.1	Oberflächen und Versagen des Werkstoffs	287
7.2	Elektrochemische Korrosion	289
7.3	Verzundern	297
7.4	Spannungsrissskorrosion	300
7.5	Oberflächen, Grenzflächen und Adhäsion	302
7.6	Reibung und Verschleiß	306
III	Die vier Werkstoffgruppen	
8	Keramische Werkstoffe	
8.1	Allgemeine Kennzeichnung	319
8.2	Einatomare keramische Stoffe	322
8.3	Nichtoxidische Verbindungen	324
8.4	Kristalline Oxidkeramik	328
8.5	Anorganische nichtmetallische Gläser	334
8.6	Hydratisierte Silikate, Zement, Beton	340
9	Metallische Werkstoffe	
9.1	Allgemeine Kennzeichnung	349

9.2	Reine Metalle, elektrische Leiter	351
9.3	Mischkristalle, Messing, Bronzen	354
9.4	Ausscheidungshärtung, Al-, Ni-Legierungen	362
9.5	Umwandlungshärtung, Stähle	372
9.6	Gusslegierungen und metallische Gläser	392
10	Polymerwerkstoffe	
10.1	Allgemeine Kennzeichnung	405
10.2	Plastomere oder Thermoplaste	415
10.3	Duromere oder Kunstharze	424
10.4	Elastomere oder Gummi	427
10.5	Schaum-, Hochtemperatur-, Piezopolymere	430
10.6	Schmierstoffe	439
10.7	Natürliche Polymere	442
11	Verbundwerkstoffe	
11.1	Eigenschaften von Phasengemischen	449
11.2	Faserverstärkte Werkstoffe	455
11.3	Stahlbeton und Spannbeton	464
11.4	Hartmetalle und Cermets	466
11.5	Oberflächenbehandlung	471
11.6	Holz, nachwachsende, zelluläre Werkstoffe	476
IV	Werkstofftechnik	
12	Werkstoff und Fertigung	
12.1	Halbzeug und Bauteil	487
12.2	Urformen	490
12.3	Umformen	503
12.4	Trennen: Spanen und Schleifen	513
12.5	Fügen: Schweißen, Lötten, Kleben	516
12.6	Nachbehandlung	523
13	Der Kreislauf der Werkstoffe	
13.1	Vom Rohstoff zum Schrott	529
13.2	Auswahl und Gebrauch	538
13.3	Verbesserte und neue Werkstoffe	544
13.4	Versagen und Sicherheit	546
13.5	Entropieeffizienz und Nachhaltigkeit	554
A	Anhang	
A.1	Periodensystem	563
A.2	Größen und Einheiten	564

A.3	Bezeichnung der Werkstoffe	568
A.4	Einige werkstoffnahe Normen	575
A.5	Normbezeichnungen für Messgrößen	576
A.6	ASTM-Korngrößen	576
A.7	Englische Kurzbezeichnungen für Analyseverfahren	577
	Literaturverzeichnis	579
	Sachverzeichnis	589