

Ewald Werner • Erhard Hornbogen
Norbert Jost • Gunther Eggeler

Fragen und Antworten zu Werkstoffe

6., neu bearbeitete Aufl.



Springer

Inhaltsverzeichnis

I	Fragen	
1	Überblick	
1.1	Werkstoffe, Werkstoffkunde	5
1.2	Werkstoffgruppen, Aufbau der Werkstoffe	5
1.3	Eigenschaften der Werkstoffe	6
1.4	Bezeichnung der Werkstoffe	6
1.5	Geschichte und Zukunft, Nachhaltigkeit	7
2	Aufbau fester Phasen	
2.1	Atome und Elektronen	11
2.2	Bindung der Atome und Moleküle	12
2.3	Kristalle	13
2.4	Baufehler	18
2.5	Korngrenzen, Stapelfehler und homogene Gefüge	21
2.6	Gläser und Quasikristalle	22
2.7	Analyse von Mikrostrukturen	22
3	Aufbau mehrphasiger Stoffe	
3.1	Mischphasen und Phasengemische	29
3.2	Heterogene Gleichgewichte	30
3.3	Keimbildung, Kristallisation von Schmelzen	32
3.4	Metastabile Gleichgewichte	33
3.5	Anwendungen von Phasendiagrammen	34
4	Grundlagen der Wärmebehandlung	
4.1	Diffusion	39
4.2	Kristallerholung und Rekristallisation	43
4.3	Umwandlungen und Ausscheidung	43
4.4	Martensitische Umwandlung	45
4.5	Wärmebehandlung, Gefüge, Nanostrukturen	46
5	Mechanische Eigenschaften	
5.1	Mechanische Beanspruchung und Elastizität	51
5.2	Zugversuch und Kristallplastizität	52
5.3	Kriechen	54
5.4	Bruchmechanik, Ermüdung	55
5.5	Viskosität, Viskoelastizität und Dämpfung	59
5.6	Technologische Prüfverfahren	59

6	Physikalische Eigenschaften	
6.1	Kernphysikalische Eigenschaften	63
6.2	Elektrische Eigenschaften	63
6.3	Wärmeleitfähigkeit, thermische Ausdehnung	65
6.4	Ferromagnetische Eigenschaften	66
6.5	Formgedächtnis, Sensor- und Aktorwerkstoffe	67
7	Chemische und tribologische Eigenschaften	
7.1	Oberflächen und Versagen des Werkstoffs	71
7.2	Elektrochemische Korrosion.....	71
7.3	Verzundern	73
7.4	Spannungsrissskorrosion	74
7.5	Oberflächen, Grenzflächen und Adhäsion	75
7.6	Reibung und Verschleiß.....	75
8	Keramische Werkstoffe	
8.1	Allgemeine Kennzeichnung.....	79
8.2	Nichtoxidische Verbindungen	80
8.3	Kristalline Oxidkeramik	80
8.4	Anorganische nichtmetallische Gläser	83
8.5	Hydratisierte Silikate, Zement, Beton.....	84
9	Metallische Werkstoffe	
9.1	Allgemeine Kennzeichnung.....	89
9.2	Mischkristalle	89
9.3	Ausscheidungshärtung, Al-, Ni-Legierungen	90
9.4	Umwandlungshärtung, Stähle	93
9.5	Gusslegierungen und metallische Gläser	95
10	Polymerwerkstoffe	
10.1	Allgemeine Kennzeichnung.....	99
10.2	Plastomere, Duromere, Elastomere.....	100
10.3	Mechanische Eigenschaften von Polymeren.....	101
10.4	Natürliche Polymere.....	102
11	Verbundwerkstoffe	
11.1	Eigenschaften von Phasengemischen.....	105
11.2	Faserverstärkte Werkstoffe	105
11.3	Stahlbeton und Spannbeton	108
11.4	Schneidwerkstoffe.....	108
11.5	Oberflächenbehandlung.....	109
11.6	Holz	109

12	Werkstoff und Fertigung	
12.1	Halbzeug und Bauteil	113
12.2	Urformen	113
12.3	Umformen	115
12.4	Trennen	116
12.5	Fügen	116
12.6	Nachbehandlung, Lasermaterialbearbeitung	118
12.7	Werkstoffaspekte bei Kraftfahrzeugen	119
13	Der Kreislauf der Werkstoffe	
13.1	Rohstoff und Energie	123
13.2	Auswahl, Gebrauch, Versagen, Sicherheit	123
13.3	Entropieeffizienz und Nachhaltigkeit	125
13.4	Recycling am Beispiel Kraftfahrzeug	127
II	Antworten	
1	Überblick	
1.1	Werkstoffe, Werkstoffkunde	133
1.2	Werkstoffgruppen, Aufbau der Werkstoffe	134
1.3	Eigenschaften der Werkstoffe	136
1.4	Bezeichnung der Werkstoffe	138
1.5	Geschichte und Zukunft, Nachhaltigkeit	142
2	Aufbau fester Phasen	
2.1	Atome und Elektronen	145
2.2	Bindung der Atome und Moleküle	148
2.3	Kristalle	153
2.4	Baufehler	166
2.5	Korngrenzen, Stapelfehler und homogene Gefüge	173
2.6	Gläser und Quasikristalle	175
2.7	Analyse von Mikrostrukturen	177
3	Aufbau mehrphasiger Stoffe	
3.1	Mischphasen und Phasengemische	189
3.2	Heterogene Gleichgewichte	191
3.3	Keimbildung, Kristallisation von Schmelzen	195
3.4	Metastabile Gleichgewichte	199
3.5	Anwendungen von Phasendiagrammen	201
4	Grundlagen der Wärmebehandlung	
4.1	Diffusion	207
4.2	Kristallerholung und Rekristallisation	214

4.3	Umwandlungen und Ausscheidung	216
4.4	Martensitische Umwandlung	220
4.5	Wärmebehandlung, Gefüge, Nanostrukturen	225
5	Mechanische Eigenschaften	
5.1	Mechanische Beanspruchung und Elastizität	233
5.2	Zugversuch und Kristallplastizität	238
5.3	Kriechen	245
5.4	Bruchmechanik, Ermüdung	247
5.5	Viskosität, Viskoelastizität und Dämpfung	259
5.6	Technologische Prüfverfahren	261
6	Physikalische Eigenschaften	
6.1	Kernphysikalische Eigenschaften	267
6.2	Elektrische Eigenschaften	270
6.3	Wärmeleitfähigkeit, Thermische Ausdehnung	279
6.4	Ferromagnetische Eigenschaften	281
6.5	Formgedächtnis, Sensor- und Aktorwerkstoffe	283
7	Chemische und tribologische Eigenschaften	
7.1	Oberflächen und Versagen des Werkstoffs	287
7.2	Elektrochemische Korrosion	288
7.3	Verzundern	293
7.4	Spannungsrissskorrosion	295
7.5	Oberflächen, Grenzflächen und Adhäsion	297
7.6	Reibung und Verschleiß	298
8	Keramische Werkstoffe	
8.1	Allgemeine Kennzeichnung	303
8.2	Nichtoxidische Verbindungen	305
8.3	Kristalline Oxidkeramik	307
8.4	Anorganische nichtmetallische Gläser	309
8.5	Hydratisierte Silikate, Zement, Beton	312
9	Metallische Werkstoffe	
9.1	Allgemeine Kennzeichnung	317
9.2	Mischkristalle	318
9.3	Ausscheidungshärtung, Al-, Ni-Legierungen	320
9.4	Umwandlungshärtung, Stähle	322
9.5	Gusslegierungen und metallische Gläser	327
10	Polymerwerkstoffe	
10.1	Allgemeine Kennzeichnung	331

10.2	Plastomere, Duromere, Elastomere.....	333
10.3	Mechanische Eigenschaften von Polymeren.....	336
10.4	Natürliche Polymere.....	340
11	Verbundwerkstoffe	
11.1	Eigenschaften von Phasengemischen.....	345
11.2	Faserverstärkte Werkstoffe.....	346
11.3	Stahlbeton und Spannbeton.....	350
11.4	Schneidwerkstoffe.....	351
11.5	Oberflächenbehandlung.....	352
11.6	Holz.....	353
12	Werkstoff und Fertigung	
12.1	Halbzeug und Bauteil.....	357
12.2	Urformen.....	358
12.3	Umformen.....	364
12.4	Trennen.....	369
12.5	Fügen.....	370
12.6	Nachbehandlung, Lasermaterialbearbeitung.....	374
12.7	Werkstoffaspekte bei Kraftfahrzeugen.....	376
13	Der Kreislauf der Werkstoffe	
13.1	Rohstoff und Energie.....	381
13.2	Auswahl, Gebrauch, Versagen, Sicherheit.....	382
13.3	Entropieeffizienz und Nachhaltigkeit.....	386
13.4	Recycling am Beispiel Kraftfahrzeug.....	389
A	Anhang	
A.1	Begriffe.....	395
A.2	Fachzeitschriften.....	418