



# Auf einen Blick

<b>Über den Autor .....</b>	<b>11</b>
<b>Einleitung .....</b>	<b>27</b>
<b>Teil I: Ausgewählte Grundlagen als Basis .....</b>	<b>33</b>
<b>Kapitel 1:</b> Von Atomen, Bindungen und Kristallen: Werkstoffe sind wunderschön .....	35
<b>Kapitel 2:</b> Einige Eigenschaften von Werkstoffen, die Sie kennen sollten .....	73
<b>Kapitel 3:</b> Manche mögen's heiß: thermisch aktivierte Vorgänge .....	115
<b>Kapitel 4:</b> Legierungsbildung und Zustandsdiagramme: berühmt, berüchtigt, gefürchtet .....	151
<b>Kapitel 5:</b> Legierungssystem Eisen-Kohlenstoff, Basis für alle Eisenwerkstoffe .....	215
<b>Teil II: Die wichtigsten Methoden der Werkstoffprüfung .....</b>	<b>259</b>
<b>Kapitel 6:</b> Anspruchsvoller, als viele glauben: der Zugversuch .....	261
<b>Kapitel 7:</b> Hart, aber fair: die Härteprüfung .....	313
<b>Kapitel 8:</b> Das unbekannte Wesen: die Kerbschlagbiegeprüfung .....	343
<b>Kapitel 9:</b> Unermüdlich: die Schwingfestigkeitsprüfung .....	367
<b>Kapitel 10:</b> Blick ins Innerste: die Metallografie .....	395
<b>Kapitel 11:</b> Macht nichts kaputt: die zerstörungsfreie Prüfung .....	427
<b>Teil III: Eisen und Stahl, noch lange kein Alteisen .....</b>	<b>475</b>
<b>Kapitel 12:</b> Stahlherstellung – der Weg vom Erz zum Stahl .....	477
<b>Kapitel 13:</b> Nomen est omen: die normgerechte Bezeichnung der Eisenwerkstoffe .....	491
<b>Kapitel 14:</b> Von heißen Öfen und kühlen Bädern: die Wärmebehandlung der Stähle .....	509
<b>Kapitel 15:</b> Stahlgruppen, die unendliche Vielfalt .....	589
<b>Kapitel 16:</b> Eisengusswerkstoffe, genauso vielfältig wie die Stähle .....	671
<b>Teil IV: Was es außer den Eisenwerkstoffen noch Hochinteressantes gibt .....</b>	<b>699</b>
<b>Kapitel 17:</b> Nichteisenmetalle .....	701
<b>Kapitel 18:</b> Anorganische nichtmetallische Werkstoffe und was sich dahinter verbirgt .....	743
<b>Kapitel 19:</b> Nicht mehr wegzudenken: die Kunststoffe .....	771





## 14 Auf einen Blick

<b>Teil V: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>801</b>
<b>Kapitel 20:</b> Zehn Tipps zum Lösen von Übungsaufgaben.....	803
<b>Kapitel 21:</b> Zehn Tipps für ein erfolgreiches Studium.....	811
<b>Glossar</b> .....	<b>815</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>841</b>





# Inhaltsverzeichnis

<b>Über den Autor .....</b>	<b>11</b>
Danksagung .....	11
<b>Einleitung .....</b>	<b>27</b>
Über dieses Buch .....	27
Konventionen in diesem Buch .....	28
Was Sie nicht lesen müssen .....	28
Törichte Annahmen über den Leser .....	28
Wie dieses Buch aufgebaut ist .....	29
Teil I: Ausgewählte Grundlagen als Basis .....	29
Teil II: Die wichtigsten Methoden der Werkstoffprüfung .....	29
Teil III: Eisen und Stahl, noch lange kein Alteisen .....	29
Teil IV: Was es außer den Eisenwerkstoffen noch Hochinteressantes gibt .....	30
Teil V: Der Top-Ten-Teil .....	30
Symbole, die ich in diesem Buch verwende .....	30
Filme, die es zu diesem Buch gibt .....	30
Wie es losgeht .....	31

## **TEIL I AUSGEWÄHLTE GRUNDLAGEN ALS BASIS** **33**

<b>Kapitel 1</b>	
<b>Von Atomen, Bindungen und Kristallen: Werkstoffe sind wunderschön .....</b>	<b>35</b>
Bindungen zwischen den Atomen, fast wie bei den Menschen .....	35
Atome im Werkstoff .....	36
Die Bindungskräfte .....	36
Das Besondere .....	38
Und das sind die Auswirkungen in der Praxis .....	39
Alles eine Frage der Ordnung: die wichtigsten Atomanordnungen .....	39
Regellose Anordnung der Atome – es lebe das Chaos .....	39
Regelmäßige Anordnung der Atome – es lebe die Ordnung .....	40
Polymorphie bei Kristallen, die unglaublichen Vorgänge im Inneren .....	43
Kristallbaufehler: Nichts ist perfekt .....	46
Nulldimensionale (punktförmige) Kristallbaufehler .....	47
Eindimensionale (linienförmige) Kristallbaufehler .....	49
Zweidimensionale (flächenförmige) Kristallbaufehler .....	51
Einkristall und Vielkristall im Alltag .....	53
Übungsaufgaben zum Kapitel 1 .....	55
Aufgaben zu Atomen und ihren Bindungen .....	55
Aufgaben zu Atomanordnung, Kristallen und Polymorphie .....	56
Aufgaben zu Kristallbaufehlern und was sie so im Alltag anrichten .....	60
Richtig oder nicht richtig? .....	61
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	62



## 16 Inhaltsverzeichnis

### Kapitel 2

#### Einige Eigenschaften von Werkstoffen, die Sie kennen

<b>sollten</b> .....	<b>73</b>
Wärmeausdehnung, eine Frage der Temperatur.....	74
Schmieden Sie die Wärmeausdehnungsgleichung.....	74
Der lineare Wärmeausdehnungskoeffizient.....	75
Die Logik dahinter.....	77
Die Bedeutung in der Praxis.....	78
Elektrische Leitfähigkeit, eine Frage des Durchkommens.....	79
Schmieden Sie das ohmsche Gesetz.....	79
Die elektrische Leitfähigkeit der metallischen Werkstoffe.....	81
Die Logik dahinter.....	83
Blick in die Praxis.....	83
Wärmeleitfähigkeit, auch eine Frage des Durchkommens.....	84
Mechanismus der Wärmeleitung.....	84
Schmieden Sie die Wärmeleitungsgleichung.....	85
Die Wärmeleitfähigkeit der metallischen Werkstoffe.....	87
Die Logik dahinter.....	88
Blick in die Praxis.....	89
Elastische Verformung, eine Frage des Federns.....	90
Das hookesche Gesetz, uralt und doch modern.....	90
Der Elastizitätsmodul.....	92
Praktische Bedeutung.....	94
Plastische Verformung, eine Frage bleibender Formänderung.....	95
Übungsaufgaben zum Kapitel 2.....	96
Aufgaben zur Wärmeausdehnung.....	96
Aufgaben zur Strom- und Wärmeleitung.....	98
Aufgaben zur elastischen und plastischen Verformung.....	100
Richtig oder nicht richtig?.....	102
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	103

### Kapitel 3

#### Manche mögen's heiß: thermisch aktivierte Vorgänge..... 115

Werkstoffe, die wechselwarmen Tiere.....	115
So »denkt« die Natur.....	115
Die Sache mit der Aktivierungsenergie und der Temperatur.....	117
Ein bisschen Physik und Mathe.....	118
Freud und Leid.....	119
Diffusion: Und sie bewegen sich doch.....	119
Mechanismen der Diffusion – gewusst wie.....	119
Die praktische Bedeutung.....	121
Erholung und Rekristallisation: Der Werkstoff lebt.....	121
Vorgänge im Inneren.....	121
Etwas Wissenschaft muss sein.....	124
Warum es die Werkstoffe tun.....	124
Notwendige Bedingungen.....	126





## Inhaltsverzeichnis 17

Entscheidend ist, was hinten rauskommt .....	127
Praktische Bedeutung .....	129
Kriechen und Spannungsrelaxation: Nichts ist für die Ewigkeit .....	129
Jetzt geht's ans Kriechen .....	130
Spannungsrelaxation, die Entspannung naht .....	135
Übungsaufgaben zum Kapitel 3 .....	136
Ein paar Aufwärmübungen vorneweg .....	136
Aufgaben zu Diffusion und Rekristallisation .....	137
Aufgaben zu Kriechen und Spannungsrelaxation .....	139
Richtig oder nicht richtig? .....	141
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	142

### Kapitel 4

#### **Legierungsbildung und Zustandsdiagramme: berühmt, berüchtigt, gefürchtet** ..... 151

Grundbegriffe: Die müssen sein .....	151
Der Begriff Legierung .....	152
Der Begriff chemische Zusammensetzung oder Konzentration .....	153
Der Begriff Phase .....	153
Der Begriff Mischkristall .....	154
Der Begriff Zustandsdiagramm .....	155
Das eine Extrem: Unlöslichkeit im flüssigen und festen Zustand .....	157
Ein konkretes Zustandsdiagramm als Beispiel .....	158
Eine ausgewählte Legierung .....	159
Hinweise für die Cracks .....	159
Die Anwendung ist hier selten .....	159
Das andere Extrem: völlige Löslichkeit im flüssigen und festen Zustand .....	160
Wieder ein konkretes Zustandsdiagramm als Beispiel .....	160
Münzfälscher .....	162
Der Unterschied macht's .....	164
Ausbalanciert .....	165
Bis die Atome sichtbar werden .....	166
Praktische Bedeutung .....	169
Der Kompromiss: völlige Löslichkeit im flüssigen, teilweise Löslichkeit im festen Zustand .....	169
Von Bekanntem zu Neuem .....	170
Wieder ein konkretes Zustandsdiagramm als Beispiel .....	172
Wie es weitergeht .....	177
Die Faszination und Anwendung der eutektischen Legierungen .....	177
Mut zur Lücke .....	178
Die Praxis: Beispiele von Zustandsdiagrammen .....	178
Übungsaufgaben zum Kapitel 4 .....	181
Ein paar Lockerungsübungen zum Auftakt .....	181
Und hier geht's zur Sache .....	183
Richtig oder nicht richtig? .....	195
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	196
Ausblick .....	214





## 18 Inhaltsverzeichnis

### Kapitel 5

#### Legierungssystem Eisen-Kohlenstoff, Basis für alle

<b>Eisenwerkstoffe</b> .....	<b>215</b>
Erst einmal reines Eisen.....	215
So kommt die Kohle ins Eisen.....	217
Die Lücken im krz-Gitter.....	218
Die Lücken im kfz-Gitter.....	218
Und das sind die Folgen.....	218
Und jetzt das berühmte Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm.....	219
Stabiles Legierungssystem.....	219
Metastabiles Legierungssystem.....	225
Übungsaufgaben zum Kapitel 5.....	236
Rund um Eisen und Kohlenstoff.....	236
Jetzt geht's auch hier zur Sache.....	237
Richtig oder nicht richtig?.....	246
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	247

## TEIL II

### **DIE WICHTIGSTEN METHODEN DER WERKSTOFFPRÜFUNG 259**

### Kapitel 6

#### **Anspruchsvoller, als viele glauben: der Zugversuch 261**

So wird's gemacht.....	262
Schafft jeden Werkstoff: die Prüfmaschine.....	262
Nicht ganz harmlos: die Zugproben.....	263
Kraft-Verlängerungs-Diagramm und Spannungs-Dehnungs-Diagramm: das Resultat.....	265
Die Kennwerte des Zugversuchs im Überblick.....	273
Stärke zählt: die Festigkeitskennwerte.....	273
Formbarkeit zählt: die Zähigkeitskennwerte.....	275
Elastizität zählt: die elastischen Kennwerte.....	276
Ausblick und Schlusswort.....	276
Übungsaufgaben zum Kapitel 6.....	278
Richtig vorbereitet ist halb geprüft.....	278
Vorgeplänkel, das es in sich hat.....	279
Werkstoffe mit ausgeprägter Streckgrenze.....	279
Werkstoffe ohne ausgeprägte Streckgrenze.....	283
Das Finale.....	286
Richtig oder nicht richtig?.....	287
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	289

### Kapitel 7

#### **Hart, aber fair: die Härteprüfung 313**

Ein paar Überlegungen vorweg.....	313
So funktioniert ein modernes Härteprüfgerät.....	314
Härteprüfung nach Brinell.....	315
So prüfen Sie.....	315

## Inhaltsverzeichnis 19

Der richtige Kugeldurchmesser .....	315
Die richtige Prüfkraft .....	316
Und so ermitteln Sie den Härtewert .....	318
Sechs Tipps zum Härtewert .....	319
Ein interessanter Zusammenhang .....	320
Härteprüfung nach Vickers .....	321
So prüfen Sie .....	321
Und so ermitteln Sie den Härtewert .....	322
Wieder ein paar Tipps zum Härtewert .....	322
Fazit .....	323
Härteprüfung nach Rockwell .....	323
So prüfen Sie .....	324
Und so erhalten Sie die Rockwellhärte .....	324
Noch ein paar Anmerkungen .....	325
Die Härteprüfverfahren im Vergleich .....	326
Übungsaufgaben zum Kapitel 7 .....	328
Zum Wesen der Härte .....	328
Härteprüfung nach Brinell .....	329
Härteprüfung nach Vickers .....	330
Härteprüfung nach Rockwell .....	332
Kreuz und quer über alle Härteprüfverfahren .....	332
Richtig oder nicht richtig? .....	334
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	336

### Kapitel 8

#### Das unbekannte Wesen: die Kerbschlagbiegeprüfung ..... 343

Die Philosophie dahinter .....	343
Zäh heißt sicher .....	344
Einflüsse auf die Zähigkeit .....	345
Und jetzt der Schwenk zum Kerbschlagbiegeversuch .....	350
So sieht die Kerbschlagbiegeprobe aus .....	350
Versuchseinrichtung und -durchführung .....	351
So wirken sich Werkstoff und Temperatur auf die Kerbschlagarbeit aus .....	353
Bedeutung, Anwendung, Praxis .....	356
Übungsaufgaben zum Kapitel 8 .....	356
Was man eigentlich prüft .....	356
Rund um Probe, Versuchseinrichtung und -durchführung .....	357
Werkstoff, Temperatur und Kerbschlagarbeit .....	357
Richtig oder nicht richtig? .....	360
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	361

### Kapitel 9

#### Unermüdlich: die Schwingfestigkeitsprüfung ..... 367

Schon mit der Überschrift beginnt der Ärger .....	368
Das Phänomen .....	368
Das Problem mit dem Namen .....	369



## 20 Inhaltsverzeichnis

Das passiert innen drin im Werkstoff.....	370
Die wichtigsten Grundbegriffe.....	372
Wöhlerkurve und Dauerfestigkeit.....	374
Was da noch zu beachten wäre.....	378
Übungsaufgaben zum Kapitel 9.....	379
Das Phänomen und das Problem mit dem Namen.....	379
Ohne die wichtigsten Grundbegriffe geht es wieder einmal nicht.....	380
Wöhlerkurve und Dauerfestigkeit.....	382
Richtig oder nicht richtig?.....	385
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	386

### Kapitel 10

#### **Blick ins Innerste: die Metallografie ..... 395**

Zuerst der Begriff.....	395
Fürs Grobe: makroskopische Verfahren.....	396
So gehen Sie vor.....	397
Und das können Sie an geschliffenen Proben sehen.....	397
Das sehen Sie an polierten Proben.....	398
Richtig interessant wird es durch Ätzen.....	398
Die Lichtmikroskopie, faszinierend wie eh und je.....	400
Ohne gute Probenpräparation läuft gar nichts.....	400
So funktioniert das Lichtmikroskop.....	402
Und das erkennen Sie im Lichtmikroskop.....	403
Kann süchtig machen: die Elektronenmikroskopie.....	407
So funktioniert ein Rasterelektronenmikroskop.....	407
Atome enttarnen: die chemische Analyse.....	411
Übungsaufgaben zum Kapitel 10.....	413
Um was es sich bei der Metallografie überhaupt handelt.....	413
Makroskopische Verfahren und was man damit sieht.....	414
Die zauberhafte Welt der Mikroskopie.....	415
Rasterelektronenmikroskopie und Co.....	417
Richtig oder nicht richtig?.....	418
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	420

### Kapitel 11

#### **Macht nichts kaputt: die zerstörungsfreie Prüfung ..... 427**

Die Gedanken sind frei.....	428
Sicher ist sicher.....	428
Das soll die zerstörungsfreie Prüfung können.....	431
Die Kapillarverfahren.....	431
So funktioniert die Farbeindringprüfung.....	432
Die Vor- und Nachteile im Überblick.....	433
Die magnetischen Verfahren.....	434
So funktioniert die Magnetpulverprüfung.....	434
Ein paar Anmerkungen dazu.....	435
Richtig magnetisiert ist halb geprüft – die Magnetisierungsmethoden in der Praxis.....	436





## Inhaltsverzeichnis 21

Die induktiven Verfahren.....	437
So funktioniert die Wirbelstromprüfung.....	437
Ein Blick in die Praxis.....	439
Die Schallverfahren .....	440
Ausgewählte Grundlagen der Ultraschallprüfung .....	440
Die Praxis der Ultraschallprüfung .....	448
Die Strahlenverfahren.....	451
So erzeugen Sie Röntgen- und Gammastrahlen .....	451
Und so prüfen Sie Werkstücke grundsätzlich .....	452
Künstliche Intelligenz bei der zerstörungsfreien Prüfung.....	455
Übungsaufgaben zum Kapitel 11 .....	456
Auftaktphilosophie .....	456
Die Farbeindringprüfung.....	456
Die Magnetpulverprüfung .....	457
Die Wirbelstromprüfung.....	457
Die Ultraschallprüfung .....	458
Die Strahlenverfahren .....	461
Richtig oder nicht richtig? .....	462
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	465

### TEIL III

## **EISEN UND STAHL, NOCH LANGE KEIN ALTEISEN 475**

### **Kapitel 12**

#### **Stahlherstellung – der Weg vom Erz zum Stahl ..... 477**

Das Ziel im Blick.....	477
Der erste Schritt: vom Erz zum Roheisen .....	478
Die richtigen Zutaten.....	478
Rein in den Ofen.....	478
Die chemischen Reaktionen.....	479
Großtechnisch umgesetzt.....	480
Der zweite Schritt: vom Roheisen zum Stahl.....	481
Die Grundidee.....	481
Das Sauerstoffaufblasverfahren .....	481
Das Elektrostahlverfahren.....	482
Die Nachbehandlung .....	483
Das Finale .....	484
Übungsaufgaben zum Kapitel 12 .....	485
Gleich zur Sache.....	485
Richtig oder nicht richtig? .....	486
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	487

### **Kapitel 13**

#### **Nomen est omen: die normgerechte Bezeichnung der Eisenwerkstoffe ..... 491**

Die Philosophie und Systematik dahinter.....	492
Kennzeichnung mit Kurznamen, die persönliche Methode.....	493



## 22 Inhaltsverzeichnis

Wenn der Kurzname einen Hinweis auf Verwendung und Eigenschaften enthalten soll .....	493
Wenn der Kurzname einen Hinweis auf die chemische Zusammensetzung enthalten soll .....	496
Kennzeichnung mit Werkstoffnummern, die sichere Methode .....	499
Testen Sie sich .....	500
Übungsaufgaben zum Kapitel 13 .....	501
Zur Systematik der Werkstoffbezeichnungen .....	501
Namen analysieren .....	502
Namen synthetisieren .....	503
Richtig oder nicht richtig? .....	504
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	505

### Kapitel 14

#### Von heißen Öfen und kühlen Bädern: die

#### Wärmebehandlung der Stähle .....

**509**

Ziel der Wärmebehandlung oder warum die Werkstoffleute das tun .....	510
Temperaturführung, gezieltes Auf und Ab .....	510
Die berühmten Glühbehandlungen .....	512
Das Normalglühen .....	514
Das Weichglühen .....	517
Das Spannungsarmglühen .....	519
Weitere Glühbehandlungen .....	520
Noch ein Tipp .....	521
Alles, was hart macht: das Härten .....	521
Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit .....	522
Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Diagramm, nicht ganz einfach .....	525
Die Härteverfahren .....	540
Vergüten – in den guten Zustand bringen .....	544
Harte Schale, weicher Kern: das Randschichthärten .....	546
Übungsaufgaben zum Kapitel 14 .....	550
Kurzes Warmlaufen als Auftakt .....	551
Die berühmten Glühbehandlungen .....	551
Rund ums Härten .....	553
Richtig oder nicht richtig? .....	564
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel .....	567

### Kapitel 15

#### Stahlgruppen, die unendliche Vielfalt .....

**589**

Kohlenstoff und Legierungselemente, die Gewürze und Zutaten im Stahl, wie sie schmecken und was sie so anrichten .....	590
Die Eigenschaften der unlegierten Stähle .....	590
Der Reiz der niedriglegierten Stähle .....	593
Das Gefüge der hochlegierten Stähle .....	594
Die Grundgerichte: unlegierte Baustähle .....	601
Die Wunschliste bei den Baustählen .....	601
Und das sind ihre Eigenschaften .....	602

## Inhaltsverzeichnis 23

Haute Cuisine: schweißgeeignete Feinkornbaustähle .....	604
Der Reiz der Festigkeit.....	604
Das Geheimnis der feinen Körner.....	606
Die konkreten Feinkornbaustähle.....	607
Einige Fragen und Anmerkungen dazu.....	608
Ein Blick auf die Anwendung.....	609
Gezielter Ofeneinsatz: Vergütungsstähle.....	609
Brennen nicht so schnell an: warmfeste und hitzebeständige Stähle .....	613
Warmfeste Stähle .....	613
Hitzebeständige Stähle.....	618
Schmecken auch kalt: kaltzähe Stähle.....	620
Halten sich lang: nichtrostende Stähle.....	621
Die ferritischen Stähle.....	623
Die martensitischen Stähle .....	625
Austenitische Stähle.....	627
Austenitisch-ferritische Stähle.....	630
Korrosionsarten, die es eigentlich gar nicht geben dürfte.....	631
Ein paar abschließende Bemerkungen zu den rostbeständigen Stählen.....	635
Messer und Gabel: Werkzeugstähle.....	636
Die Wunschliste bei den Werkzeugstählen.....	636
Anlassbeständigkeit und Einteilung der Werkzeugstähle.....	637
Für maßvolle Temperaturen: Die Kaltarbeitsstähle .....	639
Wenn's heiß hergeht: die Warmarbeitsstähle .....	639
Wenn's schnell gehen muss: die Schnellarbeitsstähle.....	640
Stähle, von denen ich Ihnen nichts erzähle.....	641
Übungsaufgaben zum Kapitel 15 .....	642
Über Gewürze und Zutaten im Stahl.....	642
Die bodenständigen unlegierten Baustähle .....	644
Die Raffinesse der Feinkornbaustähle.....	645
Die leistungsfähigen Vergütungsstähle.....	646
Die Grundsätze der warmfesten und hitzebeständigen Stähle.....	646
Der Stahl, der aus der Kälte kam .....	648
Die nichtrostenden Stähle und warum sie manchmal doch korrodieren.....	648
Was in den Werkzeugstählen steckt.....	651
Richtig oder nicht richtig? .....	652
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	654

## **Kapitel 16** **Eisengusswerkstoffe, genauso vielfältig wie die Stähle..... 671**

Worin sich Stahl, Stahlguss und Gusseisen unterscheiden .....	672
Stahlguss, in Formen gegossener Stahl.....	673
Gusseisen, der landläufige »Guss«.....	674
Gefügebildung, oder was innen drin ist.....	674
Hart und verschleißfest: Hartguss .....	678
Der Klassiker: Gusseisen mit Lamellengrafit.....	679



## 24 Inhaltsverzeichnis

Ganz schön zäh: Gusseisen mit Kugelgraphit.....	684
Der Kompromiss: Gusseisen mit Vermiculargrafit.....	686
Der Besondere: Temperguss.....	687
Übungsaufgaben zum Kapitel 16.....	687
Der Überblick.....	687
Mit Stahlguss geht es los.....	687
Das Gusseisen mit seinen Varianten.....	688
Richtig oder nicht richtig?.....	691
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	692

### **TEIL IV WAS ES AUßER DEN EISENWERKSTOFFEN NOCH HOCHINTERESSANTES GIBT** **699**

<b>Kapitel 17</b>	
<b>Nichteisenmetalle.....</b>	<b>701</b>
Auch Nichteisenmetalle werden sinnvoll bezeichnet.....	701
Ein Beispiel für einen Kurznamen.....	702
Und so ist die Werkstoffnummer aufgebaut.....	703
Der edel aussehende Werkstoff: Aluminium und Aluminiumlegierungen.....	704
Die Herstellung ist gar nicht so einfach.....	704
Einige typische Eigenschaften.....	705
Warum das reine Aluminium so weich ist.....	707
Wie Sie das Aluminium fest bekommen.....	707
Die Aluminiumlegierungen in der Praxis.....	714
Der bunte Werkstoff: Kupfer und Kupferlegierungen.....	719
Herstellung mit langer Tradition.....	719
Einige charaktervolle Eigenschaften.....	719
Reinkupfersorten, charmant und variantenreich.....	720
Kupferlegierungen in der Praxis.....	724
Weitere Nichteisenmetalle und -legierungen, da ist noch Musik drin.....	725
Übungsaufgaben zum Kapitel 17.....	726
Auch die Nichteisenmetalle bezeichnet man sinnvoll.....	726
Rund ums Aluminium.....	727
Das bunte Kupfer.....	731
Richtig oder nicht richtig?.....	733
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	734

<b>Kapitel 18</b>	
<b>Anorganische nichtmetallische Werkstoffe und was sich dahinter verbirgt.....</b>	<b>743</b>
Glas, klar doch.....	744
Ein bisschen Grundlegendes.....	744
Ein paar Eigenschaften.....	746
Keramiken, traditionell bis hochmodern.....	747
Herstellung – mehr als Töpfern.....	748



## Inhaltsverzeichnis 25

Der Charakter der Keramiken.....	753
Die konkreten Keramiken.....	754
Weitere anorganische nichtmetallische Werkstoffe .....	760
Übungsaufgaben zum Kapitel 18 .....	761
Bei den Gläsern durchblicken.....	761
Von der antiken Vase bis zum Hochleistungswerkstoff: die Keramiken .....	761
Richtig oder nicht richtig? .....	764
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	765

### Kapitel 19

#### **Nicht mehr wegzudenken: die Kunststoffe ..... 771**

Um was es sich bei den Kunststoffen überhaupt handelt .....	772
Viele Wege zum Ziel: die Herstellung der Kunststoffe .....	773
Die Additionspolymerisation .....	774
Die Kondensationspolymerisation.....	777
Die Eigenschaften der Kunststoffe ganz pauschal.....	779
Wie es innen aussieht: der Aufbau der Kunststoffe.....	780
Die mechanischen Eigenschaften der Kunststoffe.....	781
Wie sich die Thermoplaste verhalten .....	782
Wie sich die Elastomere verhalten .....	786
Wie sich die Duroplaste verhalten .....	787
Frage und Antwort.....	788
In Form gebracht: die Verarbeitung .....	789
Übungsaufgaben zum Kapitel 19 .....	790
Rund um Definition und Herstellung.....	790
Übungen zu Aufbau, Eigenschaften und Verarbeitung .....	790
Richtig oder nicht richtig? .....	792
Antworten zu den Aufgaben in diesem Kapitel.....	793

### TEIL V

#### **DER TOP-TEN-TEIL ..... 801**

### Kapitel 20

#### **Zehn Tipps zum Lösen von Übungsaufgaben..... 803**

Rechtzeitig anfangen .....	803
Wie Sie mit dem Spicken umgehen.....	804
Legen Sie beim Rechnen richtig los .....	804
Vom passenden Umgang mit Gleichungen.....	805
Die Sache mit den Einheiten.....	805
Wer misst, misst Mist.....	805
Zur (ungeschlechtlichen) Fortpflanzung der Fehler.....	806
Das Endergebnis ist nicht ganz harmlos.....	807
Ein Bild sagt mehr als tausend Worte .....	808
Richtig dargestellt ist halb gewonnen .....	808



## 26 Inhaltsverzeichnis

### Kapitel 21

#### **Zehn Tipps für ein erfolgreiches Studium ..... 811**

Das Studium ernst nehmen.....	811
Ausgeruht und pünktlich antreten.....	812
Aktiv in Vorlesungen, Übungen und im Labor mitarbeiten.....	812
Sofort nachhaken.....	812
Vor- und nacharbeiten.....	813
Üben, üben, üben.....	813
Ein Buch lesen.....	813
Miteinander reden.....	813
Niemals aufschieben.....	814
Das Leben ist nicht nur Studium.....	814

#### **Glossar..... 815**

#### **Stichwortverzeichnis..... 841**

