

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Kristallstruktur	1
1.1 Periodische Strukturen – Grundbegriffe und Definitionen	3
1.1.1 Das Bravais-Gitter.....	3
1.1.2 Klassifizierung von Kristallgittern	7
1.1.3 Richtungen und Ebenen in Kristallen	20
1.1.4 Quasikristalle	22
1.2 Einfache Kristallstrukturen	24
1.2.1 Die sc-Struktur	25
1.2.2 Die fcc-Struktur	25
1.2.3 Die bcc-Struktur	26
1.2.4 Die hcp-Struktur	27
1.2.5 Die dhcp-Struktur.....	28
1.2.6 Die Natriumchloridstruktur	28
1.2.7 Die Cäsiumchloridstruktur	29
1.2.8 Die Diamantstruktur	30
1.2.9 Die Zinkblende-und Wurtzit-Struktur.....	31
1.2.10 Die Graphitstruktur	33
1.3 Festkörperoberflächen	35
1.4 Reale Kristalle	37
1.4.1 Strukturelle Fehlordnung	37
1.4.2 Chemische Fehlordnung	43
1.5 Nicht-kristalline Festkörper	44
1.5.1 Die radiale Verteilungsfunktion.....	44
1.5.2 Flüssigkristalle	46
1.6 Vertiefungsthema: Direkte Abbildung von Kristallstrukturen	49
1.6.1 Elektronenmikroskopie	49
1.6.2 Rastersondentechniken	51
Literatur	53

2	Strukturanalyse	55
2.1	Das reziproke Gitter	56
2.1.1	Definition des reziproken Gitters	56
2.1.2	Fourier-Analyse	57
2.1.3	Die reziproken Gittervektoren	57
2.1.4	Die erste Brillouin-Zone	61
2.1.5	Gitterebenen und Millersche Indizes	62
2.1.6	Gegenüberstellung von direktem und reziprokem Raum	65
2.2	Beugung von Wellen an periodischen Strukturen	65
2.2.1	Die Bragg-Bedingung	66
2.2.2	Die von Laue Bedingung	67
2.2.3	Zusammenhang zwischen Bragg und von Laue Bedingung	70
2.2.4	Allgemeine Beugungstheorie	71
2.2.5	Beispiele für Strukturfaktoren	77
2.2.6	Inelastische Streuung	78
2.2.7	Der Debye-Waller Faktor	81
2.2.8	Vertiefungsthema: Der Mößbauer-Effekt	84
2.3	Experimentelle Methoden	87
2.3.1	Wellentypen	87
2.3.2	Methoden der Röntgendiffraktometrie	91
	Literatur	94
3	Bindungskräfte	95
3.1	Grundlagen	96
3.1.1	Bindungsenergie und Schmelztemperatur	96
3.1.2	Elektronische Struktur der Atome	97
3.2	Die Van der Waals Bindung	102
3.2.1	Wechselwirkung zwischen fluktuierenden Dipolen	103
3.2.2	Abstoßende Wechselwirkung	105
3.2.3	Gleichgewichtsgitterkonstante	107
3.2.4	Kompressibilität	109
3.3	Die ionische Bindung	110
3.3.1	Madelungenergie	111
3.3.2	Gleichgewichtsgitterkonstante	115
3.3.3	Kompressibilität	116
3.4	Die kovalente Bindung	117
3.4.1	Das H_2^+ -Molekülion	118
3.4.2	Das H_2 -Molekül	122
3.4.3	Vertiefungsthema: Hybridisierung	129
3.5	Die metallische Bindung	136
3.5.1	Bindungsenergie	137

3.6	Die Wasserstoffbrückenbindung	140
3.7	Atom- und Ionenradien	141
3.7.1	Atomradien	142
3.7.2	Ionenradien	142
Literatur	.....	143
4	Elastische Eigenschaften	145
4.1	Grundlagen	146
4.2	Spannung und Dehnung	146
4.2.1	Der Spannungstensor	146
4.2.2	Die Dehnungskomponenten	149
4.3	Der Elastizitätstensor	151
4.3.1	Elastische Energiedichte	153
4.3.2	Kristallsymmetrie und Elastizitätsmodul	154
4.4	Vertiefungsthema: Verspannungseffekte in epitaktischen Schichten	157
4.5	Technische Größen.....	160
4.6	Elastische Wellen.....	163
4.6.1	Elastische Wellen in kubischen Kristallen.....	164
4.6.2	Experimentelle Methoden	167
Literatur	.....	168
5	Gitterdynamik	171
5.1	Grundlegendes	172
5.1.1	Die adiabatische Näherung	172
5.1.2	Die harmonische Näherung.....	176
5.2	Klassische Theorie.....	178
5.2.1	Bewegungsgleichungen	178
5.2.2	Kristallgitter mit einatomiger Basis	180
5.2.3	Kristallgitter mit zweiatomiger Basis.....	185
5.2.4	Gitterschwingungen – dreidimensionaler Fall	191
5.3	Zustandsdichte im Phononenspektrum.....	193
5.3.1	Randbedingungen.....	194
5.3.2	Zustandsdichte im Impulsraum.....	196
5.3.3	Zustandsdichte im Frequenzraum	196
5.4	Quantisierung der Gitterschwingungen	200
5.4.1	Das Quantenkonzept.....	200
5.4.2	Phononen	200
5.4.3	Der Impuls von Phononen	202

5.5	Experimentelle Methoden	204
5.5.1	Inelastische Neutronenstreuung	206
5.5.2	Inelastische Lichtstreuung	208
Literatur	.....	212
6	Thermische Eigenschaften	213
6.1	Spezifische Wärme	214
6.1.1	Definition der spezifischen Wärme	214
6.1.2	Klassische Betrachtung.....	215
6.1.3	Quantenmechanische Betrachtung	219
6.1.4	Temperaturverlauf der spezifischen Wärme	222
6.1.5	Debye- und Einstein-Näherung	224
6.1.6	Phononenzahl und Nullpunktsenergie.....	230
6.1.7	Vertiefungsthema: Analogie zwischen Phononen- und Photonengas	231
6.2	Anharmonische Effekte	233
6.2.1	Anharmonisches Potenzial.....	234
6.3	Thermische Ausdehnung.....	237
6.3.1	Mittlere Auslenkung	237
6.3.2	Vertiefungsthema: Zustandsgleichung und thermische Ausdehnung	239
6.4	Wärmeleitfähigkeit.....	243
6.4.1	Definition der Wärmeleitfähigkeit	244
6.4.2	Transporttheorie	244
6.4.3	Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit	247
6.4.4	Spontaner Zerfall von Phononen	252
6.4.5	Vertiefungsthema: Wärmetransport in amorphen Festkörpern	252
6.4.6	Vertiefungsthema: Wärmetransport in niederdimensionalen Systemen.....	254
Literatur	.....	257
7	Das freie Elektronengas	259
7.1	Modell des freien Elektronengases	261
7.1.1	Grundzustand.....	261
7.1.2	Fermi-Gas bei endlicher Temperatur	270
7.1.3	Das chemische Potenzial	272
7.2	Spezifische Wärme	274
7.2.1	Theorie	274
7.2.2	Experimentelle Ergebnisse	276
7.3	Transporteigenschaften	279
7.3.1	Elektrische Leitfähigkeit	279
7.3.2	Thermische Leitfähigkeit.....	287
7.3.3	Thermokraft.....	290
7.3.4	Bewegung im Magnetfeld	292

7.4	Niedrigdimensionale Elektronengassysteme	302
7.4.1	Zweidimensionales Elektronengas	302
7.4.2	Eindimensionales Elektronengas	305
7.4.3	Nulldimensionales Elektronengas	306
7.5	Transporteigenschaften von niederdimensionalen Elektronengasen	306
7.5.1	Eindimensionales Elektronengas: Leitwertquantisierung	306
7.5.2	Vertiefungsthema: Nulldimensionales Elektronengas: Coulomb-Blockade ..	309
Literatur	.....	313
8	Energiebänder	315
8.1	Bloch-Elektronen	317
8.1.1	Bloch-Wellen im Ortsraum	320
8.1.2	Bloch-Wellen im $\mathbf{k}$ -Raum	321
8.1.3	Der Kristallimpuls	322
8.1.4	Dispersionsrelation und Bandstruktur	323
8.1.5	Reduziertes Zonenschema	325
8.2	Die Näherung fast freier Elektronen	328
8.2.1	Qualitative Diskussion	328
8.2.2	Quantitative Diskussion	330
8.3	Die Näherung stark gebundener Elektronen	335
8.3.1	Beispiele: kubische Gitter	339
8.3.2	Weitere Methoden zur Bandstrukturberechnung	342
8.3.3	Vertiefungsthema: Spin-Bahn-Kopplung	343
8.4	Metalle, Halbmetalle, Halbleiter, Isolatoren	345
8.4.1	Anzahl der Zustände pro Band	346
8.4.2	Halbmetalle	348
8.4.3	Isolatoren	348
8.5	Zustandsdichte und Bandstrukturen	350
8.5.1	Zustandsdichte	350
8.5.2	Beispiele für Bandstrukturen	352
8.5.3	Experimentelle Bestimmung der Bandstruktur	354
8.6	Fermi-Flächen von Metallen	358
8.6.1	Quadratisches Gitter	358
8.7	Wechselwirkende Elektronensysteme	363
8.7.1	Hartree-Fock-Methode	364
8.7.2	Dichtefunktionaltheorie	365
8.7.3	Hubbard-Modell	365
Literatur	.....	367

9	Dynamik von Kristallelektronen	369
9.1	Semiklassisches Modell	371
9.1.1	Grundlagen des semiklassischen Modells	374
9.1.2	Gültigkeitsbereich des semiklassischen Modells	377
9.2	Bewegung von Kristallelektronen	378
9.2.1	Gefüllte Bänder	378
9.2.2	Teilweise gefüllte Bänder	380
9.2.3	Elektronen und Löcher	382
9.2.4	Semiklassische Bewegung im homogenen Magnetfeld	386
9.2.5	Semiklassische Bewegung in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	390
9.2.6	Hall-Effekt und Magnetwiderstand im Hochfeldgrenzfall	391
9.3	Streuprozesse	395
9.3.1	Beschreibung von Streuprozessen	395
9.3.2	Streuquerschnitte	398
9.4	Boltzmann-Transportgleichung	405
9.4.1	Boltzmann-Gleichung und Relaxationszeit	406
9.4.2	Linearisierte Boltzmann-Gleichung	409
9.4.3	Relaxationszeit-Ansatz	409
9.5	Thermoelektrische und thermomagnetische Effekte	413
9.5.1	Thermoelektrische Effekte	414
9.5.2	Thermomagnetische Effekte	425
9.6	Spin-Transport	428
9.6.1	Allgemeines Klassifizierungsschema	428
9.6.2	Spin-Ströme	431
9.7	Vertiefungsthema: Relativistische und topologische Effekte	434
9.7.1	Anomaler Hall- Effekt	435
9.7.2	Anomaler Nernst-Effekt	445
9.7.3	Spin-Hall- und Spin-Nernst-Effekt	446
9.8	Vertiefungsthema: Quanteninterferenzeffekte	448
9.8.1	Mesoskopische Systeme	450
9.9	Vertiefungsthema: Magnetwiderstand	452
9.9.1	Magnetwiderstand und Hall-Effekt im Einband-Modell	453
9.9.2	Magnetwiderstand und Hall-Effekt im Zweiband-Modell	455
9.10	Quantisierung der Bahnen	459
9.10.1	Freie Ladungsträger	459
9.10.2	Zustandsdichte im Magnetfeld	464
9.10.3	Kristallelektronen	465
9.10.4	Vertiefungsthema: Magnetischer Durchbruch	468
9.11	Experimentelle Bestimmung der Fermi-Flächen	470

9.11.1	De Haas-van Alphen-Effekt	471
9.11.2	Shubnikov-de Haas-Effekt	476
9.11.3	Vertiefungsthema: Zyklotronresonanz	477
9.11.4	Vertiefungsthema: Anomaler Skin-Effekt	479
Literatur		480
10	Halbleiter	483
10.1	Grundlegende Eigenschaften	485
10.1.1	Klassifizierung von Halbleitern	485
10.1.2	Intrinsische Halbleiter	489
10.1.3	Dotierte Halbleiter	501
10.1.4	Elektrische Leitfähigkeit	508
10.1.5	Hall-Effekt	511
10.1.6	Vertiefungsthema: Seebeck- und Peltier-Effekt	513
10.2	Inhomogene Halbleiter	514
10.2.1	p - n Übergang im thermischen Gleichgewicht	515
10.2.2	p - n Übergang mit angelegter Spannung	522
10.2.3	Schottky-Kontakt	527
10.2.4	Schottky-Kontakt mit angelegter Spannung	529
10.3	Halbleiter-Bauelemente	532
10.3.1	Zener-Diode	532
10.3.2	Esaki- oder Tunneldiode	534
10.3.3	Solarzelle	536
10.3.4	Bipolarer Transistor	542
10.4	Realisierung von niedrigdimensionalen Elektronengassystemen	546
10.4.1	Zweidimensionale Elektronengase	546
10.4.2	Vertiefungsthema: Halbleiter-Laser	554
10.5	Zweidimensionales Elektronengas: Quanten-Hall-Effekt	555
10.5.1	Zweidimensionales Elektronengas im Magnetfeld	556
10.5.2	Transporteigenschaften des zweidimensionalen Elektronengases	558
10.5.3	Ganzzahliger Quanten-Hall-Effekt	560
10.5.4	Vertiefungsthema: Fraktionaler Quanten-Hall-Effekt	569
Literatur		571
11	Dielektrische Eigenschaften	573
11.1	Makroskopische Elektrodynamik	575
11.1.1	Die dielektrische Funktion	575
11.1.2	Kramers-Kronig-Relationen	578
11.1.3	Absorption, Transmission und Reflexion von elektromagn. Strahlung	579
11.1.4	Das lokale elektrische Feld	581
11.2	Mikroskopische Theorie	584

11.3	Elektronische Polarisation	586
11.3.1	Lorentzsches Oszillator-Modell	587
11.3.2	Vertiefungsthema: Quantenmechanische Beschreibung der elektronischen Polarisation	590
11.4	Ionische Polarisation	596
11.4.1	Eigenschwingungen von Ionenkristallen	597
11.4.2	Erzwungene Schwingungen von Ionenkristallen	600
11.5	Orientierungspolarisation	606
11.5.1	Statische Polarisation	606
11.5.2	Frequenzabhängige Polarisation	608
11.6	Dielektrische Eigenschaften von Metallen und Halbleitern	610
11.6.1	Dielektrische Funktion eines freien Elektronengases	610
11.6.2	Longitudinale Plasmaschwingungen: Plasmonen	614
11.6.3	Erzwungene transversale Plasmaschwingungen: Plasmon-Polaritonen	617
11.6.4	Interband-Übergänge	618
11.6.5	Exzitonen	620
11.7	Elektron-Elektron-Wechselwirkung und Abschirmung in Metallen	622
11.7.1	Statische Abschirmung	623
11.7.2	Vertiefungsthema: Lindhard Theorie	629
11.7.3	Vertiefungsthema: Abschirmung von Phononen in Metallen	633
11.7.4	Polaronen	637
11.7.5	Vertiefungsthema: Metall-Isolator-Übergang	640
11.7.6	Elektron-Elektron-Wechselwirkung und Theorie der Fermi-Flüssigkeit	641
11.8	Ferroelektrizität	643
11.8.1	Landau-Theorie der Phasenübergänge	646
11.8.2	Klassifizierung von Ferroelektrika	649
11.8.3	Ferroelektrische Domänen	653
11.8.4	Piezoelektrizität	653
Literatur	.....	656
12	Magnetismus	659
12.1	Makroskopische Größen	662
12.1.1	Die magnetische Suszeptibilität	662
12.1.2	Magnetische Feldstärke und Flussdichte	664
12.1.3	Entmagnetisierungs- und Streufelder	665
12.1.4	Lokales magnetisches Feld	666
12.1.5	Magnetostatische Selbstenergie	667
12.2	Mikroskopische Theorie	668
12.2.1	Dia-, Para- und Ferromagnetismus	668
12.3	Atomarer Dia- und Paramagnetismus	671
12.3.1	Atome im homogenen Magnetfeld	671

12.3.2	Statistische Betrachtung	674
12.3.3	Larmor-Diamagnetismus	676
12.3.4	Magnetische Momente in Festkörpern	678
12.3.5	Langevin-Paramagnetismus	684
12.3.6	Vertiefungsthema: Van Vleck Paramagnetismus	688
12.3.7	Kühlung durch adiabatische Entmagnetisierung	689
12.4	Para- und Diamagnetismus von Metallen	692
12.4.1	Pauli-Paramagnetismus	693
12.4.2	Landau-Diamagnetismus	696
12.5	Kooperativer Magnetismus	697
12.5.1	Dipol-Dipol-Wechselwirkung	698
12.5.2	Austauschwechselwirkung zwischen lokalisierten Elektronen	698
12.5.3	Dzyaloshinskii-Moriya Wechselwirkung	705
12.5.4	Spin-Bahn-Wechselwirkung	707
12.5.5	Zeeman-Wechselwirkung	710
12.5.6	Austauschwechselwirkung zwischen itineranten Elektronen	711
12.6	Magnetische Ordnungsphänomene	719
12.6.1	Magnetische Ordnungsstrukturen	719
12.6.2	Ferromagnetismus	720
12.6.3	Ferrimagnetismus	726
12.6.4	Antiferromagnetismus	730
12.7	Magnetische Anisotropie	734
12.7.1	Magnetische freie Energiedichte	736
12.7.2	Magnetokristalline Anisotropie	736
12.7.3	Formanisotropie	740
12.7.4	Induzierte Anisotropie	740
12.8	Magnetische Domänen	742
12.8.1	Ferromagnetische Domänen	742
12.8.2	Antiferromagnetische Domänen	744
12.8.3	Domänenwände	744
12.8.4	Abbildung der Domänenstruktur	747
12.8.5	Magnetisierungskurve	748
12.8.6	Magnetische Speichermedien	749
12.9	Magnetisierungsdynamik	751
12.9.1	Ferromagnetische Resonanz	753
12.10	Spin-Wellen	754
12.10.1	Austauschmoden	756
12.10.2	Dipolare Moden	763
12.10.3	Vertiefungsthema: Antiferromagnetische Spin-Wellen	764
Literatur	.....	766

13	Supraleitung	769
13.1	Geschichte und grundlegende Eigenschaften	772
13.1.1	Geschichte der Supraleitung	772
13.1.2	Supraleitende Materialien	780
13.1.3	Sprungtemperaturen	783
13.1.4	Grundlegende Eigenschaften.....	784
13.2	Thermodynamische Eigenschaften von Supraleitern	792
13.2.1	Typ-I Supraleiter im Magnetfeld	792
13.2.2	Typ-II Supraleiter im Magnetfeld	797
13.3	Phänomenologische Modelle	798
13.3.1	London-Gleichungen	798
13.3.2	Verallgemeinerte London Theorie – Supraleitung als makroskopisches Quantenphänomen	801
13.3.3	Die Ginzburg-Landau-Theorie	813
13.4	Typ-I und Typ-II Supraleiter	825
13.4.1	Mischzustand und kritische Felder	826
13.4.2	Supraleiter-Normalleiter Grenzflächenenergie.....	827
13.4.3	Vertiefungsthema: Zwischenzustand und Entmagnetisierungseffekte	829
13.4.4	Kritische Felder	830
13.4.5	Vertiefungsthema: Nukleation an Oberflächen	834
13.4.6	Vertiefungsthema: Shubnikov-Phase und Flussliniengitter	835
13.4.7	Vertiefungsthema: Flusslinien in Typ-II Supraleitern.....	838
13.4.8	Kritische Stromdichte	843
13.5	Mikroskopische Theorie	847
13.5.1	Attraktive Elektron-Elektron-Wechselwirkung und Cooper-Paare	849
13.5.2	Der BCS-Grundzustand	858
13.5.3	Energielücke und Anregungsspektrum	873
13.5.4	Quasiteilchentunneln	875
13.5.5	Thermodynamische Größen	879
13.6	Josephson-Effekt	883
13.6.1	Die Josephson-Gleichungen	883
13.6.2	Josephson-Kontakt mit Wechselfeld	888
13.6.3	Josephson-Kontakt im Magnetfeld.....	889
13.6.4	Supraleitende Quanteninterferometer	893
13.7	Kritische Ströme in Typ-II Supraleitern.....	895
13.7.1	Stromtransport im Mischzustand	896
13.7.2	Lorentz-Kraft.....	898
13.7.3	Reibungskraft	900
13.7.4	Haftkraft.....	901
13.8	Unkonventionelle Supraleitung	903

13.9	Kuprat-Supraleiter	905
13.9.1	Strukturelle Eigenschaften	906
13.9.2	Elektronische Eigenschaften	907
13.9.3	Supraleitende Eigenschaften	912
Literatur	.....	921
14	Topologische Quantenmaterie	929
14.1	Geschichte und Grundlegende Aspekte	930
14.2	Topologie und Bandstruktur	932
14.2.1	Klassifizierung von geometrischen Körpern	933
14.2.2	Elektronische Bandstruktur und topologische Invarianten	934
14.3	Berry-Phase und Chern-Zahl	935
14.3.1	Berry-Phase	935
14.3.2	Chern-Zahl	937
14.3.3	Beispiel Spin-1/2-System	940
14.3.4	Beispiel Aharonov-Bohm-Effekt	941
14.4	Topologische Phasen und Phasenübergänge	942
14.4.1	Kosterlitz-Thouless-Übergang	943
14.4.2	Klassifizierung von topologischen Phasen	946
14.4.3	Oberflächen und Grenzflächen	947
14.5	Zweidimensionale Topologische Isolatoren	949
14.5.1	TI mit gebrochener Zeitumkehrsymmetrie	949
14.5.2	TI ohne gebrochene Zeitumkehrsymmetrie	950
14.5.3	Quanten-Hall-Effekte	952
14.6	Dreidimensionale Topologische Isolatoren	953
14.7	Topologische Supraleiter	954
14.8	Zukunftsperspektiven	955
Literatur	.....	955
A	Quantentheorie des Gitters	957
A.1	Der harmonische Oszillator	957
A.2	Quantisierung von Gitterschwingungen	958
A.2.1	Lineare Kette	958
A.2.2	Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren	961
B	Quantenstatistik	963
B.1	Identische Teilchen	963
B.1.1	Klassischer Fall: Maxwell-Boltzmann-Statistik	964

B.1.2	Quantenmechanischer Fall.....	964
B.2	Die quantenmechanischen Verteilungsfunktionen	966
B.2.1	Quantenstatistische Beschreibung	966
B.2.2	Photonen-Statistik	969
B.2.3	Die Fermi-Dirac-Statistik	970
B.2.4	Die Bose-Einstein-Statistik.....	972
B.2.5	Quantenstatistik im klassischen Grenzfall	973
C	Sommerfeld-Entwicklung	977
D	Geladenes Teilchen in elektromagnetischem Feld	979
D.1	Der verallgemeinerte Impuls	979
D.2	Lagrange-Funktion.....	979
D.3	Hamilton-Funktion	981
E	Symmetrietransformationen	983
E.1	Symmetrien in der Physik.....	983
E.2	Zeitumkehrtransformation	984
E.3	Parität	985
E.4	Ladungskonjugation	987
F	Dipolnäherung	989
G	Thermodynamische Eigenschaften von Festkörpern	991
G.1	Thermodynamische Potenziale	991
G.2	Innere Energie	992
G.2.1	Arbeit an Systemen in elektrischen und magnetischen Feldern	993
G.2.2	Zusammenhang zwischen innerer Energie und elektromagnetischer Arbeit	1000
G.3	Freie Energie	1001
G.4	Freie Enthalpie	1002
G.5	Verwendung der thermodynamischen Potenziale	1004
G.6	Spezifische Wärme	1005
Literatur	.....	1006

H	Herleitungen zur Supraleitung	1007
H.1	Madelung-Transformation	1007
H.2	BCS Hamilton-Operator	1010
H.3	Grundzustandsenergie	1011
H.4	Josephson-Gleichungen	1012
I	SI-Einheiten	1015
I.1	Geschichte des SI-Systems	1015
I.2	Die SI-Basiseinheiten	1016
I.2.1	Einige von den SI-Einheiten abgeleitete Einheiten	1017
I.3	Vorsätze	1018
I.4	Abgeleitete Einheiten und Umrechnungsfaktoren	1018
I.4.1	Länge, Fläche, Volumen	1018
I.4.2	Masse	1019
I.4.3	Zeit, Frequenz	1019
I.4.4	Temperatur	1019
I.4.5	Winkel	1020
I.4.6	Kraft, Druck, Viskosität	1020
I.4.7	Energie, Leistung, Wärmemenge	1020
I.4.8	Elektromagnetische Einheiten	1021
J	Physikalische Konstanten	1023
	Literatur	1027
	Abbildungsnachweis	1031
	Index	1033