

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort der Präsidentin des DVTA Christiane Maschek	<i>XVII</i>
Geleitwort von Dr. habil. Hartmut Böhm	<i>XIX</i>
Vorwort	<i>XXI</i>
1 Einführung	<i>1</i>
1.1 Ihre beruflichen Tätigkeitsbereiche	<i>1</i>
1.2 Ihre berufsbezogene Chemie-Ausbildung	<i>3</i>
1.3 Wie ist dieses Lehrbuch aufgebaut?	<i>4</i>
1.4 Physik ... Chemie	<i>7</i>
1.5 Chemie ... Biologie	<i>9</i>
2 Stoffe und ihre Einteilung	<i>13</i>
2.1 Die Vielfalt an Stoffen	<i>13</i>
2.1.1 Bedeutungen des Stoff-Begriffes	<i>15</i>
2.1.2 Bedeutungen der Bezeichnung „Mittel“	<i>16</i>
2.1.3 Reinheitsgrad von Stoffen	<i>17</i>
2.2 Einteilung von Stoffen	<i>18</i>
2.3 Charakteristische Eigenschaften reiner Stoffe	<i>18</i>
2.3.1 Identifizierung reiner Stoffe	<i>18</i>
2.3.2 Schmelztemperatur reiner Stoffe	<i>19</i>
2.3.3 Siedetemperatur reiner Stoffe	<i>20</i>
2.3.4 Dichte	<i>20</i>
2.4 Einige grundlegende Begriffe in der Chemie	<i>20</i>
2.4.1 Natriumchlorid und Glucose als Beispiele für reine Stoffe	<i>20</i>
2.4.2 Zusammenhänge zwischen chemischem Aufbau und Eigenschaften von Stoffen	<i>22</i>
2.4.3 Zwischenmolekulare Kräfte	<i>23</i>
2.5 Stoff-Gemische	<i>24</i>
2.5.1 Homogene Stoff-Gemische	<i>24</i>
2.5.2 Heterogene Stoff-Gemische	<i>24</i>
2.5.3 Zusammensetzung von Nährmedien	<i>25</i>
2.5.4 Der Umgang mit Arbeitsstoffen	<i>28</i>

3	Chemische Elemente, Atom-Aufbau und Isotope	31
3.1	Unterscheidung Elemente ... Verbindungen	31
3.2	Die kleinsten Teilchen chemischer Elemente	32
3.2.1	Atome und Elementarteilchen	32
3.2.2	Atom-Aufbau	34
3.3	Isotope	34
3.4	Die natürliche Radioaktivität	36
3.5	Künstliche Kern-Umwandlungen	39
3.6	Anwendungen von Radionucliden	39
4	Das Periodensystem der Elemente	43
4.1	Einführung	43
4.2	Das heutige Periodensystem	44
4.3	Aufbau-Prinzip der Elektronenhülle	45
4.4	Aufbau des Periodensystems	47
4.5	Einteilung der Elemente in Gruppen	48
4.6	Periodizität von Eigenschaften	50
5	Entstehung chemischer Verbindungen	57
5.1	Übersicht	57
5.2	Ionen-Verbindungen	58
5.2.1	Eigenschaften von Ionen-Verbindungen	60
5.2.2	Entstehung von Ionen und Ionen-Bindungen	60
5.2.3	Benennung von Ionen-Verbindungen	62
5.3	Entstehung von Molekülen	63
5.3.1	Moleküle aus zwei gleichartigen Atomen	63
5.3.2	Moleküle aus zwei verschiedenartigen Atomen	65
5.3.3	Moleküle aus mehr als zwei Atomen	65
5.4	Elektronegativität	68
5.5	Koordinationsverbindungen (Komplex-Verbindungen)	69
5.5.1	Komplex-Verbindungen	71
5.5.2	Stabilität und Anwendungen von Komplex-Verbindungen	73
5.5.3	Chelat-Komplexe	75
6	Quantitative Angaben in der Chemie	79
6.1	Die Notwendigkeit quantitativer Angaben	79
6.2	Relative Molekülmasse und Formelmasse	80
6.3	Das Internationale Einheiten-System	81
6.4	Das Mol – die Einheit der Stoffmenge	81
6.5	Stoffmengen-Angaben	83
6.6	Molare Masse	84
6.7	Das Dalton als Masseneinheit	86

7	Gase	89
7.1	Die verschiedenen Aggregatzustände	89
7.2	Physikalische Eigenschaften von Gasen	89
7.2.1	Druck-Volumen-Abhängigkeit bei konstanter Temperatur	90
7.2.2	Volumen-Änderung und Druck-Änderung in Abhängigkeit von der Temperatur	90
7.2.3	Die absolute Temperatur-Skala	90
7.2.4	Allgemeine Zustandsgleichung idealer Gase	91
7.2.5	Das molare Volumen idealer Gase	92
7.2.6	Gas-Gemische	92
7.3	Wasserstoff	93
7.4	Gase in der Umwelt	93
8	Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen	97
8.1	Übersicht	97
8.2	Masse und Volumen bei chemischen Reaktionen	98
8.2.1	Gesetz von der Erhaltung der Masse (Lavoisier, 1785)	98
8.2.2	Gesetz von den konstanten Proportionen (Proust, 1799)	99
8.2.3	Gesetz von den multiplen Proportionen (Dalton, 1808)	99
8.2.4	Volumen-Gesetz von Gay-Lussac (1808)	100
8.3	Chemische Gleichgewichte und Massenwirkungsgesetz	100
8.4	Prinzip des kleinsten Zwanges	103
8.5	Energetik chemischer Reaktionen	103
8.5.1	Thermodynamik	104
8.5.2	Die Innere Energie U eines chemischen Systems	104
8.5.3	Chemische Reaktionen bei konstantem Volumen	105
8.5.4	Chemische Reaktionen bei konstantem Druck	106
8.5.5	Spontan ablaufende chemische Reaktionen	108
8.5.6	Triebkraft chemischer Reaktionen	108
8.5.7	Aktivierungs-Energie und Katalyse	110
9	Wasser	115
9.1	Wasser als Grundlage der Lebensvorgänge	115
9.2	Chemische Zusammensetzung	115
9.3	Wasserstoffbrücken-Bindungen zwischen Wasser-Molekülen	116
9.4	Wasser als Lösungsmittel	116
9.5	Ionenprodukt des Wassers	117
9.6	Die Härte des Wassers	120
10	Lösungen	123
10.1	Übersicht	123
10.2	Wässrige Lösungen	125
10.3	Gehalts-Angaben von Lösungen	130
10.3.1	Stoffmengen-Konzentration	130
10.3.2	Äquivalent-Konzentration	132

10.3.3	Molalität	132
10.3.4	Massen-Anteil	133
10.3.5	Massen-Konzentration	133
10.3.6	Volumen-Konzentration	133
10.3.7	Formel-Übersicht	134
10.4	Von der Teilchenanzahl abhängige Lösungs-Eigenschaften	134
10.5	Lösungen von Gasen in Wasser	138
11	Säure-Base-Reaktionen	141
11.1	Übersicht	141
11.2	Protonen-Übertragungsreaktionen (Protolysen)	143
11.2.1	Protolyse von Säuren	143
11.2.2	Protolyse von Basen	148
11.3	Korrespondierende Säure-Base-Paare	148
11.4	pH-Wert wässriger Lösungen starker Säuren und Basen	149
11.5	Die Neutralisations-Reaktion	150
11.6	Indikatoren	153
11.7	Protolyse von Salzen	154
12	Puffer-Systeme	159
12.1	Übersicht	159
12.2	Qualitative Zusammensetzung von Puffer-Lösungen	160
12.3	Quantitative Zusammensetzung von Puffer-Mischungen	161
12.4	Wirkungsweise von Puffer-Systemen	163
12.5	Anwendungen von Puffer-Systemen	164
12.6	Puffer-Systeme des Blutes	167
13	Oxidations- und Reduktions-Reaktionen (Redox-Reaktionen)	171
13.1	Oxidation und Reduktion unter Beteiligung von Sauerstoff	171
13.2	Oxidation und Reduktion als Elektronen-Übertragung	172
13.2.1	Reaktion unedler Metalle mit Säuren	173
13.2.2	Elektrochemische Redox-Reaktionen	173
13.3	Oxidationszahlen	175
13.4	Redox-Begriffe in der Übersicht	176
13.4.1	Die chemischen Vorgänge	176
13.4.2	Oxidationsmittel	177
13.4.3	Reduktionsmittel	177
13.5	Aufstellen von Redox-Gleichungen	178
13.6	Redox-Titrationen	179
13.7	Standard-Redox-Potentiale	182
14	Eigenschaften und Reaktionen bestimmter Elemente und Verbindungen	183
14.1	Metalle	183
14.1.1	Eigenschaften und Verwendungen von Metallen	183
14.1.2	Ursachen für die toxische Wirkung von Metallen	186

14.2	Alkalimetalle	187
14.3	Erdalkalimetalle	189
14.4	Bor, Aluminium und Thallium als Elemente der 3. Gruppe	190
14.5	Kohlenstoff-Silicium-Gruppe	191
14.6	Metalle aus den Nebengruppen des Periodensystems der Elemente	195
14.7	Stickstoff-Phosphor-Gruppe	198
14.8	Sauerstoff-Schwefel-Gruppe	201
14.9	Halogene	204
15	Elektrolyte im menschlichen Organismus	209
15.1	Kationen im Elektrolyt-Haushalt	211
15.2	Anionen im Elektrolyt-Haushalt	214
16	Methoden zur Trennung von Stoff-Gemischen	217
16.1	Einführung	217
16.2	Physikalische Verfahren zur Stoff-Trennung	219
16.2.1	Extraktion	219
16.2.2	Gewinnung fester Stoffe aus Lösungen	219
16.2.3	Weitere Trennverfahren	220
16.3	Chromatographische Trennmethoden	220
16.4	Säulen-Chromatographie	221
16.4.1	Gel-Chromatographie	223
16.4.2	Adsorptions-Chromatographie	223
16.4.3	Ionenaustausch-Chromatographie	224
16.5	Elektrophorese	225
17	Analytische Chemie	227
17.1	Einführung	227
17.2	Volumetrische Bestimmungen	228
17.3	Urtiter-Substanzen	229
17.4	Potentiometrische Messungen	230
17.5	Spektroskopie	231
17.5.1	Elektromagnetische Strahlung	231
17.5.2	Spektroskopische Methoden	232
17.5.3	Anwendungen spektroskopischer Methoden	233
17.6	Photometrische Bestimmungen	234
17.7	Polarimetrie	235
18	Organische Chemie – Einführung und Übersicht	237
18.1	Entwicklung und Bedeutung der Organischen Chemie	237
18.2	Der Aufbau organischer Verbindungen	238
18.3	Die Vielfalt organischer Verbindungen	241
18.4	Isomerie und Molekül-Modelle	244
18.5	Organische Polymere	246

18.6	Benennung und Einordnung organischer Verbindungen in Verbindungsklassen	246
18.7	Chemische Konstitution und physikalische Eigenschaften	251
18.8	Reaktions-Typen in der Organischen Chemie	253
19	Kohlenwasserstoffe	261
19.1	Einführung	261
19.2	Die homologe Reihe der Alkane	263
19.3	Die Gerüst-Isomerie der Alkane	265
19.4	Cycloalkane	268
19.5	Substitutions-Reaktionen mit gesättigten Kohlenwasserstoffen	269
19.5.1	Chlorkohlenwasserstoffe	269
19.6	Alkene	271
19.6.1	Polymerisation	273
19.7	Alkine	274
19.8	Aromatische Kohlenwasserstoffe	274
20	Alkohole, Ether und Phenole	279
20.1	Einführung	279
20.2	Alkanole	280
20.2.1	Physikalische Eigenschaften der Alkanole	281
20.2.2	Chemische Reaktionen	283
20.3	Cycloalkanole	284
20.4	Mehrwertige Alkohole	285
20.5	Ether	286
20.5.1	Ether als Verbindungsklasse	287
20.5.2	Cyclische Ether	287
20.6	Phenole	288
20.6.1	Einwertige Phenole	288
20.6.2	Mehrwertige Phenole	289
21	Carbonyl-Verbindungen	293
21.1	Einführung	293
21.2	Aldehyde	293
21.2.1	Aldehyde als Verbindungsklasse	293
21.2.2	Alkanale	294
21.2.3	Aldehyde aus anderen homologen Reihen	296
21.3	Ketone	296
21.3.1	Alkanone	297
21.4	Reaktionen von Carbonyl-Verbindungen	297
21.4.1	Anlagerung von Wasserstoff (Hydrierung)	297
21.4.2	Anlagerung von Wasser/Aldehyd-Hydrate	298
21.4.3	Anlagerung von Alkoholen/Halbacetale und Acetale	298

22	Carbonsäuren	301
22.1	Einführung	301
22.2	Gesättigte Monocarbonsäuren	302
22.3	Ungesättigte Monocarbonsäuren	304
22.4	Gesättigte und ungesättigte Dicarbonsäuren	304
22.5	Aromatische Mono- und Dicarbonsäuren	305
22.6	Percarbonsäuren	305
22.7	Substituierte Carbonsäuren	306
22.7.1	Halogencarbonsäuren	307
22.7.2	Hydroxy-carbonsäuren	307
22.7.3	Keto-carbonsäuren	309
23	Funktionelle Carbonsäure-Derivate	313
23.1	Einführung	313
23.2	Salze von Carbonsäuren	313
23.2.1	Seifen	314
23.2.2	Komplex-Salze	315
23.3	Carbonsäure-ester	316
23.4	Carbonsäure-anhydride	317
23.5	Carbonsäure-amide	318
24	Stereochemie	321
24.1	Einführung	321
24.2	Optische Aktivität	321
24.2.1	Eigenschaften des Lichtes	321
24.2.2	Historische Entwicklung und Grundbegriffe	322
24.2.3	Ursache der optischen Aktivität	324
24.3	Optisch aktive Verbindungen mit mehreren asymmetrischen C-Atomen (Chiralitätszentren)	326
24.4	<i>cis-trans</i> -Isomerie	327
25	Fette und Lipide	331
25.1	Einteilung der Fette	331
25.2	Chemische Struktur der Fette	331
25.3	Chemische Eigenschaften der Fette	333
25.4	Physikalische Eigenschaften der Fette	334
25.5	Biologische Bedeutung der Fette	335
25.6	Lipide	336
25.7	Lipide in biologischen Membranen	337
25.8	Steroide	338
26	Kohlenhydrate	343
26.1	Einführung	343
26.2	Monosaccharide	343
26.2.1	Triosen	344

26.2.2	Pentosen	345
26.2.3	Glucose	346
26.2.4	Glycoside	352
26.2.5	Weitere Hexosen	353
26.3	Disaccharide	354
26.4	Polysaccharide	357
27	Schwefelhaltige organische Verbindungen	363
27.1	Einführung	363
27.2	Thioalkohole (Thiole)	363
27.3	Thioether	364
27.4	Thioester	364
27.5	Sulfonsäuren	364
27.6	Amino-sulfonsäuren	365
27.7	Schwefelsäuremonoester	368
27.8	Detergentien/Tenside	369
27.8.1	Chemischer Aufbau von Detergentien	369
27.8.2	Verwendungen von Detergentien	371
28	Stickstoffhaltige organische Verbindungen	375
28.1	Amine	375
28.1.1	Alkylamine (Aminoalkane)	376
28.1.2	Heterocyclische Amine	377
28.1.3	Amine mit alkoholischen Hydroxy-Gruppen	377
28.1.4	Aromatische Amine	377
28.2	Ungesättigte Stickstoff-Heterocyclen	378
28.3	Harnstoff und Ureide	379
28.4	Guanidin	381
28.5	Quartäre Ammoniumsalze	381
28.6	Stickstoffhaltige organische Verbindungen als Komplexbildner	382
28.7	Weitere stickstoffhaltige Verbindungen	383
29	Farbstoffe	387
30	Aminosäuren und Peptide	395
30.1	Einführung	395
30.2	Eigenschaften von Monoamino-monocarbonsäuren	397
30.3	Monoamino-dicarbonsäuren	401
30.4	Diamino-monocarbonsäuren	402
30.5	Aminosäuren im Stoffwechsel	403
30.6	Peptide	403
31	Proteine	415
31.1	Einführung	415
31.2	Einteilung der Proteine	417

31.2.1	Lipoproteine	420
31.2.2	Glycoproteine	421
31.2.3	Protein-Phosphorylierung	423
31.3	Eigenschaften von Proteinen	424
31.4	Proteom-Forschung	427
31.5	Verfahren zur Bestimmung der dreidimensionalen Struktur von Proteinen	430
32	Isolierung und Aufreinigung von Proteinen	435
32.1	Einführung	435
32.2	Reinigung von Peptiden und Proteinen durch chromatographische Trennverfahren	436
32.3	Protein-Trennungen aufgrund von Ladungs-Unterschieden	438
32.4	Zweidimensionale Gel-Elektrophorese	439
33	Enzyme	443
33.1	Einführung	443
33.2	Chemischer Aufbau und Eigenschaften der Enzyme	446
33.3	Einordnung und Benennung von Enzymen	448
33.3.1	Oxidoreduktasen	451
33.3.2	Transferasen	452
33.3.3	Hydrolasen	452
33.3.4	Lyasen	453
33.3.5	Isomerasen	453
33.3.6	Ligasen	453
33.4	Enzym-Kinetik	454
33.5	Verwendung von Enzymen	456
34	Vitamine und Coenzyme	459
34.1	Vitamine	459
34.2	Die Coenzyme NAD^{\oplus} und FAD	463
34.3	Die Bedeutung von NAD^{\oplus} / NADH für quantitative Bestimmungen	465
35	Biochemie	469
35.1	Einführung	469
35.2	Stoffwechsel	472
35.3	Gemeinsamkeiten des Stoffwechsels	475
35.4	Bioenergetik	476
35.4.1	Die Schlüsselstellung von Adenosin-triphosphat im Energie-Stoffwechsel	477
35.4.2	Oxidative Phosphorylierung	481
36	Fettsäure-Stoffwechsel	485
36.1	Abbau der Fettsäuren	485
36.2	Ketonkörper	487

37	Kohlenhydrat-Stoffwechsel	489
37.1	Glycolyse	489
37.2	Der Pentosephosphat-Weg	493
37.3	Gluconeogenese	495
38	Citronensäure-Cyclus	499
38.1	Einführung	499
38.2	Das Stoffwechsel-Geschehen im Citronensäure-Cyclus	500
39	Stoffwechsel-Reaktionen von Aminosäuren	505
39.1	Katabolismus von Aminosäuren	505
39.2	Harnstoff-Synthese	507
40	Nucleotide	511
40.1	Einführung	511
40.2	Mononucleotide	513
40.3	Benennung von Nucleotiden	515
40.4	Nucleosid-triphosphate	516
40.5	Oligonucleotide – Chemischer Aufbau	517
41	Nucleinsäuren	521
41.1	Einführung	521
41.2	Chemischer Aufbau der Nucleinsäuren	521
41.3	Chemische Eigenschaften von Nucleinsäuren	526
41.4	Vorkommen von DNA	526
42	Kunststoffe	529
42.1	Einleitung	529
42.2	Herstellung von Kunststoffen	529
42.3	Eigenschaften von Kunststoffen	532
42.4	Verwendung von Kunststoffen	533
43	Biotechnologie und Gentechnologie	535
43.1	Einführung	535
43.2	Grundlagen der Gentechnologie	537
43.3	Industrielle Biotechnologie	539
43.4	Gentechnisch veränderte Pflanzen	541
44	Arzneimittel-Wirkstoffe	545
44.1	Einführung	545
44.2	Wechselwirkungen zwischen Organismen und Stoffen	546
44.3	Antibiotika	548
44.4	Gentechnisch hergestellte Proteine	550
44.5	Biopharmazeutika	552

Anhang A-1	
Abkürzungen	555
Anhang A-2	
Chemische Elemente in alphabetischer Reihenfolge (Auswahl)	559
Anhang A-3	
pH-Werte von wässrigen Lösungen	561
Anhang A-4	
Gehalts-Angaben einiger handelsüblicher Säuren	563
Anhang A-5	
Glossar	565
Anhang A-6	
Weiterführende Literatur	585
Anhang A-7	
Adressen im World Wide Web	589
Anhang A-8	
Institutionen, in denen Technische Assistenten in der Medizin und in der Biologie tätig sind	597
Anhang A-9	
Antworten zu den Verständnisfragen	599
Anhang A-10	
Periodensystem	617
Index	619