

Inhaltsverzeichnis

I.	Allgemeine Chemie	1
1	Chemische Elemente und chemische Grundgesetze	3
	Chemische Grundgesetze	4
2	Aufbau der Atome	6
	Atomkern	6
	Atommasse	8
	Radioaktive Strahlung	8
	Radiopharmaka	10
	Verwendung von Radiopharmaka	10
	Elektronenhülle	11
	Atommodell von <i>Niels Bohr</i> (1913)	11
	Bohrsches Modell vom <i>Wasserstoffatom</i>	11
	Atomspektren (Absorptions- und Emissionsspektroskopie)	12
	Wellenmechanisches Atommodell des <i>Wasserstoffatoms</i>	13
	Elektronenspin	15
	Graphische Darstellung der Atomorbitale	16
	Mehrelektronenatome	17
	Pauli-Prinzip, <i>Pauli-Verbot</i>	18
	Hundsche Regel	18
3	Periodensystem der Elemente	20
	Einteilung der Elemente	26
	Edelgase	26

Hauptgruppenelemente	26
Übergangselemente bzw. Nebengruppenelemente ..	27
Valenzelektronenzahl und Oxidationsstufen	28
Periodizität einiger Eigenschaften.....	28
1) Atom- und Ionenradien	28
2) Elektronenaffinität (EA)	29
3) Ionisierungspotential / Ionisierungsenergie	30
4) Elektronegativität.....	31
5) Metallischer und nichtmetallischer	
Charakter der Elemente.....	32
6) Schrägbeziehung	33
4 Moleküle, chemische Verbindungen und Reaktionsgleichungen	34
5 Chemische Bindung – Bindungsarten	38
5.1 Ionische (polare, heteropolare) Bindungen, Ionenbeziehung	38
Gitterenergie	39
5.2 Atombindung (kovalente, homöopolare Bindung, Elektronenpaarbindung).....	41
MO-Theorie der kovalenten Bindung	42
VB-Theorie der kovalenten Bindung	44
Mehrfachbindungen, ungesättigte Verbindungen....	48
Energie von Hybridorbitalen.....	49
Bindungsenergie und Bindungslänge	50
Mesomerie oder Resonanz	52
Radikale	53
Bindigkeit.....	53
Oktettregel.....	54
Doppelbindungsregel	54
Ausnahmen von der Doppelbindungsregel.....	55
5.3 Bindungen in Komplexen	
Koordinative Bindung.....	56
Beispiele für Komplexe.....	57
Carbonyle.....	59
π -Komplexe	59
Chargetransfer-Komplexe	59
Koordinationszahl und räumlicher Bau von Komplexen	60
Isomerieerscheinungen bei Komplexverbindungen.	61
Stereoisomerie.....	61

	a) cis-trans-Isomerie (Geometrische Isomerie)	61
	b) Optische Isomerie (Spiegelbildisomerie)	62
	Strukturisomerie	65
	Bindung in Komplexen	66
	Edelgas-Regel	66
	VB-Theorie der Komplexbindung	66
	Vorzüge und Nachteile der VB-Theorie	67
	Kristallfeld-Ligandenfeld-Theorie	68
	Absorptionsspektren	72
	Vorzüge und Nachteile der Kristallfeld-Theorie	72
	MO-Theorie der Bindung in Komplexen	73
	Chelateffekt	73
	HSAB-Konzept bei Komplexen	73
	σ - und π -Bindung in Komplexen	73
	Komplexbildungsreaktionen	74
	Formelschreibweise von Komplexen	76
	Nomenklatur von Komplexen	76
	Beispiele zur Nomenklatur	77
5.4	Metallische Bindung	78
	Metallgitter	80
	Mechanische Eigenschaften der Metalle/ <i>Einlagerungsstrukturen</i>	82
5.5	Zwischenmolekulare Bindungskräfte	83
	Wasserstoffbrückenbindungen	83
	Van der Waalssche Bindung	85
6	Mehrstoffsysteme	
	Lösungen	86
	Definition des Begriffs Phase	86
	Zustandsdiagramme	86
	Gibbssche Phasenregel	87
	Mehrstoffsysteme	88
	Lösungen	89
	Eigenschaften von Lösemitteln (Lösungsmitteln) ...	89
	Einteilung von nichtwässrigen Lösemitteln	91
	Echte Lösungen	92
	Lösungsvorgänge	92
	Löslichkeit	93
	Chemische Reaktionen bei Lösungsvorgängen	94
	Elektrolytlösungen	95
	Konzentrationsmaße	96
	Verhalten und Eigenschaften von Lösungen	100
	Lösungen von <i>nichtflüchtigen</i> Substanzen	100
	Diffusion in Lösung	101
	Osmose	102
	Dialyse	103

7	Grundlagen der Thermodynamik	105
	I. Hauptsatz der Thermodynamik.....	105
	Isotherme und adiabatische Prozesse	108
	Anwendung des I. Hauptsatzes auf chemische Reaktionen.....	108
	<i>Hess'scher</i> Satz der konstanten Wärmesummen.....	109
	II. Hauptsatz der Thermodynamik.....	110
	Statistische Deutung der Entropie	112
	III. Hauptsatz der Thermodynamik	113
	<i>Gibbs-Helmholtzsche</i> Gleichung.....	113
	Zusammenhang zwischen ΔG und EMK.....	116
8	Kinetik chemischer Reaktionen	117
	Reaktionsordnung	118
	Halbwertszeit	120
	Konzentration-Zeit-Diagramm für eine Reaktion erster Ordnung	120
	Konzentration-Zeit-Diagramm für eine Reaktion zweiter Ordnung	122
	Molekularität einer Reaktion.....	122
	Pseudo-Ordnung und Pseudo-Molekularität	123
	<i>Arrhenius</i> -Gleichung.....	124
	Darstellung von Reaktionsabläufen durch Energieprofile	126
	Parallelreaktionen	127
	Metastabile Systeme.....	128
	Kettenreaktionen	128
9	Chemisches Gleichgewicht	
	(Kinetische Ableitung)	130
	Formulierung des MWG für einfache Reaktionen..	132
	Gekoppelte Reaktionen	132
	Aktivitäten.....	133
	Ionenstärke.....	134
	Ionenaktivität	136
	Beeinflussung von Gleichgewichtslagen.....	137
	Das Löslichkeitsprodukt.....	138
	Fließgleichgewicht	139
	Lösungsgleichgewichte	140
	1. Verteilung zwischen zwei nichtmischbaren flüssigen Phasen	140

2. Verteilung zwischen einer Gasphase und der Lösung	140
3. Verteilung zwischen einer festen Phase und der Lösung.....	140
10 Säure-Base-Systeme	141
<i>Brønsted</i> säuren und -basen und der Begriff des pH-Wertes	141
Säure- und Basestärke	145
Starke Säuren und starke Basen	145
Schwache Säuren und schwache Basen.....	146
Nivellierung und Differenzierung	148
Mehrwertige Säuren	149
Mehrwertige Basen	150
Protolysereaktionen beim Lösen von Salzen in Wasser	150
Neutralisationsreaktionen.....	152
Protolysegrad	152
Titrationskurven.....	153
pH-Abhängigkeit von Säure- und Base-Gleichgewichten, Pufferlösungen.....	155
Bedeutung der <i>Henderson-Hasselbalch</i> -Gleichung	156
Acetatpuffer	158
Messung von pH-Werten	159
Glaselektrode	159
Redoxelektroden	161
Säure-Base-Reaktionen in nichtwässrigen Systemen.....	162
Elektronentheorie der Säuren und Basen nach <i>Lewis</i>	163
Supersäuren.....	164
Prinzip der „harten“ und „weichen“ Säuren und Basen.....	164
11 Redoxsysteme.....	166
Oxidationszahl	166
Regeln zur Ermittlung der Oxidationszahl	166
Reduktion und Oxidation	168
Spezielle Redoxreaktionen.....	170
Redoxpotential	171
Normalpotentiale von Redoxpaaren.....	171
Normalpotential und Reaktionsrichtung.....	175

<i>Nernstsche Gleichung</i>	176
Konzentrationskette	178
Praktische Anwendung	
von galvanischen Elementen	179
Elektrochemische Korrosion / Lokalelement	179
 II. Anorganische Chemie	181
 Edelgase (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)	183
Verbindungen.....	183
„Physikalische Verbindungen“	185
 Wasserstoff	187
Stellung von Wasserstoff	
im Periodensystem der Elemente (PSE).....	187
Reaktionen und Verwendung von Wasserstoff	189
Wasserstoffverbindungen.....	189
 Halogene (F, Cl, Br, I, At)	191
Fluor	191
Verbindungen.....	193
Chlor	195
Verbindungen.....	195
Brom	198
Verbindungen.....	199
Iod	200
Verbindungen.....	201
Halogenverbindungen von Hauptgruppenelementen ..	202
Bindungsenthalpie und Acidität	202
Salzcharakter der Halogenide	202
Photographischer Prozess	
(Schwarz-Weiß-Photographie).....	203
Interhalogenverbindungen.....	203
Pseudohalogene – Pseudohalogenide.....	204

Chalkogene (O, S, Se, Te, Po).....	207
Sauerstoff	207
Verbindungen.....	210
Schwefel	213
Halogenverbindungen.....	215
Schwefeloxide und Schwefelsäuren.....	217
H ₂ SO ₄ , Schwefelsäure.....	219
 Stickstoffgruppe (N, P, As, Sb, Bi)	222
Stickstoff	222
Verbindungen.....	224
Phosphor	234
Phosphoroxide.....	236
Phosphorsäuren.....	236
Halogenverbindungen.....	239
Arsen	240
Sauerstoffverbindungen.....	240
Halogenverbindungen.....	241
Schwefelverbindungen.....	241
Antimon	242
Verbindungen.....	242
Bismut (früher Wismut).....	243
Verbindungen.....	243
 Kohlenstoffgruppe (C, Si, Ge, Sn, Pb)	245
Kohlenstoff	245
Kohlenstoffisotope.....	245
Graphitverbindungen.....	248
Kohlenstoff-Verbindungen.....	250
Boudouard-Gleichgewicht.....	253
Carbide.....	253
Silicium	253
Verbindungen.....	254
Kieselsäuren.....	256
Zinn	259
Zinn(II)-Verbindungen.....	260
Zinn(IV)-Verbindungen.....	261
Blei	261
Blei(II)-Verbindungen.....	262
Blei(IV)-Verbindungen.....	263

Borgruppe (B, Al, Ga, In, Tl)	264
Bor	264
Verbindungen.....	266
Herstellung der Borane	268
Eigenschaften	268
Carborane.....	268
Borhalogenide	268
Sauerstoff-Verbindungen	269
Aluminium	271
Verbindungen.....	272
Gallium - Indium - Thallium	274
 Erdalkalimetalle	
(Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)	275
Beryllium	275
Verbindungen.....	277
Magnesium.....	277
Verbindungen.....	278
Calcium	279
Verbindungen.....	280
Mörtel	282
Strontium.....	282
Barium	283
Verbindungen.....	283
 Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).....	284
Lithium.....	284
Verbindungen.....	286
Natrium.....	287
Elektrolyse einer Natriumchlorid-Schmelze (Schmelzelektrolyse).....	287
Verbindungen.....	288
Elektrolyse einer wässrigen Natriumchlorid-Lösung (Chloralkalielektrolyse).....	288
Kalium.....	290
Verbindungen.....	291

Nebengruppenelemente	293
Oxidationszahlen.....	297
Eigenschaften von einigen wichtigen Oxiden wie MnO_2 und CrO_3 sowie Säureanionen wie MnO_4^- und CrO_4^{2-}	297
I. Nebengruppe.....	302
Übersicht.....	302
Kupfer	302
Kupferverbindungen	303
Silber.....	304
Silberverbindungen	305
Gold	305
II. Nebengruppe	307
Übersicht.....	307
Zink-Verbindungen	308
Cadmium-Verbindungen	308
Quecksilber-Verbindungen	309
Hg(II)-Verbindungen	309
III. Nebengruppe.....	311
Übersicht.....	311
IV. Nebengruppe.....	312
Übersicht.....	312
Titan.....	312
V. Nebengruppe.....	315
Übersicht.....	315
Vanadin.....	315
Verbindungen des Vanadins.....	316
VI. Nebengruppe	317
Übersicht.....	317
Chrom	317
Chromverbindungen.....	318
Molybdän.....	320
Molybdän-Verbindungen	320
Wolfram.....	321
Wolfram-Verbindungen	321
Wolframate, Polysäuren.....	322
VII. Nebengruppe.....	323
Übersicht.....	323

Mangan	323
Mangan-Verbindungen.....	324
VIII. Nebengruppe	326
Eisenmetalle	326
Eisen.....	326
Eisenverbindungen.....	328
Cobalt und Nickel	330
Cobalt-Verbindungen.....	331
Nickel-Verbindungen.....	331
Platinmetalle	332
Verbindungen der Platinmetalle.....	333
Ruthenium und Osmium.....	333
Rhodium und Iridium.....	333
Palladium und Platin	333
Allgemeine Verfahren zur Reindarstellung von Metallen (Übersicht)	334
I. Reduktion der <i>Oxide</i> zu den Metallen	334
II. <i>Elektrolytische</i> Verfahren.....	335
III. Spezielle Verfahren.....	335

III **Grundwissen der organischen Chemie**

1 Allgemeine Grundlagen.....	339
1.1 Einleitung.....	339
1.2 Grundlagen der chemischen Bindung	339
1.3 Systematik organischer Verbindungen.....	342
1.4 Nomenklatur.....	342
1.5 Chemische Formelsprache	344
1.6 Isomerie	345
2 Grundbegriffe organisch-chemischer Reaktionen	348
2.1 Reaktionen zwischen ionischen Substanzen.....	348
2.2 Reaktionen von Substanzen mit kovalenter Bindung.....	348
2.3 Säuren und Basen, Elektrophile und Nucleophile...	349

2.4	Substituenten-Effekte	351
2.5	Reaktive Zwischenstufen.....	354
2.5.1	Carbeniumionen.....	354
2.5.2	Carbanionen	355
2.5.3	Carbene	356
2.5.4	Radikale	357
2.6	Übergangszustände	357
2.7	Reaktionstypen.....	358
2.7.1	Additions-Reaktionen	358
2.7.2	Eliminierungs-Reaktionen.....	358
2.7.3	Substitutions-Reaktionen	359
2.7.4	Radikal-Reaktionen.....	359
2.7.5	Umlagerungen.....	360
2.7.6	Redox-Reaktionen.....	360
2.7.7	Heterolytische Fragmentierung	360
2.7.8	Phasentransfer-Katalyse und Kronenether	361

3 Gesättigte Kohlenwasserstoffe (Alkane)..... 363

3.1	Offenkettige Alkane	363
3.1.1	Nomenklatur und Struktur.....	364
3.1.2	Bau der Moleküle, Konformationen der Alkane	366
3.1.3	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Alkane	368
3.1.4	Herstellung von Alkanen.....	368
3.1.5	Eigenschaften gesättigter Kohlenwasserstoffe	369
3.2	Cyclische Alkane	370
3.2.1	Bau der Moleküle, Konformationen der Cycloalkane.....	370
3.2.2	Herstellung von Cycloalkanen	376

4 Die radikalische Substitutions-Reaktion (S_R) 377

4.1	Herstellung von Radikalen.....	377
4.2	Struktur und Stabilität	378
4.3	Ablauf von Radikalreaktionen.....	378
4.4	Selektivität bei radikalischen Substitutions-Reaktionen	379
4.5	Beispiele für Radikalreaktionen.....	380
4.5.1	Photochlorierung von Alkanen mit Cl ₂	380
4.5.2	Photochlorierung von Alkanen mit Sulfurylchlorid, SO ₂ Cl ₂	381

4.5.3	Chlorsulfonierung	381
4.5.4	Pyrolysen.....	381

5 **Ungesättigte Kohlenwasserstoffe (Alkene, Alkine).....** 382

5.1	Alkene	382
5.1.1	Nomenklatur und Struktur.....	382
5.1.2	Vorkommen und Herstellung von Alkenen	383
5.1.3	Diene und Polyene	385
5.2	Alkine.....	386

6 **Additionen an Alkene und Alkine.....** 388

6.1	Elektrophile Additionen	388
6.1.1	Additionen symmetrischer Verbindungen	388
6.1.2	Additionen unsymmetrischer Verbindungen (<i>Markownikow</i> -Regel)	389
6.1.3	Stereospezifische <i>syn</i> -Additionen	391
6.2	Cycloadditionen	392
6.2.1	Ozonolyse	392
6.2.2	<i>Diels-Alder</i> Reaktionen	393
6.3	Nucleophile Additionen	394
6.3.1	Nucleophile Additionen von Aminen.....	394
6.3.2	<i>Michael</i> -Additionen	394
6.4	Radikalische Additionen	395
6.5	Di-, Oligo- und Polymerisationen	395

7 **Aromatische Kohlenwasserstoffe (Arene).....** 396

7.1	Chemische Bindung in aromatischen Systemen	396
7.2	Beispiele für aromatische Verbindungen; Nomenklatur.....	398
7.3	Vorkommen und Herstellung	399
7.4	Eigenschaften und Verwendung	400
7.5	Reaktionen aromatischer Verbindungen	401
7.5.1	Additionsreaktionen aromatischer Verbindungen ...	401
7.5.2	Reaktionen von Alkylbenzolen in der Seitenkette...	402

8	Die aromatische Substitution (S_{Ar})	404
8.1	Die elektrophile aromatische Substitution ($S_{E,Ar}$)	404
8.1.1	Allgemeiner Reaktionsmechanismus	404
8.1.2	Mehrfachsubstitution	404
8.2	Beispiele für elektrophile Substitutionsreaktionen	410
8.2.1	Nitrierung	410
8.2.2	Sulfonierung	410
8.2.3	Halogenierung	412
8.2.4	Alkylierung nach <i>Friedel-Crafts</i>	412
8.2.5	Acylierung nach <i>Friedel-Crafts</i>	413
8.3	Die nucleophile aromatische Substitution ($S_{N,Ar}$)	414
8.3.1	Monomolekulare nucleophile Substitution am Aromaten ($S_{N1,Ar}$)	414
8.3.2	Bimolekulare nucleophile Substitution am Aromaten ($S_{N2,Ar}$)	414
9	Halogenkohlenwasserstoffe	417
9.1	Chemische Eigenschaften	417
9.2	Verwendung	418
9.3	Herstellungsmethoden	419
10	Die nucleophile Substitution (S_N) am gesättigten C-Atom	421
10.1	Der S_N1 -Mechanismus	421
10.1.1	Auswirkungen des Reaktionsmechanismus	422
10.2	Der S_N2 -Mechanismus	423
10.3	Das Verhältnis S_N1/S_N2 und die Möglichkeiten der Beeinflussung einer S_N -Reaktion	424
10.3.1	Konstitution des organischen Restes R	424
10.3.2	Die Art der Abgangsgruppe	425
10.3.3	Das angreifende Nucleophil Nul	425
10.3.4	Lösemittleffekte	426
11	Die Eliminierungs-Reaktionen ($E1$, $E2$)	427
11.1	α - oder 1,1-Eliminierung	427
11.2	β - oder 1,2-Eliminierung	428
11.2.1	Eliminierung nach einem $E1$ -Mechanismus	428
11.2.2	Eliminierung nach einem $E1cB$ -Mechanismus	429
11.2.3	Eliminierung nach einem $E2$ -Mechanismus	429

11.3	Das Verhältnis von Eliminierung zu Substitution ...	431
11.4	Isomerenbildung bei Eliminierungen	432
11.5	Beispiele für wichtige Eliminierungs-Reaktionen ...	434
11.5.1	<i>anti</i> -Eliminierungen	434
11.5.2	<i>syn</i> -Eliminierungen (thermische Eliminierungen)...	434

12 Sauerstoff-Verbindungen 436

12.1	Alkohole (Alkanole).....	436
12.1.1	Beispiele und Nomenklatur	436
12.1.2	Herstellung von Alkoholen	438
12.1.3	Reaktionen der Alkohole.....	441
12.2	Phenole.....	446
12.2.1	Beispiele und Nomenklatur	446
12.2.2	Herstellung von Phenolen	447
12.2.3	Eigenschaften von Phenolen	449
12.2.4	Reaktionen von Phenolen.....	450
12.3	Ether.....	452
12.3.1	Herstellung.....	452
12.3.2	Eigenschaften der Ether	453
12.3.3	Reaktionen der Ether.....	454

13 Schwefel-Verbindungen 455

13.1	Thiole	455
13.1.1	Herstellung.....	456
13.1.2	Vorkommen	456
13.1.3	Reaktionen	457
13.2	Thioether (Sulfide).....	458
13.2.1	Herstellung.....	458
13.2.2	Reaktionen	458
13.3.	Sulfonsäuren.....	459
13.3.1	Herstellung.....	459
13.3.2	Verwendung von Sulfonsäuren	460

14 Stickstoff-Verbindungen 461

14.1	Amine.....	461
14.1.1	Nomenklatur.....	461
14.1.2	Herstellung von Aminen	462
14.1.3	Eigenschaften der Amine	466
14.1.4	Reaktionen der Amine.....	469
14.1.5	Biochemisch wichtige Amine.....	472

14.2	Nitro-Verbindungen	473
14.2.1	Nomenklatur und Beispiele	473
14.2.2	Herstellung	474
14.2.3	Eigenschaften und Reaktionen von Nitroverbindungen	474
14.2.4	Verwendung von Nitroverbindungen	476
14.3	Azo-Verbindungen	477
14.3.1	Herstellung der Azoverbindungen	477
14.4	Hydrazo-Verbindungen	479
14.4.1	Herstellung der Hydrazoverbindungen	479
14.4.2	Reaktionen der Hydrazoverbindungen	479
14.5	Diazo-Verbindungen, Diazoniumsalze	480
14.5.1	Herstellung von Diazo- und Diazoniumverbindungen	480
14.5.2	Reaktionen von Diazo- und Diazoniumverbindungen	481

15 Element-organische Verbindungen 484

15.1	Bindung und Reaktivität	484
15.2	Eigenschaften elementorganischer Verbindungen...	485
15.3	Beispiele für elementorganische Verbindungen	485
15.3.1	I. Gruppe: Lithium	485
15.3.2	II. Gruppe: Magnesium	485
15.3.3	III. Gruppe: Bor	487
15.3.4	V. Gruppe: Phosphor	487

Verbindungen mit ungesättigten funktionellen Gruppen..... 489

Die Carbonyl-Gruppe 489

16 Aldehyde, Ketone und Chinone 491

16.1	Nomenklatur und Beispiele	491
16.2	Herstellung von Aldehyden und Ketonen	492
16.3	Eigenschaften	494
16.4	Redoxreaktionen von Carbonylverbindungen	495
16.4.1	Reduktion zu Alkoholen	495
16.4.2	Reduktion zu Kohlenwasserstoffen	495
16.4.3	Oxidationsreaktionen	496
16.4.4	Redoxverhalten der Chinone	496

17	Reaktionen von Aldehyden und Ketonen	498
17.1	Additionen von Hetero-Nucleophilen	499
17.1.1	Addition von ‚Hydrid‘	499
17.1.2	Reaktion mit <i>O</i> -Nucleophilen	501
17.1.3	Reaktion mit <i>N</i> -Nucleophilen	503
17.1.4	Reaktion mit <i>S</i> -Nucleophilen	506
17.2	Additionen von Kohlenstoff-Nucleophilen	507
17.2.1	Umsetzungen mit Blausäure bzw. Cyanid	507
17.2.2	Umsetzungen mit <i>Grignard</i> -Reagenzien	509
17.2.3	Umsetzungen mit Acetylen	509
17.2.4	Umsetzungen mit Phosphor-Yliden	509
17.3	Additionen von Carbonylverbindungen	510
17.3.1	Bildung und Eigenschaften von Carbanionen	510
17.3.2	Aldol-Reaktion	511
17.3.3	<i>Mannich</i> -Reaktion	513
17.3.4	<i>Knoevenagel</i> -Reaktion	514
17.3.5	<i>Michael</i> -Addition	515
17.3.6	<i>Robinson</i> Anellierung	515
18	Carbonsäuren	516
18.1	Nomenklatur und Beispiele	516
18.2	Herstellung von Carbonsäuren	517
18.3	Eigenschaften von Carbonsäuren	518
18.3.1	Substituenteneinflüsse auf die Säurestärke	518
18.4	Reaktionen von Carbonsäuren	521
18.4.1	Reduktion	521
18.4.2	Abbau unter CO ₂ -Abspaltung (Decarboxylierung) ..	521
18.4.3	Bildung von Derivaten	521
18.5	Spezielle Carbonsäuren	521
18.5.1	Dicarbonsäuren	521
18.5.2	Hydroxycarbonsäuren	525
18.5.3	Oxocarbonsäuren	529
18.5.4	Halogencarbonsäuren	531
19	Derivate der Carbonsäuren	534
19.1	Reaktionen von Carbonsäurederivaten	535
19.1.1	Hydrolyse von Carbonsäurederivaten zu Carbonsäuren	535
19.1.2	Umsetzung von Carbonsäurederivaten mit Aminen	536

19.1.3 Umsetzung mit Alkoholen zu Carbonsäureestern ...	537
19.2 Herstellung und Eigenschaften von Carbonsäurederivaten.....	537
19.2.1 Carbonsäureanhydride.....	537
19.2.2 Carbonsäurehalogenide.....	537
19.2.3 Carbonsäureamide.....	538
19.2.4 Carbonsäureester.....	539
19.2.5 Lactone.....	541
19.2.6 Spezielle Carbonsäurederivate	542

20 Reaktionen von Carbonsäurederivaten . 544

20.1 Reaktionen an der Carbonylgruppe.....	544
20.1.1 Reaktionen von Carbonsäureestern.....	544
20.1.2 Reaktionen von Carbonsäurehalogeniden und -anhydriden	545
20.1.3 Reaktionen von Carbonsäureamiden.....	546
20.1.4 Reaktionen von Nitrilen	547
20.2 Reaktionen in α -Stellung zur Carbonylgruppe.....	547
20.2.1 Reaktionen von Carbonsäureestern.....	548
20.2.2 Reaktionen von 1,3-Dicarbonylverbindungen.....	549
20.2.3 Reaktionen von Carbonsäurehalogeniden und -anhydriden	552

21 Kohlensäure und ihre Derivate 553

21.1 Beispiele und Nomenklatur.....	553
21.2 Herstellung von Kohlensäurederivaten	554
21.3 Harnstoff und Derivate.....	554
21.3.1 Synthese von Harnstoff.....	554
21.3.2 Eigenschaften und Nachweis.....	555
21.3.3 Synthesen mit Harnstoff.....	556
21.3.4 Derivate des Harnstoffs.....	557
21.4 Cyansäure und Derivate	557
21.5 Schwefel-analoge Verbindungen der Kohlensäure..	558

22 Heterocyclen..... 560

22.1 Nomenklatur.....	560
22.2 Heteroaliphaten	561
22.3 Heteroaromaten.....	563
22.3.1 Fünfgliedrige Ringe	563
22.3.2 Sechsgliedrige Ringe.....	566

22.3.3	Tautomerie der Heteroaromaten	569
22.4	Retrosynthese von Heterocyclen	569
22.5	Synthese von Heterocyclen über Dicarbonylverbindungen.....	571
22.6	Weitere Synthesen für heterocyclische Fünfringe.....	572
22.7	Weitere Synthesen für heterocyclische Sechsringe	573

23 Stereochemie 576

23.1	Stereoisomere.....	576
23.2	Molekülchiralität.....	578
23.2.1	Prochiralität.....	581
23.3	Schreibweisen und Nomenklatur der Stereochemie.....	583
23.3.1	D,L-Nomenklatur	584
23.3.2	R,S-Nomenklatur	584
23.4	Beispiele zur Stereochemie	586
23.4.1	Verbindungen mit mehreren chiralen C-Atomen	586
23.4.2	Verbindungen mit gleichen Chiralitätszentren	587
23.4.3	Chirale Verbindungen ohne chirale C-Atome	587
23.5	Herstellung optisch aktiver Verbindungen.....	589
23.5.1	Trennung von Racematen (Racematspaltung).....	589
23.5.2	Stereochemischer Verlauf von chemischen Reaktionen.....	590
23.5.3	Asymmetrische Synthese.....	592

24 Kunststoffe – Grundzüge der Polymerchemie 595

24.1	Herstellung.....	595
24.1.1	Reaktionstypen	595
24.1.2	Polymerisation	596
24.1.3	Polykondensation	598
24.1.4	Polyaddition	599
24.1.5	Metathese-Reaktion.....	599
24.2	Charakterisierung von Makromolekülen	599
24.3	Strukturen von Makromolekülen.....	600
24.3.1	Polymere aus gleichen Monomeren	600
24.3.2	Polymere mit verschiedenen Monomeren	601
24.4	Gebrauchseigenschaften von Polymeren.....	602
24.5	Beispiele zu den einzelnen Kunststoffarten.....	603
24.5.1	Bekannte Polymerisate	603

24.5.2 Bekannte Polykondensate	605
24.5.3 Bekannte Polyaddukte.....	606
24.5.4 Halbsynthetische Kunststoffe.....	607

Chemie ausgewählter Naturstoffklassen..... 609

25 Kohlenhydrate..... 611

25.1 Monosaccharide	611
25.1.1 Struktur und Stereochemie	611
25.1.2 Reaktionen und Eigenschaften	615
25.2 Disaccharide.....	618
25.2.1 Allgemeines	618
25.2.2 Beispiele für Disaccharide	619
25.3 Oligo- und Polysaccharide (Glycane)	620

26 Aminosäuren, Peptide und Proteine..... 622

26.1 Aminosäuren	622
26.1.1 Einteilung und Struktur	622
26.1.2 Aminosäuren als Ampholyte	624
26.1.3 Gewinnung und Synthesen von Aminosäuren	626
26.1.4 Reaktionen von Aminosäuren	628
26.2 Peptide	629
26.2.1 Hydrolyse von Peptiden	630
26.2.2 Peptid-Synthesen.....	630
26.3 Proteine	633
26.3.1 Struktur der Proteine	633
26.3.2 Beispiele und Einteilung der Proteine.....	635
26.3.3 Eigenschaften der Proteine.....	636

27 Literaturnachweis und Literaturauswahl an Lehrbüchern 637

28 Sachverzeichnis..... 643

Ausklapptafel: Periodensystem der Elemente
(am Schluss des Bandes)

Chemie für Pharmazeuten

Unter Berücksichtigung des „GK“ Pharmazie

Latscha, H.P.; Kazmaier, U.; Klein, H.

2002, XXVI, 666 S. 16 Abb. Mit 1 Falttafel., Softcover

ISBN: 978-3-540-42755-1