

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Chemie

1	Chemische Grundbegriffe	2
1.1	Stoffe	2
1.2	Chemische Reaktionen	3
1.3	Reine Stoffe und Stoffgemische	4
1.4	Elemente und Elementsubstanzen	7
1.5	Elementsubstanzen und Verbindungen	10
1.6	Chemische Symbole	11
1.7	Chemische Formeln	12
1.8	Chemische Gleichungen	15
1.9	Lösungen	19
1.9.1	Echte Lösungen	20
1.9.2	Kolloide Lösungen	21
2	Mengenverhältnisse bei chemischen Reaktionen	23
2.1	Gesetz von der Erhaltung der Masse	23
2.2	Relative Atommasse	23
2.3	Relative Molekülmasse	25
2.4	Gesetz der konstanten Proportionen	26
2.5	Stoffmenge – Mol	27
2.6	Molare Masse – stoffmengenbezogene Masse	30
2.7	Äquivalent	32
2.8	Volumenverhältnisse bei chemischen Reaktionen	34
2.9	Molares Volumen der Gase	35
2.10	Idealer Gaszustand	37
2.11	Allgemeine Zustandsgleichung der Gase	38
2.12	Stöchiometrische Berechnungen	41
2.13	Löslichkeit	43
2.14	Zusammensetzungsgrößen	45
2.14.1	Stoffmengenanteil und Stoffmengenverhältnis	47
2.14.2	Massenanteil und Massenverhältnis	48
2.14.3	Massenkonzentration	52
2.14.4	Stoffmengenkonzentration	52
2.14.5	Äquivalentkonzentration	55
2.14.6	Maßanalyse	57
2.14.7	Volumenanteil – Volumenkonzentration – Volumenverhältnis	61
3	Bau der Atome	65
3.1	Historisches	65
3.2	Atomkern und Elektronenhülle	66
3.3	Aufbau der Atomkerne	66
3.4	Nuklide – Isotope	67
3.5	Aufbau der Elektronenhülle	72
3.5.1	Energieniveaus der Elektronen im Atom	72
3.5.2	Orbitalmodell des Atoms	74
3.5.3	s-Orbitale – s-Elektronen	78
3.5.4	p-Orbitale – p-Elektronen	79

3.5.5	d-Orbitale und f-Orbitale	83
3.5.6	Hauptenergieniveaus – Nebenenergieniveaus	84
4	Periodensystem der Elemente	87
4.1	Gesetz der Periodizität	87
4.2	Aufbau des Periodensystems	87
4.3	Periodensystem und Atombau	92
4.4	Periodensystem und Wertigkeit	94
4.5	Stellung der Elemente im Periodensystem und Eigenschaften der Elementsubstanzen	95
4.5.1	Elektropositive und elektronegative Elemente	95
4.5.2	Metalle und Nichtmetalle	96
4.5.3	Basenbildner und Säurebildner	97
4.6	Periodizität von Eigenschaften der Elemente	99
4.6.1	Ionisierungsenergie	99
4.6.2	Elektronenaffinität	101
4.6.3	Elektronegativität	103
4.6.4	Atomradien – Ionenradien	104
5	Chemische Bindung	107
5.1	Atombindung	108
5.1.1	Atombindung und Eigenschaften der Stoffe	108
5.1.1.1	Atombindungen in Feststoffen	110
5.1.1.2	Atombindungen in Molekülsubstanzen	110
5.1.2	Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell	112
5.1.3	Wellenmechanisches Modell der Atombindung	116
5.1.3.1	Bindungsenergie	116
5.1.3.2	s-s- σ -Bindung	118
5.1.3.3	p-p- σ -Bindung	119
5.1.3.4	s-p- σ -Bindung	120
5.1.3.5	p-p- π -Bindung	121
5.1.3.6	Bindungen am Kohlenstoffatom	125
5.1.4	Polarisierte Atombindungen – Dipolmoleküle	130
5.1.5	Bindungen an freien Elektronenpaaren	134
5.1.6	Zwischenmolekulare Kräfte	135
5.1.7	Wasserstoffbrückenbindungen	137
5.1.8	Halogenbrücken	139
5.1.9	Paramagnetismus und Diamagnetismus	140
5.2	Ionenbindung	141
5.2.1	Entstehung von Ionen durch Elektronenübergang	141
5.2.2	Struktur und Eigenschaften der Stoffe mit Ionenbindung	145
5.3	Metallbindung und Bändermodell	151
5.3.1	Metallbindung	151
5.3.2	Bändermodell der Elektronen in Kristallen	155
5.4	Bindungen in Komplexen	157
5.4.1	Aufbau von Komplexen	157
5.4.2	Bindungsverhältnisse	159
5.4.3	Typen von Liganden, Chelateffekt	160
5.4.4	Farbigkeit und Magnetismus von Komplexen	163
5.4.5	Exkurs: Metallorganische Netzwerke (metal organic frameworks, MOF's) als Adsorptionsmittel	166

5.5	Wertigkeitsbegriffe	168
5.5.1	Stöchiometrische Wertigkeit	168
5.5.2	Ionenwertigkeit	169
5.5.3	Oxidationszahl	170
5.5.3.1	Oxidationszahlen in Molekülen	171
5.5.3.2	Oxidationszahlen in Ionen	172
5.5.3.3	Ermittlung der Oxidationszahlen	172
5.5.4	Bindigkeit	173
5.5.5	Formale Ladung	175
5.5.6	Koordinationszahl	176
6	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	178
6.1	Gleichgewichtsreaktionen	178
6.2	Prinzip des kleinsten Zwanges – Einflüsse auf die Lage des Gleichgewichts	181
6.2.1	Einfluss der Temperatur auf die Lage eines chemischen Gleichgewichts	181
6.2.2	Einfluss des Drucks auf die Lage eines chemischen Gleichgewichts	182
6.2.3	Einfluss der Zusammensetzung des Reaktionsgemischs auf die Lage eines chemischen Gleichgewichts	184
6.3	Einflüsse auf die Geschwindigkeit von Gleichgewichtsreaktionen	184
6.3.1	Einfluss der Temperatur	185
6.3.2	Einfluss von Katalysatoren	186
6.4	Massenwirkungsgesetz	188
6.4.1	Gleichgewichtskonstante	189
6.4.2	Kinetische Ableitung des Massenwirkungsgesetzes	192
6.4.3	Grundbegriffe der chemischen Kinetik	196
6.5	Anwendung des Massenwirkungsgesetzes	198
6.5.1	Änderung der Zusammensetzung des Reaktionsgemischs	198
6.5.2	Änderung der Partialdrücke	200
7	Reaktionen der anorganischen Chemie	203
7.1	Ordnungsprinzipien für chemische Reaktionen	203
7.2	Oxidations-Reduktions-Reaktionen	204
7.2.1	Oxidation und Reduktion in historischer Sicht	204
7.2.2	Redoxreaktionen als Abgabe und Aufnahme von Elektronen	205
7.3	Säure-Base-Reaktionen	211
7.3.1	Säure-Base-Reaktionen in historischer Sicht	211
7.3.2	Säure-Base-Reaktionen als Abgabe und Aufnahme von Protonen	219
7.3.2.1	Protolyte – protolytische Systeme	219
7.3.2.2	Autoprotolyse des Wassers – pH-Wert	221
7.3.2.3	Stärke der Protolyte	224
7.3.2.4	pK _s -Werte	227
7.3.2.5	Protolysegrad	232
7.3.2.6	Berechnung des pH-Wertes von Protolytlösungen	236
7.3.2.7	Neutralisationsanalyse	239
7.3.2.8	Pufferlösungen	245
7.3.2.9	Protolyse wässriger Salzlösungen	248
7.3.2.10	Ionenaktivität	249
7.4	Lösungs- und Fällungsreaktionen	250
7.4.1	Abbau und Aufbau von Ionengittern	250
7.4.2	Löslichkeitskonstante	253
7.4.3	Gleichionige Zusätze	256

7.5	Komplexreaktionen	257
7.5.1	Bildung und Zerfall von Komplexverbindungen	257
7.5.2	Komplexdissoziationskonstante	261
8	Thermochemie – Thermodynamik	266
8.1	Grundbegriffe der Thermodynamik	266
8.2	Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie	271
8.3	Molare Reaktionsgrößen	274
8.3.1	Molare Reaktionsenthalpie	274
8.3.2	Molare Reaktionsenergie und molare Reaktionsvolumenarbeit	277
8.4	Molare Standardreaktionsgrößen	282
8.4.1	Molare Standardbildungsenthalpie	282
8.4.2	Molare Standardreaktionsenthalpie	287
8.4.3	Molare Standardverbrennungsenthalpie	289
8.5	Weitere thermodynamische Größen	292
8.5.1	Molare Phasenumwandlungsenthalpien	292
8.5.2	Molare Wärmekapazität	293
8.5.3	Molare Mischungsenthalpien	295
8.5.4	BORN-HABERScher Kreisprozess	297
8.6	Thermodynamische Reaktionstriebkraft und chemisches Gleichgewicht	300
8.6.1	Freie Enthalpie	301
8.6.2	Molare freie Reaktionsenthalpie	301
8.6.3	Molare freie Standardbildungsenthalpie	304
8.6.4	Konzentrationsabhängigkeit der molaren freien Reaktionsenthalpie	306
8.6.5	Berechnung der Gleichgewichtskonstante	311
8.7	Ergänzungen zur Thermodynamik	313
8.7.1	Partielle molare Größen	313
8.7.2	Chemisches Potenzial	317
8.7.3	Entropie – Einführung	319
8.7.4	Entropie und Wahrscheinlichkeit	322
8.7.5	Entropieerzeugung bei irreversiblen Prozessen	324
8.7.6	Spontane Prozesse in isotherm/isobaren Systemen	326
8.7.7	Freie Enthalpie – Herleitung und Anwendungen	329
9	Elektrochemie	334
9.1	Historisches	334
9.2	Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle	335
9.3	Galvanische Elemente – galvanische Zellen	340
9.4	Standardelektrodenpotenziale	344
9.5	Zellspannung	347
9.6	Elektrische Arbeit	350
9.7	NERNSTsche Gleichung	353
9.7.1	NERNSTsche Gleichung für Elektrodenpotenziale	353
9.7.2	NERNSTsche Gleichung für die Zellspannung	355
9.7.3	NERNSTsche Gleichung für Redoxreaktionen	359
9.8	Elektrolyse	364
9.8.1	Elektrodenvorgänge	364
9.8.2	Elektrolyse wässriger Lösungen	365
9.8.3	Elektrolyse mit angreifbarer Anode	368
9.9	Polarisation – Zersetzungsspannung – Überspannung	371

9.10	FARADAYSche Gesetze	378
9.10.1	Erstes FARADAYSches Gesetz	378
9.10.2	Zweites FARADAYSches Gesetz	379
9.10.3	FARADAY-Konstante	381
9.11	Elektrochemische Stromquellen	382
9.11.1	Primärzellen	383
9.11.1.1	Zink-Braunstein-Zellen	383
9.11.1.2	Zink-Silberoxid-Zelle	385
9.11.1.3	Lithiumzellen	385
9.11.2	Sekundärzellen – Akkumulatoren	388
9.11.2.1	Bleiakkumulator	390
9.11.2.2	Nickel-Cadmium-Akkumulator	391
9.11.2.3	Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	394
9.11.2.4	Lithium-Ionen-Akkumulator	396
9.11.2.5	Hochtemperaturbatterien	399
9.11.3	Brennstoffzellen	402
9.12	Elektrochemische Korrosion	410

Anorganische Chemie

10	Wasserstoff	414
10.1	Allgemeines	414
10.2	Elementarer Wasserstoff	414
10.3	Hydride	416
10.4	Wasser	416
10.5	Wasserstoffperoxid	419
10.6	Deuterium, schweres Wasser, Tritium	420
11	Elemente der I. Hauptgruppe (Alkalimetalle, Gruppe 1)	421
11.1	Allgemeines	421
11.2	Lithium und Lithiumverbindungen	422
11.3	Natrium und Natriumverbindungen	424
11.3.1	Allgemeines	424
11.3.2	Metallisches Natrium	424
11.3.3	Natriumchlorid, NaCl	425
11.3.4	Natriumhydroxid, NaOH	426
11.3.5	Natriumcarbonat, Na ₂ CO ₃	427
11.3.6	Natriumsulfat, Na ₂ SO ₄	429
11.3.7	Weitere Natriumverbindungen	429
11.4	Kalium und Kaliumverbindungen	431
11.4.1	Allgemeines	431
11.4.2	Metallisches Kalium	431
11.4.3	Kaliumhydroxid, KOH	432
11.4.4	Kaliumnitrat, KNO ₃	432
11.4.5	Kaliumcarbonat, K ₂ CO ₃	433
11.4.6	Weitere Kaliumverbindungen	433
11.4.7	Kalidüngemittel	434
11.5	Rubidium, Caesium und ihre Verbindungen	434
12	Elemente der II. Hauptgruppe (Berylliumgruppe, Gruppe 2)	436
12.1	Allgemeines	436
12.2	Beryllium und Berylliumverbindungen	437

12.3	Magnesium und Magnesiumverbindungen	438
12.3.1	Allgemeines	438
12.3.2	Metallisches Magnesium	438
12.3.3	Magnesiumverbindungen	439
12.4	Calcium und Calciumverbindungen	440
12.4.1	Allgemeines	440
12.4.2	Metallisches Calcium	441
12.4.3	Calciumcarbonat, CaCO_3	441
12.4.4	Calciumoxid, CaO	443
12.4.5	Calciumhydroxid, Ca(OH)_2	444
12.4.6	Calciumsulfat, CaSO_4	445
12.4.7	Calciumcarbid, CaC_2	445
12.4.8	Weitere Calciumverbindungen	446
12.4.9	Calciumdüngemittel	446
12.4.10	Wasserhärte	446
12.5	Strontium, Barium und ihre Verbindungen	449
12.6	Radium und Radiumverbindungen	450
13	Elemente der III. Hauptgruppe (Borgruppe, Triage, Gruppe 13)	451
13.1	Allgemeines	451
13.2	Bor und Borverbindungen	452
13.2.1	Allgemeines	452
13.2.2	Elementares Bor	452
13.2.3	Borsäure, H_3BO_3	453
13.2.4	Weitere Borverbindungen	453
13.3	Aluminium und Aluminiumverbindungen	454
13.3.1	Allgemeines	454
13.3.2	Metallisches Aluminium	455
13.3.3	Aluminiumoxid, Al_2O_3	457
13.3.4	Aluminiumhydroxid, Al(OH)_3	458
13.3.5	Aluminiumsulfat und Alaun	458
13.3.6	Sonstige Aluminiumverbindungen	458
13.4	Gallium, Indium, Thallium und ihre Verbindungen	459
14	Elemente der IV. Hauptgruppe (Kohlenstoffgruppe, Tetrele, Gruppe 14)	462
14.1	Allgemeines	462
14.2	Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen	463
14.2.1	Allgemeines	463
14.2.2	Elementarer Kohlenstoff	464
14.2.2.1	Modifikationen	464
14.2.2.2	Kohlenstoff-Werkstoffe	467
14.2.3	Kohlenstoffmonoxid, CO	468
14.2.4	Kohlenstoffdioxid, CO_2	469
14.2.5	Kohlensäure, H_2CO_3	471
14.2.6	Carbonate	471
14.2.7	Carbide	472
14.2.8	Derivate der Kohlensäure	472
14.2.9	Cyan und Cyanverbindungen	473
14.3	Silicium und Siliciumverbindungen	475
14.3.1	Allgemeines	475
14.3.2	Elementares Silicium	475

14.3.3	Siliciumdioxid, SiO_2	476
14.3.4	Kieselsäuren und Silicate	476
14.3.5	Natürliche Silicate	478
14.3.6	Künstliche Silicate	480
14.3.7	Weitere Siliciumverbindungen	482
14.4	Germanium und Germaniumverbindungen	483
14.5	Zinn und Zinnverbindungen	483
14.5.1	Allgemeines	483
14.5.2	Elementares Zinn	484
14.5.3	Zinnverbindungen	485
14.6	Blei und Bleiverbindungen	485
14.6.1	Allgemeines	485
14.6.2	Metallisches Blei	486
14.6.3	Bleiverbindungen	487
15	Elemente der V. Hauptgruppe (Stickstoffgruppe, Pentele, Gruppe 15)	489
15.1	Allgemeines	489
15.2	Stickstoff und Stickstoffverbindungen	490
15.2.1	Allgemeines	490
15.2.2	Elementarer Stickstoff	490
15.2.3	Ammoniak, NH_3	491
15.2.4	Ammoniumverbindungen	494
15.2.5	Oxide des Stickstoffs	495
15.2.6	Salpetersäure und Nitrate	496
15.2.7	Kalkstickstoff	499
15.2.8	Weitere Stickstoffverbindungen	499
15.2.9	Stickstoffdüngemittel	500
15.3	Phosphor und Phosphorverbindungen	502
15.3.1	Allgemeines	502
15.3.2	Elementarer Phosphor	502
15.3.3	Phosphorsäuren und Phosphate	504
15.3.4	Phosphordüngemittel	506
15.3.5	Weitere Phosphorverbindungen	507
15.4	Arsen und Arsenverbindungen	508
15.5	Antimon und Antimonverbindungen	508
15.6	Bismut und Bismutverbindungen	510
16	Elemente der VI. Hauptgruppe (Chalkogene, Gruppe 16)	511
16.1	Allgemeines	511
16.2	Sauerstoff und Sauerstoffverbindungen	512
16.2.1	Allgemeines	512
16.2.2	Disauerstoff (Gewöhnlicher Sauerstoff)	512
16.2.3	Trisauerstoff (Ozon), O_3	514
16.2.4	Oxide und Hydroxide	515
16.2.5	Peroxide	516
16.3	Schwefel und Schwefelverbindungen	516
16.3.1	Allgemeines	516
16.3.2	Elementarer Schwefel	517
16.3.3	Schwefelwasserstoff, Sulfan, H_2S	518
16.3.4	Schwefeldioxid, SO_2	520
16.3.5	Schweflige Säure und Sulfite	521

16.3.6	Schwefeltrioxid, SO_3	521
16.3.7	Schwefelsäure, H_2SO_4	521
16.3.8	Sulfate	524
16.3.9	Weitere Schwefelverbindungen	524
16.4	Selen und Selenverbindungen	525
16.5	Tellur und Tellurverbindungen	527
16.6	Polonium und Poloniumverbindungen	527
17	Elemente der VII. Hauptgruppe (Halogene, Gruppe 17)	528
17.1	Allgemeines	528
17.2	Fluor und Fluorverbindungen	529
17.2.1	Allgemeines	529
17.2.2	Elementares Fluor, F_2	530
17.2.3	Fluorverbindungen	530
17.3	Chlor und Chlorverbindungen	531
17.3.1	Allgemeines	531
17.3.2	Elementares Chlor, Cl_2	532
17.3.3	Chlorwasserstoff und Salzsäure	533
17.3.4	Chloride	534
17.3.5	Sauerstoffsäuren des Chlors und ihre Salze	535
17.3.6	Weitere Chlorverbindungen	536
17.4	Brom und Bromverbindungen	536
17.5	Iod und Iodverbindungen	537
17.6	Astat und Astatverbindungen	538
18	Elemente der VIII. Hauptgruppe (Edelgase, Gruppe 18)	539
19	Die Nebengruppenelemente und ihre Verbindungen	542
19.1	Allgemeines	542
19.2	Oxidationsstufen der Nebengruppenelemente	542
20	Elemente der 1. Nebengruppe (Kupfergruppe, Gruppe 11)	543
20.1	Kupfer und Kupferverbindungen	543
20.1.1	Allgemeines	543
20.1.2	Metallisches Kupfer	544
20.1.3	Kupferverbindungen	545
20.2	Silber und Silberverbindungen	548
20.2.1	Allgemeines	548
20.2.2	Metallisches Silber	548
20.2.3	Silberverbindungen	549
20.3	Gold und Goldverbindungen	551
21	Elemente der 2. Nebengruppe (Zinkgruppe, Gruppe 12)	553
21.1	Zink und Zinkverbindungen	553
21.1.1	Allgemeines	553
21.1.2	Metallisches Zink	554
21.1.3	Zinkverbindungen	555
21.2	Cadmium und Cadmiumverbindungen	556
21.3	Quecksilber und Quecksilberverbindungen	557
21.3.1	Allgemeines	557
21.3.2	Metallisches Quecksilber	557
21.3.3	Quecksilber(I)-verbindungen	558
21.3.4	Quecksilber(II)-verbindungen	558

22	Elemente der 3. Nebengruppe (Scandiumgruppe, Gruppe 3)	560
22.1	Allgemeines	560
22.2	Scandium, Yttrium, Lutetium und Lawrencium	561
23	Lanthanoide	563
24	Actinoide	568
24.1	Allgemeines	568
24.2	Thorium und Thoriumverbindungen	569
24.3	Uran und Uranverbindungen	570
24.4	Neptunium	571
24.5	Plutonium	572
24.6	Höhere Transurane	572
25	Elemente der 4. Nebengruppe (Titangruppe, Gruppe 4)	575
25.1	Titan und Titanverbindungen	575
25.2	Zirkonium, Hafnium und ihre Verbindungen	577
26	Elemente der 5. Nebengruppe (Vanadiumgruppe, Gruppe 5)	578
26.1	Allgemeines	578
26.2	Vanadium und Vanadiumverbindungen	578
26.3	Niob und Niobverbindungen	580
26.4	Tantal und Tantalverbindungen	580
27	Elemente der 6. Nebengruppe (Chromgruppe, Gruppe 6)	582
27.1	Allgemeines	582
27.2	Chrom und Chromverbindungen	583
27.2.1	Allgemeines	583
27.2.2	Metallisches Chrom	583
27.2.3	Chromverbindungen	584
27.3	Molybdän und Molybdänverbindungen	586
27.4	Wolfram und Wolframverbindungen	587
28	Elemente der 7. Nebengruppe (Mangangruppe, Gruppe 7)	589
28.1	Allgemeines	589
28.2	Mangan und Manganverbindungen	589
28.2.1	Allgemeines	589
28.2.2	Metallisches Mangan	590
28.2.3	Manganverbindungen	590
28.3	Technetium und Technetiumverbindungen	592
28.4	Rhenium und Rheniumverbindungen	593
29	Elemente der 8. Nebengruppe (Gruppen 8, 9 und 10)	594
29.1	Allgemeines	594
29.2	Eisen und Eisenverbindungen	596
29.2.1	Allgemeines	596
29.2.2	Metallisches Eisen	596
29.2.2.1	Reineisen	596
29.2.2.2	Kohlenstoffhaltiges Eisen	597
29.2.2.3	Stahl	598
29.2.2.4	Rostschutz	600
29.2.3	Eisenmetallurgie	601
29.2.3.1	Übersicht (vereinfacht)	601
29.2.3.2	Erzeugung von Roheisen	601

	29.2.3.3	Glühfrischen (Tempern)	603
	29.2.3.4	Herstellung von Stahl	603
	29.2.4	Eisenverbindungen	605
29.3		Cobalt und Cobaltverbindungen	608
29.4		Nickel und Nickelverbindungen	610
29.5		Leichte Platinmetalle	613
	29.5.1	Ruthenium und Rutheniumverbindungen	613
	29.5.2	Rhodium und Rhodiumverbindungen	613
	29.5.3	Palladium und Palladiumverbindungen	614
29.6		Schwere Platinmetalle	615
	29.6.1	Osmium und Osmiumverbindungen	615
	29.6.2	Iridium und Iridiumverbindungen	616
	29.6.3	Platin und Platinverbindungen	616
30		Nomenklatur anorganischer Verbindungen	619
30.1		Namen der binären Verbindungen	619
30.2		Namen mehratomiger (komplexer) Kationen und Anionen	620
30.3		Namen der Säuren	622
30.4		Namen der Salze	623

Organische Chemie

31		Theoretische Grundlagen der organischen Chemie	626
31.1		Allgemeines	626
31.2		Isomerie	627
	31.2.1	Strukturisomerie	627
	31.2.2	Stereoisomerie	629
31.3		Reaktionsarten	633
	31.3.1	Substitution (Kurzzeichen S)	633
	31.3.2	Addition (Kurzzeichen A)	634
	31.3.3	Eliminierung (Kurzzeichen E)	636
31.4		Mesomerie (Resonanz)	636
31.5		Substituenteneffekte	639
	31.5.1	Übersicht	639
	31.5.2	Der I-Effekt	639
	31.5.3	Der M-Effekt	641
31.6		Reaktionstypen	642
	31.6.1	Grundlagen	642
	31.6.2	Übersicht über die Reaktionstypen	644
	31.6.3	Radikalische Reaktionen	644
	31.6.4	Nukleophile Reaktionen	645
	31.6.5	Elektrophile Reaktionen	647
31.7		Einteilung der organischen Verbindungen	649
32		Acyclische Kohlenwasserstoffe	651
32.1		Allgemeines	651
32.2		Alkane	651
	32.2.1	Konstitution und allgemeine Eigenschaften	651
	32.2.2	Chemische Eigenschaften der Alkane	652
	32.2.3	Vorkommen und Verwendung der Alkane	653
	32.2.4	Herstellung von Alkanen	654

32.3	Alkene und Alkadiene	655
32.3.1	Herstellung von Alkenen	655
32.3.2	Wichtige Alkene und Alkadiene	655
32.4	Alkine (Acetylene)	657
33	Erdöl und Erdgas	661
33.1	Arten und Entstehung	661
33.2	Gewinnung und Verarbeitung	662
33.3	Octanzahl	663
33.4	Cetanzahl	664
33.5	Crackverfahren (Spaltverfahren)	664
33.5.1	Thermisches Cracken	664
33.5.2	Katalytisches Cracken	665
33.6	Katalytisches Reformieren	665
34	Kohle	667
34.1	Arten und Entstehung der Kohle	667
34.2	Veredlung der Kohle	668
34.2.1	Brikettierung	668
34.2.2	Entgasung von Kohle (Trockendestillation, Zersetzungsdestillation)	668
34.2.3	Vergasung von Kohle	669
34.2.4	Katalytische Hydrierung von Kohleprodukten	670
35	Acyclische Sauerstoffverbindungen	671
35.1	Acyclische Alkohole	671
35.1.1	Darstellungsmethoden für Alkanole	672
35.1.2	Eigenschaften von Alkanolen	672
35.1.3	Einwertige Alkanole	673
35.1.4	Mehrwertige Alkanole	675
35.2	Acyclische Ether	677
35.3	Acyclische Aldehyde	678
35.3.1	Allgemeines	678
35.3.2	Einzelne Aldehyde	681
35.4	Acyclische Ketone	682
35.4.1	Allgemeines	682
35.4.2	Einzelne Ketone	682
35.5	Acyclische Carbonsäuren und Hydroxycarbonsäuren	683
35.5.1	Allgemeines	683
35.5.2	Alkanmonosäuren (gesättigte acyclische Monocarbonsäuren, Fettsäuren)	684
35.5.3	Alkenmonosäuren (ungesättigte acyclische Monocarbonsäuren)	686
35.5.4	Alkandisäuren (acyclische Dicarbonsäuren)	688
35.5.5	Hydroxyalkansäuren (gesättigte acyclische Hydroxycarbonsäuren)	689
36	Acyclische Halogenverbindungen	691
36.1	Halogenalkane (Alkylhalogenide)	691
36.2	Wichtige Halogenalkane und -alkene	693
36.3	Alkanoylhalogenide (Acyhalogenide, Carbonsäurehalogenide)	694
37	Acyclische Ester	696
37.1	Allgemeines	696
37.2	Ester der Schwefelsäure (Alkylsulfate)	696
37.3	Ester der Salpetersäure (Alkylnitrate)	697
37.4	Ester der Borsäure (Alkylborate)	698

37.5	Ester der Phosphorsäure (Alkylphosphate)	698
37.6	Ester acyclischer Carbonsäuren (Alkylcarboxylate)	698
38	Acyclische Stickstoffverbindungen	700
38.1	Amine	700
38.2	Aminosäuren	701
38.3	Säureamide	703
38.4	Säureureide (Acylcarbamid, Acylharnstoff, Ureide)	703
38.5	Carbaminsäureester (Urethane)	704
38.6	Alkannitrile (Alkancarbonitrile, Alkylcyanide) und Alkanisonitrile (Alkancarboisonitrile) . . .	705
38.7	Nitroalkane	705
39	Acyclische Schwefelverbindungen	707
39.1	Alkanthiole (Thioalkohole, Mercaptane)	707
39.2	Alkansulfonsäuren (Alkylsulfonsäuren)	707
40	Kohlenhydrate	709
40.1	Allgemeines	709
40.2	Monosaccharide	709
40.2.1	Pentosen	710
40.2.2	Hexosen	710
40.3	Disaccharide	713
40.4	Polysaccharide	715
41	Carbocyclische Verbindungen	717
41.1	Allgemeines	717
41.2	Alicyclische Verbindungen	717
41.3	Aromatische Verbindungen	719
41.3.1	Allgemeines	719
41.3.2	Aromatische Kohlenwasserstoffe (Arene)	722
41.3.3	Aromatische Halogenkohlenwasserstoffe (Halogenarene)	729
41.3.4	Phenole	730
41.3.5	Aromatische Alkohole, Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren	737
41.3.6	Aromatische Sulfonsäuren (Arensulfonsäuren)	741
41.3.7	Aromatische Nitroverbindungen (Nitroarene)	742
41.3.8	Aromatische Amine	745
41.3.9	Diazoniumsalze	748
42	Heterocyclische Verbindungen	750
42.1	Einfache heterocyclische Verbindungen	750
42.2	Alkaloide	757
43	Biochemisch wichtige Stoffgruppen	763
43.1	Eiweißstoffe (Eiweiße, Eiweißkörper)	763
43.1.1	Allgemeines	763
43.1.2	Eiweiß-Aminosäuren	764
43.1.3	Wichtige Proteine	766
43.1.4	Wichtige Proteide	766
43.2	Lipide	767
43.3	Nucleinsäuren	770
43.4	Vitamine	772
43.4.1	Allgemeines	772
43.4.2	Einzelne Vitamine	772

43.5	Hormone	777
43.5.1	Allgemeines	777
43.5.2	Einige spezielle Hormone	777
43.6	Enzyme	780
43.7	Steroide	780
43.8	Antibiotika	782
44	Sondergebiete der organischen Chemie	784
44.1	Organische Farbstoffe	784
44.1.1	Allgemeines	784
44.1.2	Wichtige chemische Farbstoffklassen	785
44.1.3	Wichtige färbetechnische Farbstoffklassen	795
44.2	Terpene	795
44.3	Tenside (grenzflächenaktive Stoffe)	798
44.4	Pestizide	802
44.4.1	Allgemeines	802
44.4.2	Insektizide	802
45	Makromolekulare organisch-chemische Werkstoffe	804
45.1	Kunststoffe	804
45.1.1	Allgemeines	804
45.1.2	Polyreaktionen	804
45.1.3	Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere	806
45.2	Vollsynthetische Kunststoffe	807
45.2.1	Polyethen	807
45.2.2	Polypropen	808
45.2.3	Polystyrol (Polystyren)	809
45.2.4	Polyvinylchlorid	809
45.2.5	Phenoplaste	810
45.2.6	Polyester	811
45.2.7	Polyepoxide (Epoxidharze)	812
45.2.8	Polyamide	813
45.2.9	Aminoplaste	814
45.2.10	Polyurethane	815
45.2.11	Sonstige vollsynthetische Kunststoffe	816
45.3	Kunststoffe als Umwandlungsprodukte hochmolekularer Naturstoffe	818
45.4	Elastomere	820
45.4.1	Allgemeines	820
45.4.2	Naturkautschuk	820
45.4.3	Synthesekautschuk (Butadien-Mischpolymerisate)	821
45.4.4	Weitere Elastomere	821
45.5	Chemiefaserstoffe	822
45.5.1	Allgemeines	822
45.5.2	Polyamidfaserstoffe	824
45.5.3	Polyacrylnitrilfaserstoffe	825
45.5.4	Polyesterfaserstoffe	826
45.5.5	Sonstige vollsynthetische Faserstoffe	826
45.5.6	Regeneratcellulosefaserstoffe	827
45.5.7	Celluloseacetatfaserstoff (Acetatfaserstoff)	828
45.6	Silicone	828

46	Nomenklatur organischer Verbindungen	830
46.1	Allgemeines	830
46.2	Stammverbindungen	831
46.3	Ungesättigte Verbindungen	832
46.4	Reste (Radikale)	834
46.5	Verzweigte Verbindungen	836
46.6	Verbindungen mit Funktionen	840
46.7	Kennzeichnung optisch-aktiver Verbindungen	845
46.7.1	Allgemeines	845
46.7.2	Das D/L-System	845
46.7.3	Das R/S-System	849

Anhang

Tafelanhang	858
Tafel 1 Alphabetisches Verzeichnis der Elementsymbole	858
Tafel 2 Elektronenbesetzung der Elemente	860
Tafel 3 Verzeichnis der Elemente (nach der Ordnungszahl)	862
Tafel 4 Relative Atommassen der Elemente, die als Reinelemente oder als natürliches Isotopengemisch auftreten	865
Tafel 5 Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen (DIN EN ISO 1043-1)	867
1. Homopolymere, Polykondensations- und Polyadditionsprodukte (Auswahl)	867
2. Copolymere	868
3. Kennbuchstaben für besondere Eigenschaften	868
Tafel 6 Internationale Gefahrstoffkennzeichnung	869
Tafel 7 Verzeichnis der Formelzeichen für physikalisch-chemische Größen	875
Tafel 8 Internationales Einheitensystem (SI)	879
Tafel 9 Griechisches Alphabet	880
Tafel 10 Wichtige Konstanten	880
Sachwortverzeichnis Begriffe	881
Sachwortverzeichnis Stoffe	899
Literaturverzeichnis	928