

# Inhaltsverzeichnis

## Allgemeine Chemie

<b>1</b>	<b>Chemische Grundbegriffe</b>	<b>2</b>
1.1	Stoffe	2
1.2	Chemische Reaktionen	3
1.3	Reine Stoffe und Stoffgemenge	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
<b>2</b>	<b>Mengenverhältnisse bei chemischen Reaktionen</b>	<b>23</b>
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	27
2.5	Stoffmenge – Mol	28
2.6	Molare Masse – stoffmengenbezogene Masse	32
2.7	Äquivalent	33
2.8	Volumenverhältnisse bei chemischen Reaktionen	36
2.9	Molares Volumen der Gase	37
2.10	Idealer Gaszustand	40
2.11	Allgemeine Zustandsgleichung der Gase	40
2.12	Stöchiometrische Berechnungen	44
2.13	Löslichkeit	46
2.14	Zusammensetzungsgrößen	48
2.14.1	Stoffmengenanteil und Stoffmengenverhältnis	50
2.14.2	Massenanteil und Massenverhältnis	51
2.14.3	Massenkonzentration	55
2.14.4	Stoffmengenkonzentration	55
2.14.5	Äquivalentkonzentration	58
2.14.6	Maßanalyse	61
2.14.7	Volumenanteil – Volumenkonzentration – Volumenverhältnis	64
<b>3</b>	<b>Bau der Atome</b>	<b>68</b>
3.1	Historisches	68
3.2	Atomkern und Elektronenhülle	69
3.3	Aufbau der Atomkerne	69
3.4	Nuklide – Isotope	70
3.5	Aufbau der Elektronenhülle	75
3.5.1	Energieniveaus der Elektronen im Atom	75
3.5.2	Orbitalmodell des Atoms	77
3.5.3	s-Orbitale – s-Elektronen	80
3.5.4	p-Orbitale – p-Elektronen	81

3.5.5	d-Orbitale und f-Orbitale . . . . .	85
3.5.6	Hauptenergieniveaus – Nebenenergieniveaus . . . . .	86
<b>4</b>	<b>Periodensystem der Elemente . . . . .</b>	<b>89</b>
4.1	Gesetz der Periodizität . . . . .	89
4.2	Aufbau des Periodensystems . . . . .	89
4.3	Periodensystem und Atombau . . . . .	95
4.4	Periodensystem und Wertigkeit . . . . .	97
4.5	Stellung der Elemente im Periodensystem und Eigenschaften der Elementsubstanzen . . . . .	98
4.5.1	Elektropositive und elektronegative Elemente . . . . .	98
4.5.2	Metalle und Nichtmetalle . . . . .	99
4.5.3	Basenbildner und Säurebildner . . . . .	100
4.6	Periodizität von Eigenschaften der Elemente . . . . .	102
4.6.1	Ionisierungsenergie . . . . .	102
4.6.2	Elektronenaffinität . . . . .	104
4.6.3	Elektronegativität . . . . .	106
4.6.4	Atomradien – Ionenradien . . . . .	107
<b>5</b>	<b>Chemische Bindung . . . . .</b>	<b>110</b>
5.1	Atombindung . . . . .	111
5.1.1	Atombindung und Eigenschaften der Stoffe . . . . .	111
5.1.1.1	Atombindungen in Feststoffen . . . . .	113
5.1.1.2	Atombindungen in Molekülsubstanzen . . . . .	113
5.1.2	Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell . . . . .	115
5.1.3	Wellenmechanisches Modell der Atombindung . . . . .	119
5.1.3.1	Bindungsenergie . . . . .	119
5.1.3.2	s-s- $\sigma$ -Bindung . . . . .	121
5.1.3.3	p-p- $\sigma$ -Bindung . . . . .	122
5.1.3.4	s-p- $\sigma$ -Bindung . . . . .	123
5.1.3.5	p-p- $\pi$ -Bindung . . . . .	124
5.1.3.6	Bindungen am Kohlenstoffatom . . . . .	128
5.1.4	Polarisierte Atombindungen – Dipolmoleküle . . . . .	133
5.1.5	Bindungen an freien Elektronenpaaren . . . . .	137
5.1.6	Zwischenmolekulare Kräfte . . . . .	138
5.1.7	Wasserstoffbrückenbindungen . . . . .	140
5.1.8	Paramagnetismus und Diamagnetismus . . . . .	142
5.2	Ionenbindung . . . . .	143
5.2.1	Entstehung von Ionen durch Elektronenübergang . . . . .	143
5.2.2	Struktur und Eigenschaften der Stoffe mit Ionenbindung . . . . .	147
5.3	Metallbindung und Bändermodell . . . . .	153
5.3.1	Metallbindung . . . . .	153
5.3.2	Bändermodell der Elektronen in Kristallen . . . . .	156
5.4	Bindungen in Komplexen . . . . .	158
5.4.1	Aufbau von Komplexen . . . . .	159
5.4.2	Bindungsverhältnisse . . . . .	161
5.4.3	Typen von Liganden, Chelateffekt . . . . .	162
5.4.4	Farbigkeit und Magnetismus von Komplexen . . . . .	164
5.5	Wertigkeitsbegriffe . . . . .	167
5.5.1	Stöchiometrische Wertigkeit . . . . .	167
5.5.2	Ionenwertigkeit . . . . .	169

5.5.3	Oxidationszahl	169
5.5.3.1	Oxidationszahlen in Molekülen	171
5.5.3.2	Oxidationszahlen in Komplex-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
<b>6</b>	<b>Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz</b>	<b>178</b>
6.1	Gleichgewichtsreaktionen	178
6.2	Prinzip des kleinsten Zwanges	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	183
6.3	Einflüsse auf die Geschwindigkeit von Gleichgewichtsreaktionen	183
6.3.1	Einfluss der Temperatur	184
6.3.2	Einfluss von Katalysatoren	185
6.4	Massenwirkungsgesetz	187
6.4.1	Gleichgewichtskonstante	188
6.4.2	Kinetische Ableitung des Massenwirkungsgesetzes	191
6.4.3	Grundbegriffe der chemischen Kinetik	194
6.5	Anwendung des Massenwirkungsgesetzes	196
6.5.1	Änderung der Zusammensetzung des Reaktionsgemischs	197
6.5.2	Änderung der Partialdrücke	198
<b>7</b>	<b>Reaktionen der anorganischen Chemie</b>	<b>202</b>
7.1	Ordnungsprinzipien für chemische Reaktionen	202
7.2	Oxidations-Reduktions-Reaktionen	203
7.2.1	Oxidation und Reduktion in historischer Sicht	203
7.2.2	Redoxreaktionen als Abgabe und Aufnahme von Elektronen	204
7.3	Säure-Base-Reaktionen	210
7.3.1	Säure-Base-Reaktionen in historischer Sicht	210
7.3.2	Säure-Base-Reaktionen als Abgabe und Aufnahme von Protonen	218
7.3.2.1	Protolyte – protolytische Systeme	218
7.3.2.2	Autoprotolyse des Wassers – pH-Wert	220
7.3.2.3	Stärke der Protolyte	223
7.3.2.4	$pK_s$ -Werte	227
7.3.2.5	Protolysegrad	231
7.3.2.6	Berechnung des pH-Wertes von Protolytlösungen	235
7.3.2.7	Neutralisationsanalyse	238
7.3.2.8	Pufferlösungen	244
7.3.2.9	Protolyse wässriger Salzlösungen	247
7.3.2.10	Ionenaktivität	248
7.4	Lösungs- und Fällungsreaktionen	249
7.4.1	Abbau und Aufbau von Ionengittern	249
7.4.2	Löslichkeitskonstante	252
7.4.3	Gleichionige Zusätze	255
7.5	Komplexreaktionen	256
7.5.1	Bildung und Zerfall von Komplexverbindungen	256
7.5.2	Komplexdissoziationskonstante	260

<b>8</b>	<b>Thermochemie – Thermodynamik</b>	<b>265</b>
8.1	Grundbegriffe der Thermodynamik	265
8.2	Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie	270
8.3	Molare Reaktionsgrößen	273
8.3.1	Molare Reaktionsenthalpie	273
8.3.2	Molare Reaktionsenergie und molare Reaktionsvolumenarbeit	276
8.4	Molare Standardreaktionsgrößen	281
8.4.1	Molare Standardbildungsenthalpie	281
8.4.2	Molare Standardreaktionsenthalpie	286
8.4.3	Molare Standardverbrennungsenthalpie	288
8.5	Weitere thermodynamische Größen	291
8.5.1	Molare Phasenumwandlungsenthalpien	291
8.5.2	Molare Wärmekapazität	292
8.5.3	Molare Mischungsenthalpien	293
8.5.4	BORN-HÄBERScher Kreisprozess	296
8.6	Thermodynamische Reaktionstriebskraft und chemisches Gleichgewicht	299
8.6.1	Freie Enthalpie	300
8.6.2	Molare freie Reaktionsenthalpie	300
8.6.3	Molare freie Standardbildungsenthalpie	303
8.6.4	Konzentrationsabhängigkeit der molaren freien Reaktionsenthalpie	305
8.6.5	Berechnung der Gleichgewichtskonstante	310
8.7	Ergänzungen zur Thermodynamik	312
8.7.1	Partielle molare Größen	312
8.7.2	Chemisches Potenzial	316
8.7.3	Entropie – Einführung	318
8.7.4	Entropie und Wahrscheinlichkeit	321
8.7.5	Entropieerzeugung bei irreversiblen Prozessen	323
8.7.6	Spontane Prozesse in isotherm/isobaren Systemen	325
8.7.7	Freie Enthalpie – Herleitung und Anwendungen	328
<b>9</b>	<b>Elektrochemie</b>	<b>333</b>
9.1	Historisches	333
9.2	Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle	334
9.3	Galvanische Elemente – galvanische Zellen	339
9.4	Standardelektrodenpotenziale	343
9.5	Zellspannung	346
9.6	Elektrische Arbeit	349
9.7	NERNSTSche Gleichung	352
9.7.1	NERNSTSche Gleichung für Elektrodenpotenziale	352
9.7.2	NERNSTSche Gleichung für die Zellspannung	354
9.7.3	NERNSTSche Gleichung für Redoxreaktionen	358
9.8	Elektrolyse	363
9.8.1	Elektrodevorgänge	363
9.8.2	Elektrolyse wässriger Lösungen	364
9.8.3	Elektrolyse mit angreifbarer Anode	367
9.9	Polarisation – Zersetzungsspannung – Überspannung	370
9.10	FARADAYSche Gesetze	377
9.10.1	Erstes FARADAYSches Gesetz	377
9.10.2	Zweites FARADAYSches Gesetz	378
9.10.3	FARADAY-Konstante	380

9.11	Elektrochemische Stromquellen	381
9.11.1	Primärzellen	382
9.11.1.1	Zink-Braunstein-Zellen	382
9.11.1.2	Zink-Silberoxid-Zelle	384
9.11.1.3	Lithiumzellen	384
9.11.2	Sekundärzellen – Akkumulatoren	387
9.11.2.1	Bleiakkumulator	389
9.11.2.2	Nickel-Cadmium-Akkumulator	390
9.11.2.3	Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	393
9.11.2.4	Lithium-Ionen-Akkumulator	395
9.11.2.5	Hochtemperaturbatterien	398
9.11.3	Brennstoffzellen	401
9.12	Elektrochemische Korrosion	409

## Anorganische Chemie

<b>10</b>	<b>Wasserstoff</b>	<b>414</b>
10.1	Allgemeines	414
10.2	Elementarer Wasserstoff	414
10.3	Hydride	416
10.4	Wasser	416
10.5	Wasserstoffperoxid	417
10.6	Deuterium, schweres Wasser, Tritium	418
<b>11</b>	<b>Elemente der I. Hauptgruppe (Alkalimetalle)</b>	<b>420</b>
11.1	Allgemeines	420
11.2	Lithium und Lithiumverbindungen	421
11.3	Natrium und Natriumverbindungen	423
11.3.1	Allgemeines	423
11.3.2	Metallisches Natrium	423
11.3.3	Natriumchlorid, NaCl	424
11.3.4	Natriumhydroxid, NaOH	425
11.3.5	Natriumcarbonat, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	426
11.3.6	Natriumsulfat, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	428
11.3.7	Weitere Natriumverbindungen	428
11.4	Kalium und Kaliumverbindungen	430
11.4.1	Allgemeines	430
11.4.2	Metallisches Kalium	430
11.4.3	Kaliumhydroxid, KOH	431
11.4.4	Kaliumnitrat, KNO <sub>3</sub>	431
11.4.5	Kaliumcarbonat, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	432
11.4.6	Weitere Kaliumverbindungen	432
11.4.7	Kalidüngemittel	433
11.5	Rubidium, Caesium und ihre Verbindungen	433
<b>12</b>	<b>Elemente der II. Hauptgruppe (Berylliumgruppe)</b>	<b>435</b>
12.1	Allgemeines	435
12.2	Beryllium und Berylliumverbindungen	436
12.3	Magnesium und Magnesiumverbindungen	437
12.3.1	Allgemeines	437
12.3.2	Metallisches Magnesium	437
12.3.3	Magnesiumverbindungen	438

12.4	Calcium und Calciumverbindungen . . . . .	439
12.4.1	Allgemeines . . . . .	439
12.4.2	Metallisches Calcium . . . . .	440
12.4.3	Calciumcarbonat, $\text{CaCO}_3$ . . . . .	440
12.4.4	Calciumoxid, $\text{CaO}$ . . . . .	442
12.4.5	Calciumhydroxid, $\text{Ca(OH)}_2$ . . . . .	443
12.4.6	Calciumsulfat, $\text{CaSO}_4$ . . . . .	444
12.4.7	Calciumcarbid, $\text{CaC}_2$ . . . . .	444
12.4.8	Weitere Calciumverbindungen . . . . .	445
12.4.9	Calciumdüngemittel . . . . .	445
12.4.10	Wasserhärte . . . . .	445
12.5	Strontium, Barium und ihre Verbindungen . . . . .	448
12.6	Radium und Radiumverbindungen . . . . .	449
<b>13</b>	<b>Elemente der III. Hauptgruppe (Borgruppe, Triele, Gruppe 13)</b> . . . . .	<b>450</b>
13.1	Allgemeines . . . . .	450
13.2	Bor und Borverbindungen . . . . .	451
13.2.1	Allgemeines . . . . .	451
13.2.2	Elementares Bor . . . . .	451
13.2.3	Borsäure, $\text{H}_3\text{BO}_3$ . . . . .	452
13.2.4	Weitere Borverbindungen . . . . .	452
13.3	Aluminium und Aluminiumverbindungen . . . . .	453
13.3.1	Allgemeines . . . . .	453
13.3.2	Metallisches Aluminium . . . . .	454
13.3.3	Aluminiumoxid, $\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	456
13.3.4	Aluminiumhydroxid, $\text{Al(OH)}_3$ . . . . .	456
13.3.5	Aluminiumsulfat und Alaun . . . . .	457
13.3.6	Sonstige Aluminiumverbindungen . . . . .	457
13.4	Gallium, Indium, Thallium und ihre Verbindungen . . . . .	458
<b>14</b>	<b>Elemente der IV. Hauptgruppe (Kohlenstoffgruppe, Tetrele, Gruppe 14)</b> . . . . .	<b>460</b>
14.1	Allgemeines . . . . .	460
14.2	Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen . . . . .	461
14.2.1	Allgemeines . . . . .	461
14.2.2	Elementarer Kohlenstoff . . . . .	462
14.2.2.1	Modifikationen . . . . .	462
14.2.2.2	Kohlenstoff-Werkstoffe . . . . .	465
14.2.3	Kohlenstoffmonoxid, $\text{CO}$ . . . . .	465
14.2.4	Kohlenstoffdioxid, $\text{CO}_2$ . . . . .	467
14.2.5	Kohlensäure, $\text{H}_2\text{CO}_3$ . . . . .	468
14.2.6	Carbonate . . . . .	469
14.2.7	Carbide . . . . .	469
14.2.8	Derivate der Kohlensäure . . . . .	469
14.2.9	Cyan und Cyanverbindungen . . . . .	471
14.3	Silicium und Siliciumverbindungen . . . . .	472
14.3.1	Allgemeines . . . . .	472
14.3.2	Elementares Silicium . . . . .	472
14.3.3	Siliciumdioxid, $\text{SiO}_2$ . . . . .	473
14.3.4	Kieselsäuren und Silicate . . . . .	474
14.3.5	Natürliche Silicate . . . . .	475

14.3.6	Künstliche Silicate . . . . .	477
14.3.7	Weitere Siliciumverbindungen . . . . .	479
14.4	Germanium und Germaniumverbindungen . . . . .	480
14.5	Zinn und Zinnverbindungen . . . . .	480
14.5.1	Allgemeines . . . . .	480
14.5.2	Elementares Zinn . . . . .	481
14.5.3	Zinnverbindungen . . . . .	482
14.6	Blei und Bleiverbindungen . . . . .	482
14.6.1	Allgemeines . . . . .	482
14.6.2	Metallisches Blei . . . . .	483
14.6.3	Bleiverbindungen . . . . .	484
<b>15</b>	<b>Elemente der V. Hauptgruppe (Stickstoffgruppe, Pentele, Gruppe 15)</b> . . . . .	<b>486</b>
15.1	Allgemeines . . . . .	486
15.2	Stickstoff und Stickstoffverbindungen . . . . .	487
15.2.1	Allgemeines . . . . .	487
15.2.2	Elementarer Stickstoff . . . . .	487
15.2.3	Ammoniak, $\text{NH}_3$ . . . . .	488
15.2.4	Ammoniumverbindungen . . . . .	491
15.2.5	Oxide des Stickstoffs . . . . .	492
15.2.6	Salpetersäure und Nitrate . . . . .	493
15.2.7	Kalkstickstoff . . . . .	496
15.2.8	Weitere Stickstoffverbindungen . . . . .	496
15.2.9	Stickstoffdüngemittel . . . . .	497
15.3	Phosphor und Phosphorverbindungen . . . . .	498
15.3.1	Allgemeines . . . . .	498
15.3.2	Elementarer Phosphor . . . . .	499
15.3.3	Phosphorsäuren und Phosphate . . . . .	500
15.3.4	Phosphordüngemittel . . . . .	502
15.3.5	Weitere Phosphorverbindungen . . . . .	503
15.4	Arsen und Arsenverbindungen . . . . .	504
15.5	Antimon und Antimonverbindungen . . . . .	505
15.6	Bismut und Bismutverbindungen . . . . .	506
<b>16</b>	<b>Elemente der VI. Hauptgruppe (Chalkogene, Gruppe 16)</b> . . . . .	<b>508</b>
16.1	Allgemeines . . . . .	508
16.2	Sauerstoff und Sauerstoffverbindungen . . . . .	509
16.2.1	Allgemeines . . . . .	509
16.2.2	Disauerstoff (Gewöhnlicher Sauerstoff) . . . . .	509
16.2.3	Trisauerstoff (Ozon), $\text{O}_3$ . . . . .	511
16.2.4	Oxide und Hydroxide . . . . .	512
16.2.5	Peroxide . . . . .	513
16.3	Schwefel und Schwefelverbindungen . . . . .	513
16.3.1	Allgemeines . . . . .	513
16.3.2	Elementarer Schwefel . . . . .	514
16.3.3	Schwefelwasserstoff, Sulfan, $\text{H}_2\text{S}$ . . . . .	515
16.3.4	Schwefeldioxid, $\text{SO}_2$ . . . . .	517
16.3.5	Schweflige Säure und Sulfite . . . . .	518
16.3.6	Schwefeltrioxid, $\text{SO}_3$ . . . . .	518
16.3.7	Schwefelsäure, $\text{H}_2\text{SO}_4$ . . . . .	518

16.3.8	Sulfate . . . . .	521
16.3.9	Weitere Schwefelverbindungen . . . . .	521
16.4	Selen und Selenverbindungen . . . . .	522
16.5	Tellur und Tellurverbindungen . . . . .	524
16.6	Polonium und Poloniumverbindungen . . . . .	524
<b>17</b>	<b>Elemente der VII. Hauptgruppe (Halogene, Gruppe 17)</b> . . . . .	<b>525</b>
17.1	Allgemeines . . . . .	525
17.2	Fluor und Fluorverbindungen . . . . .	526
17.2.1	Allgemeines . . . . .	526
17.2.2	Elementares Fluor, $F_2$ . . . . .	527
17.2.3	Fluorverbindungen . . . . .	527
17.3	Chlor und Chlorverbindungen . . . . .	528
17.3.1	Allgemeines . . . . .	528
17.3.2	Elementares Chlor, $Cl_2$ . . . . .	529
17.3.3	Chlorwasserstoff und Salzsäure . . . . .	530
17.3.4	Chloride . . . . .	531
17.3.5	Sauerstoffsäuren des Chlors und ihre Salze . . . . .	532
17.3.6	Weitere Chlorverbindungen . . . . .	533
17.4	Brom und Bromverbindungen . . . . .	533
17.5	Iod und Iodverbindungen . . . . .	534
17.6	Astat und Astatverbindungen . . . . .	535
<b>18</b>	<b>Elemente der VIII. Hauptgruppe (Edelgase, Gruppe 18)</b> . . . . .	<b>536</b>
<b>19</b>	<b>Die Nebengruppenelemente und ihre Verbindungen</b> . . . . .	<b>539</b>
19.1	Allgemeines . . . . .	539
19.2	Oxidationsstufen der Nebengruppenelemente . . . . .	539
<b>20</b>	<b>Elemente der 1. Nebengruppe (Kupfergruppe, Gruppe 11)</b> . . . . .	<b>540</b>
20.1	Kupfer und Kupferverbindungen . . . . .	540
20.1.1	Allgemeines . . . . .	540
20.1.2	Metallisches Kupfer . . . . .	541
20.1.3	Kupferverbindungen . . . . .	542
20.2	Silber und Silberverbindungen . . . . .	545
20.2.1	Allgemeines . . . . .	545
20.2.2	Metallisches Silber . . . . .	545
20.2.3	Silberverbindungen . . . . .	546
20.3	Gold und Goldverbindungen . . . . .	548
<b>21</b>	<b>Elemente der 2. Nebengruppe (Zinkgruppe, Gruppe 12)</b> . . . . .	<b>550</b>
21.1	Zink und Zinkverbindungen . . . . .	550
21.1.1	Allgemeines . . . . .	550
21.1.2	Metallisches Zink . . . . .	551
21.1.3	Zinkverbindungen . . . . .	552
21.2	Cadmium und Cadmiumverbindungen . . . . .	553
21.3	Quecksilber und Quecksilberverbindungen . . . . .	554
21.3.1	Allgemeines . . . . .	554
21.3.2	Metallisches Quecksilber . . . . .	554
21.3.3	Quecksilber(I)-verbindungen . . . . .	555
21.3.4	Quecksilber(II)-verbindungen . . . . .	555



<b>22</b>	<b>Elemente der 3. Nebengruppe (Scandiumgruppe, Gruppe 3)</b>	<b>557</b>
22.1	Allgemeines	557
22.2	Scandium, Yttrium und Lutetium	558
22.3	Lanthanoide	559
22.4	Actinoide	561
22.4.1	Allgemeines	561
22.4.2	Thorium und Thoriumverbindungen	562
22.4.3	Uran und Uranverbindungen	563
22.4.4	Neptunium und Plutonium	564
22.4.5	Höhere Transurane	564
<b>23</b>	<b>Elemente der 4. Nebengruppe (Titangruppe, Gruppe 4)</b>	<b>567</b>
23.1	Titan und Titanverbindungen	567
23.2	Zirconium, Hafnium und ihre Verbindungen	569
<b>24</b>	<b>Elemente der 5. Nebengruppe (Vanadiumgruppe, Gruppe 5)</b>	<b>570</b>
24.1	Allgemeines	570
24.2	Vanadium und Vanadiumverbindungen	570
24.3	Niob und Niobverbindungen	572
24.4	Tantal und Tantalverbindungen	572
<b>25</b>	<b>Elemente der 6. Nebengruppe (Chromgruppe, Gruppe 6)</b>	<b>574</b>
25.1	Allgemeines	574
25.2	Chrom und Chromverbindungen	575
25.2.1	Allgemeines	575
25.2.2	Metallisches Chrom	575
25.2.3	Chromverbindungen	576
25.3	Molybdän und Molybdänverbindungen	578
25.4	Wolfram und Wolframverbindungen	579
<b>26</b>	<b>Elemente der 7. Nebengruppe (Mangangruppe, Gruppe 7)</b>	<b>581</b>
26.1	Allgemeines	581
26.2	Mangan und Manganverbindungen	581
26.2.1	Allgemeines	581
26.2.2	Metallisches Mangan	582
26.2.3	Manganverbindungen	582
26.3	Technetium und Technetiumverbindungen	584
26.4	Rhenium und Rheniumverbindungen	585
<b>27</b>	<b>Elemente der 8. Nebengruppe (Gruppen 8, 9 und 10)</b>	<b>586</b>
27.1	Allgemeines	586
27.2	Eisen und Eisenverbindungen	588
27.2.1	Allgemeines	588
27.2.2	Metallisches Eisen	588
27.2.2.1	Reineisen	588
27.2.2.2	Kohlenstoffhaltiges Eisen	589
27.2.2.3	Stahl	590
27.2.2.4	Rostschutz	591
27.2.3	Eisenmetallurgie	592
27.2.3.1	Übersicht (vereinfacht)	592
27.2.3.2	Erzeugung von Roheisen	592
27.2.3.3	Glühfrischen (Tempern)	594
27.2.3.4	Herstellung von Stahl	594

27.2.4	Eisenverbindungen	596
27.3	Cobalt und Cobaltverbindungen	599
27.4	Nickel und Nickelverbindungen	601
27.5	Leichte Platinmetalle	603
27.5.1	Ruthenium und Rutheniumverbindungen	603
27.5.2	Rhodium und Rhodiumverbindungen	604
27.5.3	Palladium und Palladiumverbindungen	605
27.6	Schwere Platinmetalle	605
27.6.1	Osmium und Osmiumverbindungen	605
27.6.2	Iridium und Iridiumverbindungen	606
27.6.3	Platin und Platinverbindungen	607
<b>28</b>	<b>Nomenklatur anorganischer Verbindungen</b>	<b>609</b>
28.1	Namen der binären Verbindungen	609
28.2	Namen mehratomiger (komplexer) Kationen und Anionen	610
28.3	Namen der Säuren	612
28.4	Namen der Salze	613

## Organische Chemie

<b>29</b>	<b>Theoretische Grundlagen der organischen Chemie</b>	<b>616</b>
29.1	Allgemeines	616
29.2	Isomerie	617
29.2.1	Strukturisomerie	617
29.2.2	Stereoisomerie	619
29.3	Reaktionsarten	623
29.3.1	Substitution (Kurzzeichen S)	623
29.3.2	Addition (Kurzzeichen A)	624
29.3.3	Eliminierung (Kurzzeichen E)	626
29.4	Mesomerie (Resonanz)	626
29.5	Substituenteneffekte	629
29.5.1	Übersicht	629
29.5.2	Der I-Effekt	629
29.5.3	Der M-Effekt	631
29.6	Reaktionstypen	632
29.6.1	Grundlagen	632
29.6.2	Übersicht über die Reaktionstypen	634
29.6.3	Radikalische Reaktionen	634
29.6.4	Nukleophile Reaktionen	635
29.6.5	Elektrophile Reaktionen	637
29.7	Einteilung der organischen Verbindungen	639
<b>30</b>	<b>Acyclische Kohlenwasserstoffe</b>	<b>641</b>
30.1	Allgemeines	641
30.2	Alkane	641
30.2.1	Konstitution und allgemeine Eigenschaften	641
30.2.2	Chemische Eigenschaften der Alkane	642
30.2.3	Vorkommen und Verwendung der Alkane	643
30.2.4	Herstellung von Alkanen	644
30.3	Alkene und Alkadiene	645
30.3.1	Herstellung von Alkenen	645
30.3.2	Wichtige Alkene und Alkadiene	645
30.4	Alkine (Acetylene, Acetylenkohlenwasserstoffe)	647

<b>31</b>	<b>Erdöl und Erdgas</b>	<b>651</b>
31.1	Arten und Entstehung	651
31.2	Gewinnung und Verarbeitung	652
31.3	Octanzahl	653
31.4	Crackverfahren (Spaltverfahren)	654
31.4.1	Thermisches Cracken	654
31.4.2	Katalytisches Cracken	654
31.5	Katalytisches Reformieren	655
<b>32</b>	<b>Kohle</b>	<b>657</b>
32.1	Arten und Entstehung der Kohle	657
32.2	Veredlung der Kohle	658
32.2.1	Brikettierung	658
32.2.2	Entgasung von Kohle (Trockendestillation, Zersetzungsdestillation)	658
32.2.3	Vergasung von Kohle	659
32.2.4	Katalytische Hydrierung von Kohleprodukten	660
<b>33</b>	<b>Acyclische Sauerstoffverbindungen</b>	<b>661</b>
33.1	Acyclische Alkohole	661
33.1.1	Darstellungsmethoden für Alkanole	662
33.1.2	Eigenschaften von Alkanolen	662
33.1.3	Einwertige Alkanole	663
33.1.4	Mehrwertige Alkanole	665
33.2	Acyclische Ether	667
33.3	Acyclische Aldehyde	668
33.3.1	Allgemeines	668
33.3.2	Einzelne Aldehyde	671
33.4	Acyclische Ketone	672
33.4.1	Allgemeines	672
33.4.2	Einzelne Ketone	672
33.5	Acyclische Carbonsäuren und Hydroxycarbonsäuren	673
33.5.1	Allgemeines	673
33.5.2	Alkanmonosäuren (gesättigte acyclische Monocarbonsäuren, Fettsäuren)	674
33.5.3	Alkenmonosäuren (ungesättigte acyclische Monocarbonsäuren)	676
33.5.4	Alkandisäuren (acyclische Dicarbonsäuren)	677
33.5.5	Hydroxyalkansäuren (gesättigte acyclische Hydroxycarbonsäuren)	678
<b>34</b>	<b>Acyclische Halogenverbindungen</b>	<b>681</b>
34.1	Halogenalkane (Alkylhalogenide)	681
34.2	Wichtige Halogenalkane und -alkene	683
34.3	Alkanoylhalogenide (Acylhalogenide, Carbonsäurehalogenide)	684
<b>35</b>	<b>Acyclische Ester</b>	<b>686</b>
35.1	Allgemeines	686
35.2	Ester der Schwefelsäure (Alkylsulfate)	686
35.3	Ester der Salpetersäure (Alkylnitrate)	687
35.4	Ester der Borsäure (Alkylborate)	688
35.5	Ester der Phosphorsäure (Alkylphosphate)	688
35.6	Ester acyclischer Carbonsäuren (Alkylcarboxylate)	688
<b>36</b>	<b>Acyclische Stickstoffverbindungen</b>	<b>690</b>
36.1	Amine	690
36.2	Aminosäuren	691

36.3	Säureamide	693
36.4	Säureureide (Acylcarbamid, Acylharnstoff, Ureide)	693
36.5	Carbaminsäureester (Urethane)	694
36.6	Alkannitrile (Alkancarbonitrile, Alkylcyanide) und Alkanisonitrile (Alkancarboisonitrile)	695
36.7	Nitroalkane	695
<b>37</b>	<b>Acyclische Schwefelverbindungen</b>	<b>697</b>
37.1	Alkanthiole (Thioalkohole, Mercaptane)	697
37.2	Alkansulfonsäuren (Alkylsulfonsäuren)	697
<b>38</b>	<b>Kohlenhydrate</b>	<b>699</b>
38.1	Allgemeines	699
38.2	Monosaccharide	699
38.2.1	Pentosen	700
38.2.2	Hexosen	700
38.3	Disaccharide	703
38.4	Polysaccharide	705
<b>39</b>	<b>Carbocyclische Verbindungen</b>	<b>707</b>
39.1	Allgemeines	707
39.2	Alicyclische Verbindungen	707
39.3	Aromatische Verbindungen	709
39.3.1	Allgemeines	709
39.3.2	Aromatische Kohlenwasserstoffe (Arene)	712
39.3.3	Aromatische Halogenkohlenwasserstoffe (Halogenarene)	719
39.3.4	Phenole	719
39.3.5	Aromatische Alkohole, Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren	725
39.3.6	Aromatische Sulfonsäuren (Arensulfonsäuren)	729
39.3.7	Aromatische Nitroverbindungen (Nitroarene)	730
39.3.8	Aromatische Amine	733
39.3.9	Diazoniumsalze	736
<b>40</b>	<b>Heterocyclische Verbindungen</b>	<b>738</b>
40.1	Einfache heterocyclische Verbindungen	738
40.2	Alkaloide	745
<b>41</b>	<b>Biochemisch wichtige Stoffgruppen</b>	<b>749</b>
41.1	Eiweißstoffe (Eiweiße, Eiweißkörper)	749
41.1.1	Allgemeines	749
41.1.2	Eiweiß-Aminosäuren	750
41.1.3	Wichtige Proteine	752
41.1.4	Wichtige Proteide	752
41.2	Lipide	753
41.3	Nucleinsäuren	756
41.4	Vitamine	758
41.4.1	Allgemeines	758
41.4.2	Einzelne Vitamine	758
41.5	Hormone	763
41.5.1	Allgemeines	763
41.5.2	Einige spezielle Hormone	763
41.6	Enzyme	766
41.7	Steroide	766
41.8	Antibiotika	768

<b>42</b>	<b>Sondergebiete der organischen Chemie</b>	<b>770</b>
42.1	Organische Farbstoffe	770
42.1.1	Allgemeines	770
42.1.2	Wichtige chemische Farbstoffklassen	771
42.1.3	Wichtige färbetechnische Farbstoffklassen	780
42.2	Terpene	781
42.3	Tenside (grenzflächenaktive Stoffe)	784
42.4	Pestizide	787
42.4.1	Allgemeines	787
42.4.2	Insektizide	788
<b>43</b>	<b>Makromolekulare organisch-chemische Werkstoffe</b>	<b>790</b>
43.1	Kunststoffe	790
43.1.1	Allgemeines	790
43.1.2	Polyreaktionen	790
43.1.3	Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere	792
43.2	Vollsynthetische Kunststoffe	793
43.2.1	Polyethen	793
43.2.2	Polypropen	794
43.2.3	Polystyrol (Polystyren)	795
43.2.4	Polyvinylchlorid	795
43.2.5	Phenoplaste	796
43.2.6	Polyester	797
43.2.7	Polyepoxide (Epoxidharze)	798
43.2.8	Polyamide	799
43.2.9	Aminoplaste	800
43.2.10	Polyurethane	801
43.2.11	Sonstige vollsynthetische Kunststoffe	802
43.3	Kunststoffe als Umwandlungsprodukte hochmolekularer Naturstoffe	804
43.4	Elastomere	806
43.4.1	Allgemeines	806
43.4.2	Naturkautschuk	806
43.4.3	Synthesekautschuk (Butadien-Mischpolymerisate)	807
43.4.4	Weitere Elastomere	807
43.5	Chemiefaserstoffe	808
43.5.1	Allgemeines	808
43.5.2	Polyamidfaserstoffe	810
43.5.3	Polyacrylnitrilfaserstoffe	811
43.5.4	Polyesterfaserstoffe	812
43.5.5	Sonstige vollsynthetische Faserstoffe	812
43.5.6	Regeneratcellulosefaserstoffe	813
43.5.7	Celluloseacetatfaserstoff (Acetatfaserstoff)	814
43.6	Silicone	814
<b>44</b>	<b>Nomenklatur organischer Verbindungen</b>	<b>816</b>
44.1	Allgemeines	816
44.2	Stammverbindungen	817
44.3	Ungesättigte Verbindungen	818
44.4	Reste (Radikale)	820
44.5	Verzweigt-kettige Verbindungen	822
44.6	Verbindungen mit Funktionen	826

44.7	Kennzeichnung optisch-aktiver Verbindungen	831
44.7.1	Allgemeines	831
44.7.2	Das D/L-System	831
44.7.3	Das R/S-System	835
<b>Anhang</b>		
<b>Tafelanhang</b>		<b>844</b>
<b>Tafel 1</b>	Alphabetisches Verzeichnis der Elementsymbole	844
<b>Tafel 2</b>	Elektronenbesetzung der Elemente	846
<b>Tafel 3</b>	Verzeichnis der Elemente (nach der Ordnungszahl)	848
<b>Tafel 4</b>	Relative Atommassen der Elemente, die als Reinelemente oder als natürliches Isotopengemisch auftreten	851
<b>Tafel 5</b>	Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen (DIN EN ISO 1043-1)	853
	1. Homopolymere, Polykondensations- und Polyadditionsprodukte (Auswahl)	853
	2. Copolymere	854
	3. Kennbuchstaben für besondere Eigenschaften	854
<b>Tafel 6</b>	Internationale Gefahrstoffkennzeichnung	855
<b>Tafel 7</b>	Verzeichnis der Formelzeichen für physikalisch-chemische Größen	860
<b>Tafel 8</b>	Internationales Einheitensystem (SI)	864
<b>Tafel 9</b>	Griechisches Alphabet	865
<b>Sachwortverzeichnis Begriffe</b>		<b>866</b>
<b>Sachwortverzeichnis Stoffe</b>		<b>884</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>915</b>