

# elemente chemie

Oberstufe

Gesamtband

für die Einführungsphase und  
Qualifikationsphase der gymnasialen  
Oberstufe in Nordrhein-Westfalen

Neubearbeitung von

Paul Gietz

Peter Nelle

Carsten Penz

Werner Schierle

Michael Sternberg

Ernst Klett Verlag  
Stuttgart · Leipzig

<b>Rückblick</b> Struktur der Materie	6	2.31	Verwendung der Ester	85
<b>Rückblick</b> Chemische Reaktion	8	2.32	Aromastoffe im Überblick	86
<b>Rückblick</b> Energie	10	2.33	<b>Exkurs</b> Aufbau und Zusammensetzung der Fette	88
<b>Rückblick</b> Aufgaben	12	2.34	<b>Exkurs</b> Bedeutung der Fette	89
		2.35	<b>Exkurs</b> Eigenschaften der Fette	90
		2.36	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	92
<b>► Einführungsphase: Kapitel 1–5</b>				
<b>1 Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffe</b>	<b>13</b>	<b>3 Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b>		<b>95</b>
1.1 Kohlenstoff – ein vielseitiges Element	14	3.1 Geschwindigkeit und Gleichgewicht		96
<i>Das Element Kohlenstoff</i>		<i>Reaktionsgeschwindigkeit</i>		
1.2 Riesenmoleküle aus Kohlenstoffatomen	16	3.2 Die Geschwindigkeit von Reaktionen		98
1.3 Neue Materialien aus Kohlenstoff	18	3.3 <b>Exkurs</b> Airbag		101
1.4 <b>Exkurs</b> Nanopartikel sind weit verbreitet	20	3.4 <b>Praktikum</b> Geschwindigkeit von Reaktionen		102
1.5 <b>Praktikum</b> Nanochemie	21	3.5 Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration		103
<i>Kohlenwasserstoffe</i>		3.6 Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad		104
1.6 Methan – Struktur und Eigenschaften	22	3.7 Energieverlauf beim Wechseln eines Bindungspartners		105
1.7 Die Alkane – eine homologe Reihe	24	3.8 Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur		106
1.8 Eigenschaften der Alkane	26	3.9 <b>Praktikum</b> Temperatur und Katalysator		108
1.9 <b>Impulse</b> Lernzirkel: Alkane	29	3.10 Katalyse		109
1.10 Ethen – ein Alken	30	3.11 <b>Exkurs</b> Autoabgaskatalysator		112
1.11 <b>Exkurs</b> Die Vielfalt der Kohlenwasserstoffe	32	3.12 <b>Exkurs</b> Biokatalysatoren		113
1.12 <b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	34	<i>Chemisches Gleichgewicht</i>		
<b>2 Organische Stoffe in Natur und Technik</b>	<b>35</b>	3.13 Chemische Reaktion und Gleichgewichtseinstellung		114
2.1 Vom Alkohol zum Aromastoff	36	3.14 <b>Praktikum</b> Umkehrbarkeit und Gleichgewicht		116
<i>Alkohole</i>		3.15 <b>Praktikum</b> Gleichgewichtseinstellung im Modell		117
2.2 Die Herstellung von Alkohol	38	3.16 Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts		118
2.3 <b>Praktikum</b> Alkoholische Gärung	39	3.17 <b>Exkurs</b> Fließgleichgewichte		122
2.4 Der Aufbau des Ethanolmoleküls	40	3.18 Die Ammoniaksynthese		123
2.5 Die homologe Reihe der Alkanole	42	3.19 <b>Exkurs</b> Fritz Haber		126
2.6 Eigenschaften und Verwendung von Alkanolen	44	3.20 Das Massenwirkungsgesetz		127
2.7 <b>Exkurs</b> Mehrwertige Alkohole	48	3.21 <b>Exkurs</b> Aggregatzustände und Gleichgewichte		130
2.8 <b>Exkurs</b> Herstellung von Alkoholen in der Technik	50	3.22 <b>Impulse</b> Das MWG im www		132
2.9 <b>Impulse</b> Lernzirkel Alkohole	51	3.23 <b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung		133
2.10 Alkoholgenuss – Alkoholmissbrauch	52			
2.11 Alkohol im Blut und Gaschromatografie	54	<b>4 Kohlenstoffkreislauf und Klima</b>		<b>135</b>
2.12 <b>Exkurs</b> Wichtige Ether – MTBE und ETBE	56	<i>Kohlenstoffkreislauf</i>		
<i>Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren</i>		4.1 Der Kreislauf des Kohlenstoffs		136
2.13 Oxidationszahlen und Redoxgleichungen	58	4.2 Kohlenstoffoxide und Kohlensäure		138
2.14 Oxidation von Alkoholen	60	4.3 Carbonate und Hydrogencarbonate		140
2.15 <b>Praktikum</b> Gewinnung eines Aromastoffes	62	4.4 Rund um den Kalk		142
2.16 Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren im Überblick	64	4.5 <b>Praktikum</b> Kalk und Wasserhärte		144
2.17 Wichtige Aldehyde und Ketone	66	4.6 Der Kohlenstoffkreislauf		146
2.18 <b>Exkurs</b> Die Vielfalt der Kohlenhydrate	68	4.7 <b>Praktikum</b> Versuche mit CO <sub>2</sub>		149
2.19 <b>Impulse</b> Vom Alkohol zum Katerfrühstück	70	4.8 CO <sub>2</sub> und die Versauerung der Meere		150
2.20 Essig und Essigsäure	72	<i>Atmosphäre und Klima</i>		
2.21 <b>Praktikum</b> Essig im Alltag	74	4.9 Atmosphäre und Klima		152
2.22 Die homologe Reihe der Alkansäuren	75	4.10 Erdatmosphäre und Treibhauseffekt		154
2.23 Alkansäuren in der Natur und im Alltag	76	4.11 <b>Exkurs</b> Landwirtschaft und Böden als Klimafaktoren		158
2.24 <b>Exkurs</b> Ungesättigte Fettsäuren	77	4.12 Erneuerbare Energiequellen		160
2.25 <b>Exkurs</b> Carbonsäuren in der Natur	78	4.13 Speicherung – eine Lösung des CO <sub>2</sub> -Problems?		164
2.26 <b>Exkurs</b> Carbonsäuren als Lebensmittelzusatzstoffe	79	4.14 <b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung		165
2.27 <b>Praktikum</b> Organische Säuren in Lebensmitteln	80			
2.28 <b>Exkurs</b> Gewinnung von Citronensäure	81			
2.29 Veresterung und Esterspaltung	82			
2.30 <b>Praktikum</b> Die Vielfalt der Ester	84			

<b>5</b>	<b>Mineralsalze – Düngung – Boden</b>	<b>167</b>	7.16	Batterien	250
5.1	Mineralsalze in der Landwirtschaft	168	7.17	<b>Praktikum</b> Primärelemente	252
5.2	Pflanzenwachstum und Düngung	170	7.18	Akkumulatoren	253
5.3	Sulfate – Salze der Schwefelsäure	171	7.19	Brennstoffzellen	256
5.4	Salpetersäure und Nitrate	172	7.20	Energiespeicherung	258
5.5	Der Kreislauf des Stickstoffs	173	7.21	<b>Praktikum</b> Brennstoffzellen	260
5.6	Phosphorsäure und Phosphate	174	7.22	Korrosion und Korrosionsschutz	261
5.7	Der Phosphorkreislauf	175	7.23	<b>Praktikum</b> Korrosion und Korrosionsschutz	264
5.8	Mineraldünger	176	7.24	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	267
5.9	<b>Praktikum</b> Mineraldünger	177			
5.10	Belastung der Umwelt durch Nitrate und Phosphate	178	<b>8</b>	<b>Organische Verbindungen und Reaktionstypen</b>	<b>269</b>
5.11	Untersuchung eines Bodens	179	8.1	Erdöl – Grundlage für chemische Produkte	270
5.12	<b>Praktikum</b> Untersuchung eines Bodens	180	8.2	Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl	272
5.13	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	181	8.3	Kraftfahrzeugbenzin – Herstellung und Veredelung	274
	<b>► Qualifikationsphase: Kapitel 6–11</b>		8.4	<b>Impulse</b> Molekülstrukturen am Computer	276
<b>6</b>	<b>Säure-Base-Reaktionen</b>	<b>183</b>	8.5	Halogenierung der Alkane	278
6.1	Säuren und Basen im Alltag und im Labor	184	8.6	<b>Exkurs</b> Radikalische Substitution	279
6.2	Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs	186	8.7	Aus Halogenalkanen entstehen Alkohole – S <sub>N</sub> -Reaktionen	281
6.3	Die Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTED	187	8.8	<b>Exkurs</b> Technische Herstellung von Essigsäure	284
6.4	Die Neutralisationswärme	190	8.9	Esterbildung und Esterspaltung	285
6.5	<b>Praktikum</b> Neutralisation und Wärme	191	8.10	<b>Exkurs</b> Biodiesel	288
6.6	Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert	192	8.11	<b>Impulse</b> Biotreibstoff – pro und contra	290
6.7	Die Stärke von Säuren und Basen	195	8.12	Vom Alkohol zum Alken – Eliminierungsreaktion	291
6.8	Protolysen in Salzlösungen	198	8.13	Reaktionen der Alkene – elektrophile Addition	292
6.9	pH-Werte von Säurelösungen	200	8.14	Vom Isobuten zum MTBE und ETBE	294
6.10	pH-Werte von Basenlösungen	201	8.15	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	296
6.11	<b>Exkurs</b> Puffersysteme	202			
6.12	<b>Praktikum</b> Titration mit Endpunktsbestimmung	205	<b>9</b>	<b>Aromaten</b>	<b>299</b>
6.13	pH-metrische Titrationsen	206	9.1	Aromaten und Arzneimittel	300
6.14	Halbtitration	208	9.2	Erforschung des Benzols	302
6.15	Titration und Indikator	209	9.3	Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül	304
6.16	Leitfähigkeitstiteration	210	9.4	Mesomerie und Aromatizität	306
6.17	<b>Praktikum</b> Säuren und Basen in Produkten des Alltags	212	9.5	<b>Exkurs</b> Das Benzolmolekül im Orbitalmodell	308
6.18	Titrationen im Vergleich	214	9.6	Halogenierung von Benzol	311
6.19	<b>Impulse</b> Konzentrationsberechnungen	215	9.7	Reaktionsmechanismen im Vergleich	312
6.20	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	216	9.8	Benzolderivate	314
			9.9	Zweitsubstitution an Aromaten	316
<b>7</b>	<b>Elektrochemie</b>	<b>219</b>	9.10	ASS – ein Jahrhundertarzneimittel	318
7.1	Mobile Energiequellen	220	9.11	<b>Praktikum</b> Acetylsalicylsäure	319
7.2	Oxidation und Reduktion	222	9.12	Dünnschichtchromatografie	320
7.3	Oxidationszahlen	224	9.13	<b>Exkurs</b> Wirkungsweise von Schmerzmitteln	322
7.4	<b>Impulse</b> Redoxgleichungen	225	9.14	<b>Impulse</b> Aromaten im Alltag	324
7.5	<b>Praktikum</b> Redoxiterationen	226	9.15	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	325
7.6	Die Redoxreihe	228			
7.7	Galvanische Elemente	229	<b>10</b>	<b>Kunststoffe</b>	<b>327</b>
7.8	Die elektrochemische Spannungsreihe	232	10.1	Kunststoffe – Werkstoffe nach Maß	328
7.9	Konzentrationselemente	236	10.2	Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe	330
7.10	Die Nernst-Gleichung	237	10.3	Kunststoffe durch Polymerisation	332
7.11	<b>Impulse</b> Berechnen einer Potentialdifferenz	241	10.4	Copolymere	335
7.12	Elektrolysen in wässrigen Lösungen	242	10.5	Kunststoffe durch Polykondensation	336
7.13	Quantitative Betrachtung der Elektrolyse	246	10.6	Kunststoffe durch Polyaddition	338
7.14	Gewinnung von Zink	248	10.7	<b>Exkurs</b> Verarbeitung von Kunststoffen	340
7.15	Gewinnung von Aluminium	249	10.8	Kunststoffe im Alltag	342
			10.9	<b>Exkurs</b> Verwertung von Kunststoffabfall	346

10.10	<b>Exkurs</b> Silikone	348	13.5	Tenside als waschaktive Substanzen	440
10.11	<b>Exkurs</b> Carbonfasern	350	13.6	Inhaltsstoffe von Waschmitteln	442
10.12	<b>Impulse</b> Biologisch abbaubare Kunststoffe	351	13.7	<b>Impulse</b> Seifenblasen	446
10.13	<b>Praktikum</b> Herstellung von Kunststoffen	352	13.8	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	447
10.14	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	353			
<b>11</b>	<b>Organische Farbstoffe</b>	<b>357</b>	<b>14</b>	<b>Komplexverbindungen</b>	<b>449</b>
11.1	Farbstoffe und Farbigkeit	358	14.1	Das Phänomen der Komplexverbindungen	450
11.2	Licht und Farbe	360	14.2	Komplexe – Struktur und Bindung	452
11.3	Kolorimetrie und Fotometrie	362	14.3	Gleichgewichtsreaktionen der Komplexverbindungen	454
11.4	Struktur und Farbe	366	14.4	<b>Praktikum</b> Komplexreaktionen	456
11.5	<b>Exkurs</b> Farbe entsteht im Kopf	368	14.5	Komplexverbindungen in Labor und Technik	458
11.6	Farbstoffklassen	369	14.6	Komplexverbindungen in der Natur	462
11.7	Lebensmittelfarbstoffe	374	14.7	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	464
11.8	<b>Exkurs</b> Färbeverfahren	376			
11.9	<b>Praktikum</b> Farbstoffe und Färben	378	<b>Basiskonzepte</b>	<b>465</b>	
11.10	Die Farbstoff-Solarzelle	382		Struktur-Eigenschafts-Konzept	466
11.11	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	384		Gleichgewichtskonzept	470
				Donator-Akzeptor-Konzept	472
				Energiekonzept	474
<b>► Erweiterung: Kapitel 12 – 14</b>					
<b>12</b>	<b>Naturstoffe</b>	<b>387</b>	<b>Anhang</b>	<b>476</b>	
12.1	Aufbau und Eigenschaften der Fette	388		<i>Zwischenmolekulare Kräfte und chemische Bindung</i>	
12.2	Fette als Nährstoffe	390	<b>Anhang</b>	Zwischenmolekulare Kräfte	476
12.3	Margarine und Fetthärtung	392	<b>Anhang</b>	Der räumliche Bau von Molekülen	478
12.4	<b>Praktikum</b> Fette	393	<b>Anhang</b>	Orbitalmodell – Elektronen als stehende Wellen	480
12.5	Spiegelbildisomerie und optische Aktivität	394	<b>Anhang</b>	Orbitalmodell – Atomorbitale	484
12.6	Fischer-Projektionsformeln	396	<b>Anhang</b>	Orbitalmodell – Molekülorbitale und Hybridisierung	487
12.7	Strukturen der Aminosäuren	398		<i>Analytik und Spektroskopie</i>	
12.8	Der isoelektrische Punkt	400	<b>Anhang</b>	Qualitative Analysemethoden – Überblick	491
12.9	Trennung von Aminosäuren	401	<b>Anhang</b>	Massenspektrometrie	492
12.10	<b>Impulse</b> Aminosäuren im Alltag	402	<b>Anhang</b>	Infrarotspektroskopie	494
12.11	Peptide und Peptidbindung	403	<b>Anhang</b>	NMR-Spektroskopie	496
12.12	Struktur von Peptiden und Proteinen	404	<b>Anhang</b>	Röntgenstrukturanalyse	498
12.13	Eigenschaften und Nachweis von Proteinen	407		<i>Chemikalien: Sicherheit und Entsorgung</i>	
12.14	Denaturierung	408	<b>Anhang</b>	Der Umgang mit Chemikalien	500
12.15	<b>Impulse</b> Synthese von Proteinen aus der Nahrung	409	<b>Anhang</b>	Entsorgung von Chemikalienabfällen	502
12.16	Bedeutung von Proteinen	410	<b>Anhang</b>	Gefahren- und Sicherheitshinweise: H- und P-Sätze	504
12.17	Klassifizierung der Kohlenhydrate	411		<i>Chemisches Rechnen</i>	
12.18	Glucose und Fructose	412	<b>Anhang</b>	Größen und Größengleichungen	506
12.19	<b>Exkurs</b> Zuckerersatzstoffe	415	<b>Anhang</b>	Potenzen und Logarithmen	508
12.20	Maltose, Saccharose, Lactose	416		<i>Übersichten und Tabellen</i>	
12.21	Gewinnung von Rübenzucker	418	<b>Anhang</b>	Formeln, Reaktionsgleichungen, funktionelle Gruppen	510
12.22	<b>Exkurs</b> Stärkefolien – Kunststofffolien	419	<b>Anhang</b>	Isomeriearten – eine Übersicht	512
12.23	Stärke und Cellulose	420	<b>Anhang</b>	Tabellen	513
12.24	<b>Praktikum</b> Kohlenhydrate	422			
12.25	<b>Impulse</b> Kohlenhydrate und Proteine in der Küche	424			
12.26	Nucleinsäuren – vom Gen zum Protein	426			
12.27	<b>Durchblick</b> Zusammenfassung und Übung	430			
<b>13</b>	<b>Tenside</b>	<b>433</b>			
13.1	Verseifung von Fetten	434		Stichwortverzeichnis	516
13.2	Seifen als waschaktive Stoffe	435		Bildquellenverzeichnis	526
13.3	Der Waschvorgang	438		Periodensystem der Elemente	530
13.4	Nachteile von Seifen	439			