

# Inhalt

Einleitung .....	V
Inhalt .....	VII
<b>1 Die Basis der Chemie.....</b>	<b>1</b>
Der Weg zum Atom – Warum Materie kein Kontinuum ist .....	2
Die Substruktur der Atome – Ein Hauch von Nichts.....	4
Die Wellenfunktion im Wasserstoffatom – Elektronen kreisen nicht, sie schwingen.....	6
Das Schalenmodell der Atomhülle – Vom Pauli-Prinzip zu den Orbitalen .....	8
Das Periodensystem – Ordnung im Zoo der Elemente.....	10
Die Stabilität der Atomkerne – Eine Gratwanderung.....	12
Radioaktive Zerfälle – Atomkerne suchen das Gleichgewicht.....	14
Chemische Reaktionsgleichungen – Die Sprache der Chemie.....	16
Die chemische Bindung – In den Elektronen steckt die Kraft.....	18
Das Wasserstoffmolekül – Elektronenwellen verbinden Atome .....	20
Was ist Entropie? – Eine Brücke zwischen Mikro- und Makrowelt .....	22
Die Triebkraft chemischer Reaktionen – Entropie und Gibbs-Energie.....	24
Katalysatoren – Wie man Schwung in eine Reaktion bringt.....	26
Säuren und Basen – Protonen auf Wanderschaft.....	28
pH-Wert und Mol – Wasser ist nicht nur H <sub>2</sub> O.....	30
Strukturformeln – Wie Moleküle dargestellt werden.....	32
Die Oktettregel – Nützlich aber nicht unumstößlich .....	34
Benzol – Ein Ring, sie zu binden .....	36
Die elektrochemische Spannungsreihe – Edle und unedle Metalle .....	38
<b>2 Vom Urknall zu den Elementen .....</b>	<b>41</b>
Der Urknall – Startschuss für das Universum .....	42
Materie im expandierenden Universum – Atome, dunkle Materie und dunkle Energie.....	44

Die nukleare Heliumsynthese – Das frühe Universum als Fusionsreaktor .....	46
Die ersten Atome – ... und das älteste Licht der Welt .....	48
Erste Sterne und Galaxien entstehen – Aufbruch zu den schweren Elementen .....	50
Im Fusionsofen der Sterne – Wie man schwere Elemente macht .....	52
Supernovae – Wie überschwere Elemente entstehen .....	54
Die Häufigkeiten chemischer Elemente – ... und wie es dazu kommt .....	56
Spektrallinien – Der optische Fingerabdruck der Elemente .....	58
Das interstellare Medium – Gas und Staub im Weltraum .....	60
Molekülwolken – Staubkörner als kosmische Minilabore.....	62
Biomoleküle im Weltall – Auf den Spuren der Ursprünge des Lebens .....	64
Wasser im Sonnensystem – Vom Krater-Eis Merkurs bis zu den Eismonden .....	66
Meteoriten – Himmlisches Eisen und Widmanstätten-Figuren .....	68
 <b>3 Chemie der Erde und der Planeten .....</b>	 <b>71</b>
Woraus bestehen Planeten? – Auf dem Weg in das Energietal.....	72
Das Innere der Erde – Eine Reise in die Tiefe .....	74
Der Ursprung der Minerale – Eine kurze Entstehungsgeschichte.....	76
Olivin – Das grüne Mineral aus den Tiefen der Erde.....	78
Zirkon – Zeitkapseln aus der Frühzeit der Erde.....	80
Quarz – ... und der Kreislauf des Sandes.....	82
Feldspat – Baustoff der Erdkruste .....	84
Pyroxen, Amphibol und Glimmer – Minerale zwischen Olivin und Quarz .....	86
Magmatische Gesteine – Basalt, Granit und Co.....	88

Metamorphe Gesteine – Kratone und die ältesten Gesteine der Erde .....	90
Verwitterung und Tonminerale – Was der Zahn der Zeit übrig lässt .....	92
Eisensulfid – Vom Wattenmeer zum Katzensgold .....	94
Meerwasser und Evaporite – Wenn Meere austrocknen .....	96
Kalk und Dolomit – Wenn Riffe zu Bergen werden .....	98
Der Carbonat-Silicat-Zyklus – Wo befindet sich das Kohlendioxid der Erde? .....	100
Treibhausgase – Die Wärmedecke der Erde .....	102

Wandlungsfähiger Kohlenstoff – Graphit und Diamant – zwei ungleiche Zwillinge .....	104
Methanhydrat – Brennendes Eis .....	106
Erdöl – Das schwarze Gold aus der Tiefe .....	108
Kohle – Das Erbe urzeitlicher Wälder .....	110
Titans eisige Welt – Tholine und Seen aus Methan .....	112
Ios vulkanische Schwefelwelt – Calderen, Lava und Schwefelseen .....	114
Materie unter Druck – Chemie bei beengten Verhältnissen .....	116
Meteoriteneinschläge – Spurensuche im Gestein .....	118
Globale Massensterben – Wenn die Erde zur Todeszone wird .....	120
Mit Isotopen auf Spurensuche – Was C-13, C-14 und O-18 uns verraten .....	122

<b>4 Entstehung des Lebens .....</b>	<b>125</b>
Wasser – Ein besonderer Stoff .....	126
Entstehung des Lebens – Von Molekülen zu Lebewesen .....	128
Membranen – Wie ein abgeschlossener Reaktionsraum entsteht .....	130

Schwarze Raucher – Seit Urzeiten bis heute ein Hotspot des Lebens.....	132
Die frühe Erde – Erste Spuren des Lebens .....	134
RNA-Welt – Vom Makromolekül zur Replikation .....	136
Chiralität – Wenn Moleküle die Schwingungsebene des Lichts drehen .....	138
Entropie und Leben – Wie Ordnung im Chaos entsteht.....	140
<b>5 Biochemie.....</b>	<b>143</b>
Die Nanowelt der Zellen – Im Reich der Makromoleküle .....	144
ATP-Synthase – Der rotierende Energiewandler.....	146
Glykolyse – Wie man aus Zucker Energie gewinnt.....	148
Pyruvat-Oxidation – ... und ein gigantischer Enzymkomplex .....	150
Der Citratzyklus – Drehscheibe des Stoffwechsels.....	152
Die Atmungskette – Knallgasreaktion in kleinen Schritten .....	154
Gärung und anaerobe Atmung – Leben ohne Sauerstoff.....	156
Photosynthese – Das Licht der Sonne nutzen .....	158
Der Calvin-Zyklus – Photosynthese Teil II.....	160
Zellen simulieren – Leben im Computermodell .....	162
Ribosomen – Molekulare Maschinen für die Proteinproduktion .....	164
Flagellen, Cilien – ... und der Stammbaum des Lebens.....	166
Motorproteine und Zellskelett – Das Leben braucht Bewegung.....	168
Zucker – Kohlenhydrate sind mehr als nur süß.....	170
Fette – Energiespeicher und Baustoff für Membranen.....	172
Kalium – Eine Banane zu viel?.....	174
Proteine – Vielfältige Moleküle .....	176
Verdauung – Von Salzsäure über Enzyme bis zum Mikrobiom .....	178
Alkaloide – Giftige Abwehr bei Pflanzen.....	180
Terpene – Von Lösungsmitteln bis Vitamin A .....	182
Cellulose – Kohlenhydrate als Baustoff und nachwachsender Rohstoff .....	184
Eisen im Körper – Hämoglobin für den Sauerstofftransport .....	186

Boten im Nervensystem – Die chemische Signalübertragung.....	188
Drogen im Nervensystem – Konkurrenz um die Rezeptoren.....	190
Gifte in der Nahrung – Was Menschen früher (versehentlich) umbrachte.....	192
Geruchsstoffe im grünen Bereich – Chemische Kommunikation liegt in der Luft.....	194
Biolumineszenz – Was Quallen und Glühwürmchen zum Leuchten bringt.....	196
<b>6 Chemie in der Menschheitsgeschichte.....</b>	<b>199</b>
Feuer – Roden, Heizen, Trocknen, Licht und Kochen.....	200
Schwarzpulver – Pyrotechnische Anwendungen .....	202
Porzellan – Das weiße Gold aus China.....	204
Zement – Von Sand und Mörtel zum Baustoff der Römer.....	206
Beton – Baustoff der Moderne.....	208
Metalle unserer Vorfahren – Wie Ötzi zu seinem Kupferbeil kam .....	210
Alkoholische Gärung – Hefe unter Atemnot.....	212
Vom Alkohol zum Essig – Wenn Wein sauer wird .....	214
Jagdgifte – Frösche und Pflanzen als Giftlieferanten .....	216
Gerben – Wie aus Haut Leder wird.....	218
Seifen – Was die Germanen den Römern voraus hatten .....	220
Naturmedizin – Arzneien aus Wäldern und Wildtieren.....	222
Naturfarben und -lacke – Ausdrucksmittel und Handwerk.....	224
Kristallfarben – Minerale als Rohstoff für Pigmente .....	226
Der Stein der Weisen – Alchemie.....	228

<b>7 Chemie der Moderne</b> .....	<b>231</b>
Stickstoff – Aus der Luft gegriffen: Haber-Bosch-Verfahren .....	232
Dünger – Gegen den Hunger der Millionen .....	234
Chemische Kampfstoffe – Giftgas und Nervengifte.....	236
Säuren – Ein Rundgang .....	238
Sprengstoffe – Dynamit, TNT, Hexogen .....	240
Quecksilber, Cadmium und Blei – Vom Nutzen und Schaden von Schwermetallen .....	242
Metallurgie – Vom Bergbau bis zu Eigenschaften nach Wunsch .....	244
Seltene Erden – ... sind auch bloß Metalle, aber wertvolle! .....	246
Aluminium – Das schwer zugängliche Leichtgewicht.....	248
Metalle aus dem Meer – Manganknollen und Tiefseefräsen .....	250
Korrosion – Wenn Sauerstoff einen alt aussehen lässt.....	252
Kupfer und Gold – Abbau und Gewinnung .....	254
Silicium und seine Oxide – Facetten eines universellen Gerüstbildners .....	256
Methan und Ethen – Fossile Alkane, Alkene und Petrochemie .....	258
Zeolithe – Katalysatormaterial und Wasserenthärter.....	260
Methanol und Ethanol – Alkohole für Kraftstoffe.....	262
Farbstoffe – Es ist alles so schön bunt hier.....	264
Ozon – Am Boden gefährlich, darüber unentbehrlich .....	266
Selbstreinigende Oberflächen – Wasser und Schmutz einfach loswerden.....	268
Ionische Flüssigkeiten – Flüssige Salze.....	270
Kunststoffe – Mit Neugier und Glück zu neuen Stoffen .....	272
Antibiotika – Mit den Waffen der Pilze gegen Bakterien.....	274

Tenside – Aktiv an Oberflächen .....	276
Maillard-Reaktion – Röststoffe: kross und duftend.....	278
Lebensmittelzusätze – Verdickungsmittel, Konservierungsstoffe und mehr.....	280
Kaffee – Ein Extrakt aus gerösteten Bohnen.....	282
Emulgatoren – Das Gelbe vom Ei in Saucen.....	284
Kaltes Leuchten – Fluoreszenz, Phosphoreszenz und Chemilumineszenz.....	286
<b>8 Chemischer Ausblick.....</b>	<b>289</b>
Fullerene – Nano-Fußbälle aus Kohlenstoff.....	290
Kohlenstoff-Nanoröhren – Aufgerollter Kohlenstoff.....	292
Graphen – Hauchdünne Lagen aus Kohlenstoff.....	294
Der Weltraumlift – Fahrstuhl zu den Sternen.....	296
Werkzeuge aus Keramiken – Messerscharf und härter als Stahl .....	298
Fluoreszenzmikroskopie – Mit Leuchtfarbstoffen jenseits der Auflösungsgrenze.....	300
Spinnenseide – Aus der Natur zur Biofabrikation .....	302
Aerogel – Ein anorganisches Leichtgewicht .....	304
Das gentechnische Werkzeug CRISPR – Mit Geneditierung Krankheiten herauschneiden?.....	306
<b>Das Periodensystem der Elemente .....</b>	<b>308</b>
<b>Bildnachweis .....</b>	<b>309</b>
<b>Index.....</b>	<b>319</b>