

# Inhalt

Einleitung.....	V
Inhalt.....	IX
<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 – Explosive Elemententstehung.....	54
Verschmelzung von Neutronensternen – Elementschmiede bei kosmischer Kollision .....	56
Die Häufigkeiten chemischer Elemente – ... und wie es dazu kommt .....	58
Spektrallinien – Der optische Fingerabdruck der Elemente .....	60
Das interstellare Medium – Gas und Staub im Weltraum .....	62
Molekülwolken – Staubkörner als kosmische Minilabore .....	64
Biomoleküle im Weltall – Auf den Spuren der Ursprünge des Lebens .....	66
Wasser im Sonnensystem – Vom Krater-Eis Merkurs bis zu den Eismonden .....	68
Meteoriten – Himmelisches Eisen und Widmanstätten-Figuren .....	70
<b>3 Chemie der Erde und der Planeten .....</b>	<b>73</b>
Woraus bestehen Planeten? – Auf dem Weg in das Energietal.....	74
Das Innere der Erde – Eine Reise in die Tiefe .....	76
Der Ursprung der Minerale – Eine kurze Entstehungsgeschichte.....	78
Olivin – Das grüne Mineral aus den Tiefen der Erde.....	80
Zirkon – Zeitkapseln aus der Frühzeit der Erde.....	82
Quarz – ... und der Kreislauf des Sandes.....	84
Feldspat – Baustoff der Erdkruste.....	86
Pyroxen, Amphibol und Glimmer – Minerale zwischen Olivin und Quarz .....	88

Magmatische Gesteine – Basalt, Granit und Co.....	90
Metamorphe Gesteine – Kratone und die ältesten Gesteine der Erde.....	92
Verwitterung und Tonminerale – Was der Zahn der Zeit übrig lässt.....	94
Eisensulfid – Vom Wattenmeer zum Katzengold .....	96
Meerwasser und Evaporite – Wenn Meere austrocknen .....	98
Kalk und Dolomit – Wenn Riffe zu Bergen werden .....	100
Der Carbonat-Silikat-Zyklus – Wo befindet sich das Kohlendioxid der Erde? .....	102
Treibhausgase – Die Wärmedecke der Erde.....	104
Wandlungsfähiger Kohlenstoff – Graphit und Diamant – zwei ungleiche Zwillinge .....	106
Methanhydrat – Brennendes Eis .....	108
Erdöl – Das schwarze Gold aus der Tiefe.....	110
Kohle – Das Erbe urzeitlicher Wälder .....	112
Titans eisige Welt – Tholine und Seen aus Methan .....	114
Ios vulkanische Schwefelwelt – Calderen, Lava und Schwefelseen.....	116
Materie unter Druck – Chemie bei beengten Verhältnissen .....	118
Meteoriteinschläge – Spurensuche im Gestein.....	120
Globale Massensterben – Wenn die Erde zur Todeszone wird.....	122
Mit Isotopen auf Spurensuche – Was C-13, C-14 und O-18 uns verraten.....	124
<b>4 Entstehung des Lebens.....</b>	<b>127</b>
Wasser – Ein besonderer Stoff.....	128
Entstehung des Lebens – Von Molekülen zu Lebewesen.....	130

Membranen – Wie ein abgeschlossener Reaktionsraum entsteht .....	132
Schwarze Raucher – Seit Urzeiten bis heute ein Hotspot des Lebens.....	134
Die frühe Erde – Erste Spuren des Lebens .....	136
RNA-Welt – Vom Makromolekül zur Replikation .....	138
Chiralität – Wenn Moleküle die Schwingungsebene des Lichts drehen .....	140
Entropie und Leben – Wie Ordnung im Chaos entsteht.....	142
<b>5 Biochemie.....</b>	<b>145</b>
Die Nanowelt der Zellen – Im Reich der Makromoleküle .....	146
ATP-Synthase – Der rotierende Energiewandler.....	148
Glykolyse – Wie man aus Zucker Energie gewinnt.....	150
Pyruvat-Oxidation – ... und ein gigantischer Enzymkomplex .....	152
Der Citratzyklus – Drehscheibe des Stoffwechsels.....	154
Die Atmungskette – Knallgasreaktion in kleinen Schritten .....	156
Gärung und anaerobe Atmung – Leben ohne Sauerstoff.....	158
Photosynthese – Das Licht der Sonne nutzen .....	160
Der Calvin-Zyklus – Photosynthese Teil II.....	162
Zellen simulieren – Leben im Computermodell .....	164
Ribosomen – Molekulare Maschinen für die Proteinproduktion .....	166
Flagellen, Cilien – ... und der Stammbaum des Lebens .....	168
Motorproteine und Zellskelett – Das Leben braucht Bewegung.....	170
Zucker – Kohlenhydrate sind mehr als nur süß.....	172
Fette – Energiespeicher und Baustoff für Membranen.....	174
Kalium – Eine Banane zu viel?.....	176
Proteine – Vielfältige Moleküle .....	178
Verdauung – Von Salzsäure über Enzyme bis zum Mikrobiom .....	180
Alkalioide – Giftige Abwehr bei Pflanzen.....	182
Terpene – Von Lösungsmitteln bis Vitamin A.....	184
Cellulose – Kohlenhydrate als Baustoff und nachwachsender Rohstoff .....	186

Eisen im Körper – Hämoglobin für den Sauerstofftransport .....	188
Boten im Nervensystem – Die chemische Signalübertragung.....	190
Drogen im Nervensystem – Konkurrenz um die Rezeptoren.....	192
Sehen – Mit Licht Moleküle schalten .....	194
Gifte in der Nahrung – Was Menschen früher (versehentlich) umbrachte.....	196
Geruchsstoffe im grünen Bereich – Chemische Kommunikation liegt in der Luft .....	198
Biolumineszenz – Was Quallen und Glühwürmchen zum Leuchten bringt.....	200
Die innere Uhr – Wie uns die Moleküle ticken lassen.....	202
<b>6 Chemie in der Menschheitsgeschichte.....</b>	<b>205</b>
Feuer – Roden, Heizen, Trocknen, Licht und Kochen.....	206
Schwarzpulver – Pyrotechnische Anwendungen .....	208
Porzellan – Das weiße Gold aus China.....	210
Zement – Von Sand und Mörtel zum Baustoff der Römer.....	212
Beton – Baustoff der Moderne.....	214
Metalle unserer Vorfahren – Wie Ötzi zu seinem Kupferbeil kam .....	216
Alkoholische Gärung – Hefe unter Atemnot.....	218
Vom Alkohol zum Essig – Wenn Wein sauer wird .....	220
Jagdgifte – Frösche und Pflanzen als Giftlieferanten .....	222
Gerben – Wie aus Haut Leder wird.....	224
Seifen – Was die Germanen den Römern voraus hatten .....	226
Naturmedizin – Arzneien aus Wäldern und Wildtieren.....	228
Naturfarben und -lacke – Ausdrucksmittel und Handwerk .....	230

Kristallfarben – Minerale als Rohstoff für Pigmente .....	232
Der Stein der Weisen – Alchemie .....	234
<b>7 Chemie der Moderne.....</b>	<b>237</b>
Stickstoff – Aus der Luft gegriffen: Haber-Bosch-Verfahren.....	238
Dünger – Gegen den Hunger der Millionen .....	240
Chemische Kampfstoffe – Giftgas und Nervengifte.....	242
Säuren – Ein Rundgang .....	244
Sprengstoffe – Dynamit, TNT, Hexogen .....	246
Quecksilber, Cadmium und Blei – Vom Nutzen und Schaden von Schwermetallen .....	248
Metallurgie – Vom Bergbau bis zu Eigenschaften nach Wunsch.....	250
Seltene Erden – ... sind auch bloß Metalle, aber wertvolle! .....	252
Aluminium – Das schwer zugängliche Leichtgewicht.....	254
Metalle aus dem Meer – Manganknollen und Tiefseefräsen .....	256
Korrosion – Wenn Sauerstoff einen alt aussehen lässt.....	258
Kupfer und Gold – Abbau und Gewinnung .....	260
Silicium und seine Oxide – Facetten eines universellen Gerüstbildners.....	262
Methan und Ethen – Fossile Alkane, Alkene und Petrochemie .....	264
Zeolithe – Katalysatormaterial und Wasserenthärter.....	266
Methanol und Ethanol – Alkohole für Kraftstoffe.....	268
Farbstoffe – Es ist alles so schön bunt hier.....	270
Ozon – Am Boden gefährlich, darüber unentbehrlich .....	272
Selbstreinigende Oberflächen – Wasser und Schmutz einfach loswerden .....	274

Ionische Flüssigkeiten – Flüssige Salze.....	276
Kunststoffe – Mit Neugier und Glück zu neuen Stoffen.....	278
Antibiotika – Mit den Waffen der Pilze gegen Bakterien.....	280
Glyphosat – Der umstrittene Unkraut-Killer.....	282
Tenside – Aktiv an Oberflächen .....	284
Maillard-Reaktion – Röststoffe: kross und duftend.....	286
Lebensmittelzusätze – Verdickungsmittel, Konservierungstoffe und mehr.....	288
Kaffee – Ein Extrakt aus gerösteten Bohnen.....	290
Emulgatoren – Das Gelbe vom Ei in Saucen .....	292
Kaltes Leuchten – Fluoreszenz, Phosphoreszenz und Chemilumineszenz.....	294
<b>8 Chemischer Ausblick.....</b>	<b>297</b>
Fullerene – Nano-Fußbälle aus Kohlenstoff.....	298
Kohlenstoff-Nanoröhren – Aufgerollter Kohlenstoff.....	300
Graphen – Hauchdünne Lagen aus Kohlenstoff.....	302
Der Weltraumlift – Fahrstuhl zu den Sternen.....	304
 Molekulare Maschinen – Wie man sie entwirft und baut .....	306
Werkzeuge aus Keramiken – Messerscharf und härter als Stahl .....	308
Fluoreszenzmikroskopie – Mit Leuchtfarbstoffen jenseits der Auflösungsgrenze.....	310
Kryo-Elektronenmikroskopie – Tiefe Einblicke in die Nanowelt des Lebens .....	312
Spinnenseide – Aus der Natur zur Biofabrikation .....	314
Aerogel – Ein anorganisches Leichtgewicht .....	316
Das gentechnische Werkzeug CRISPR – Mit Geneditierung Krankheiten herausschneiden?.....	318
<b>Das Periodensystem der Elemente .....</b>	<b>320</b>
<b>Bildnachweis.....</b>	<b>321</b>
<b>Index .....</b>	<b>331</b>