

Inhalt

Einleitung	V
Inhalt	VII
1 Die Basis der Chemie	1
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 <chem>H2O</chem>	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
2 Vom Urknall zu den Elementen	41
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
3 Chemie der Erde und der Planeten	71
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 Katzengold	94
Meerwasser und Evaporite – Wenn Meere austrocknen	96
Kalk und Dolomit – Wenn Riffe zu Bergen werden	98
Der Carbonat-Silikat-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
Meteoriteinschläge – 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

4 Entstehung des Lebens	125
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
5 Biochemie.....	143
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
6 Chemie in der Menschheitsgeschichte.....	199
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 Gifflieferanten	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

7 Chemie der Moderne	231
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
8 Chemischer Ausblick.....	289
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 herausschneiden?.....	306
Das Periodensystem der Elemente	308
Bildnachweis	309
Index.....	319