

Inhalt

	Eine neue Sicht auf das Phänomen Leben	Xi
1	Leben – was ist das?	1
	Wir kennen nur ein Beispiel für Leben	1
	Eine Checkliste soll helfen, Leben zu erkennen	3
	Gratwanderungen und Grenzfälle stellen die Regeln auf die Probe	15
	Tiere können das Leben vorübergehend anhalten	15
	Bakterien überstehen schlechte Zeiten in einer Rettungskapsel	16
	Manche Viren stehen an der Grenze zum Leben	17
2	Leben ist konzentriert und verpackt	21
	Leben muss konzentriert und beweglich sein	21
	Wasser hat besondere Eigenschaften	22
	Zufallsbewegungen verteilen Biomoleküle	26
	Lebewesen müssen verpackt sein	26
	Lipide haben zwei Gesichter	26
	Lipide bilden spontan Schichten	29
	Fettsäuren bestimmen die Beweglichkeit von Membranen	32
	Membranen schaffen Funktionsräume	33
3	Leben ist geformt und geschützt	41
	Proteine sind die Universalwerkzeuge der Zelle	41
	Seitenketten geben Aminosäuren Vielfalt	41
	Trotz starrer Bindungen sind Peptidketten flexibel	47
	Proteine sind auf vier Ebenen strukturiert	48
	Zellen werden von inneren Skeletten gestützt	52
	Mikrofilamente machen die Membran zäher	53
	Intermediärfilamente sorgen für Zugfestigkeit	56
	Mikrotubuli fangen Druck auf und sind Transportwege	56
	Ein erhöhter Innendruck gibt Zellen Form	58
	Membranen lassen selektiv Wasser durch	58
	Eingeströmtes Wasser drückt von innen auf die Membran	59
	Das Baumaterial für Zellwände sind Kohlenhydrate	62
	Die räumliche Anordnung macht Monosaccharide vielfältig	63
	Zwei Monosaccharide können unterschiedliche Disaccharide ergeben	65

	Polysaccharide können geradlinig oder verzweigt sein	66
	Saccharide sind oft mit anderen Verbindungen verknüpft	67
	Cellulose ist der Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände	68
	Kapseln und Schleime schaffen eine kontrollierte Umgebung	70
4	Leben tauscht aus	75
	Zellen transportieren selektiv Stoffe durch ihre Membranen	76
	Konzentrationsgefälle sorgen für einen Nettofluss	77
	Kleine neutrale Moleküle diffundieren ohne Hilfe durch Membranen	78
	Hilfsproteine in der Membran erleichtern die Diffusion	79
	Kanäle bieten Schlupflöcher für passende Teilchen	81
	Transportproteine binden ihre Passagiere	86
	Aktiver Transport wirkt gegen Konzentrationsgradienten	86
	Primärer Transport baut Gradienten auf	88
	Sekundärer Transport trickst einen Gradienten aus	91
	Transportvesikel und Membranen gehen ineinander über	92
	Die Endocytose schluckt wahllos oder sehr gezielt	92
	Exocytose räumt auf, kippt aus und liefert nach	94
	Transcytose ist zellulärer Durchgangsverkehr	95
	Zellen tauschen sich mit ihren Nachbarn im Gewebe aus	96
	Tight Junctions und Desmosomen halten Zellen zusammen	97
	Gap Junctions und Plasmodesmen sind Kanäle zwischen den Zellen	98
5	Leben transportiert	103
	Diffusion reicht nur für kleine Moleküle	103
	Das Cytoskelett dient als Schienensystem für Motorproteine	104
	Kinesin und Dynein laufen in entgegengesetzte Richtungen	105
	Myosin und Actin stellen ein zweites System	107
	Signalsequenzen wirken als Adressaufkleber	108
	Vesikel übernehmen den Massentransport von Proteinen	111
	Tiere und Pflanzen setzen auf Druck und Sog	112
	Herzen sind der zentrale Antrieb beim Kreislauf	112
	Pflanzen haben zwei getrennte Leitungssysteme	112
6	Leben wandelt um	117
	Der Metabolismus ist ein Netz zahlreicher Abbau- und Aufbauvorgänge	117
	Enzyme erleichtern biochemische Reaktionen	119
	Reaktionen werden durch die Aktivierungsenergie gehemmt	119
	Enzyme wirken doppelt	120
	Die Namen der Enzyme verraten ihre Funktionen	123
	Manche Enzyme nutzen Hilfsmoleküle	124
	Im Katabolismus gibt es vier Typen von Reaktionen	125
	Glucose wird in drei Reaktionsblöcken abgebaut	125
	Die Glykolyse knackt Glucose auf	127
	Pyruvat wird in Mitochondrien oxidiert	130
	Der Citratzyklus oxidiert Kohlenstoffverbindungen bis zum Kohlendioxid	131
	Beim Glucoseabbau entsteht ein Überschuss an Redoxäquivalenten	133
	Andere Abbauwege fließen in den Glucosestoffwechsel ein	134
	Der Anabolismus baut komplexe Moleküle auf	135
	Die Gluconeogenese startet mit Pyruvat	135
	Pflanzen und Mikroorganismen fixieren Kohlenstoff aus der Luft	138
	Der Citratzyklus ist eine zentrale Drehscheibe des Stoffwechsels	140

Die Aktivität von Enzymen ist streng reguliert	141
Es gibt langsam und schnell arbeitende Enzyme	142
Enzyme können gehemmt und aktiviert werden	144
Der Glucosekatabolismus wird an mehreren Stellen reguliert	146
7 Leben ist energiegeladen	153
Lichtenergie treibt die gesamte Photosynthese an	154
Die Komplexe der Photosynthese befinden sich in den internen Membranen der Chloroplasten	155
Chlorophyll fängt das Sonnenlicht ein	156
Farbmoleküle reichen die Energie weiter, und das Reaktionszentrum gibt ein Elektron ab	157
Elektronen wandern vom Wasser zum NADP ⁺	159
Der Fluss von Elektronen und Protonen baut einen elektrochemischen Gradienten auf	163
Bei der Photophosphorylierung treiben Protonen die Synthese von ATP an.	163
Der zyklische Elektronentransport sorgt für ausgeglichene Verhältnisse	165
Der chemische Abbau von Nährstoffen liefert Energie	167
Die oxidative Phosphorylierung ähnelt der Elektronentransportkette der Photosynthese	167
Die Atmungskette hat zwei Einstiegspunkte für Elektronen	168
Die Atmungskette liefert beim Glucoseabbau am meisten ATP.	170
8 Leben sammelt Informationen	175
Informationen werden in drei Schritten verarbeitet	175
Chemische Signale lösen in Zellen Reaktionskaskaden aus	176
Zellen besitzen im Wesentlichen vier Typen von Signalrezeptoren	178
Verschiedene Wege geben das Signal in der Zelle weiter.	180
Die Zellantwort auf ein Signal kann unterschiedlich schnell und dauerhaft sein	184
Nerven reagieren schnell und bilden komplexe Verarbeitungszentralen	185
Das Auge ist ein optisches Meisterwerk mit Konstruktionsmängeln	185
Die Moleküle des Sehens heißen Rhodopsin und Photopsin	187
Nervenzellen stehen unter Spannung	189
Axone sind die ausgehenden Kommunikationskanäle von Nervenzellen	194
Neurotransmitter übertragen das Signal zur nächsten Zelle	196
Nervenzellen entscheiden rechnerisch über ihre Reaktion auf eingehende Signale.	197
Das periphere Nervensystem übernimmt eine Vorverarbeitung der Signale	199
Der Thalamus kontrolliert, was wir zu sehen bekommen	200
Die Sinne sammeln eine Vielzahl unterschiedlicher Informationen	201
Mechanorezeptoren reagieren auf Verformungen	201
Temperatursensoren schützen vor Überhitzung	204
Elektrische Sinne verraten die Beute.	204
Magnetsinne helfen bei der Orientierung	206
9 Leben schreitet voran	211
Bakterien haben einen rotierenden Flagellenmotor.	211
Eukaryoten schlagen mit aktiven Geißeln und Cilien	214
Actin und Myosin sind die Akteure vieler Bewegungen.	216
Zellen ohne feste Form gleiten amöboid	216
Muskeln sorgen für kräftige Bewegungen	217
Skelette sind der Ansatzpunkt für die Kraft	219
Quallen und Kopffüßer schießen mit dem Rückstoßprinzip durchs Wasser	220
Regenwürmer ändern gezielt ihren Durchmesser	221
Wer auf Beinen geht, vermindert den Reibungswiderstand.	221
Tiere verzichten (fast) auf rollende Räder	226
Fliegen und Schwimmen sind Spiele mit Strömung und Auftrieb	226

10	Leben greift an und verteidigt sich	231
	Die Dramen auf Leben und Tod haben meist drei Akte	231
	Krankheitserreger gehen im Körper ihrer Wirte auf Jagd	233
	Viren erkennen Oberflächenproteine der Zielzelle	234
	Viren, Bakterien, Einzeller und kleine Vielzeller infizieren Wirtsorganismen.	235
	Die Immunabwehr kämpft auf vielfältige Weise gegen Infektionen	238
	Mechanische und chemische Barrieren verwehren den Zugang	241
	Oberflächen machen den Unterschied zwischen „selbst“ und „fremd“ aus	241
	Nur Immunzellen, die den eigenen Körper schonen, überstehen die Auswahl	244
	Wer den Eindringling entdeckt, schlägt Alarm	247
	Mit Zellen und Molekülen geht das Immunsystem zum Gegenangriff über	248
	Das Immunsystem kann außer Kontrolle geraten	255
	Pflanzen wehren sich mechanisch und chemisch	255
	Pflanzen begrenzen Infektionen	256
	Signalmoleküle warnen entfernte Pflanzenteile und Nachbarn	258
	Herbivoren werden mit den gleichen Prinzipien abgewehrt wie Pathogene	258
	Beutetiere kämpfen mit raffinierten Tricks ums Überleben	262
	Sinne lassen sich täuschen	262
	Eine Beute zu sehen, ist leichter, als sie zu erlegen	264
	Die Populationen von Räuber und Beute hängen voneinander ab	266
11	Leben speichert Wissen	271
	Nucleinsäuren bilden Ketten, Helices und Chromosomen	272
	DNA ist ein doppelter Molekülstrang.	273
	Die DNA ist in der Zelle dicht gepackt	275
	Gene bestimmen den Bau von Proteinen	277
	Die Zelle erstellt Arbeitskopien der Baupläne	278
	Bakterien achten bei der Transkription auf Effizienz	280
	Unterschiedliche Zelltypen und deren Entwicklung verlangen bei Eukaryoten eine genaue Kontrolle der Gene	281
	Dichte Packungen schalten große Abschnitte von Chromosomen ab	282
	Methylierte DNA unterdrückt die Transkription.	283
	Regulationssequenzen steuern die Aktivität der Gene aus der Ferne	284
	RNA-Interferenz schaltet Gene nach der Transkription ab	285
	Eukaryoten gestalten die RNA nach der Transkription um	287
	Proteine wachsen genau nach Plan	289
	Der genetische Code hat vier Buchstaben	289
	Transfer-RNAs sind das Bindeglied zwischen Nucleotiden und Aminosäuren	290
	Ribosomen sind universelle Proteinfabriken	291
	Proteine wachsen schrittweise heran	292
	Nach der Translation erhalten Proteine den Feinschliff.	295
	Der Genotyp bestimmt weitgehend den Phänotyp	296
	Die DNA wird in der Replikation verdoppelt	298
	DNA-Polymerasen verdoppeln beide DNA-Stränge	298
	Die Zelle korrigiert Fehler	302
	Mutationen verändern Gene und Proteine	303
	Gentechnik greift gezielt ins Erbgut ein	307
	Zielsequenzen werden aus dem DNA-Strang geschnitten	308
	Vektoren bringen Fremd-DNA in die Zelle	309
	Marker verraten den Erfolg	309
	Gentechnik ist in vielen Bereichen zu finden	310

12	Leben pflanzt sich fort	315
	Aus eins werden zwei	316
	Teilungsbereite Zellen durchlaufen einen Zyklus	316
	In der Mitose werden die Chromatiden voneinander getrennt	318
	Während der Cytokinese teilt sich die Zelle	320
	Bakterien haben zaghafte Vorformen von Sex	320
	Transformation ist eine Art von zellulärer Leichenfledderei	321
	Bei der Transduktion sind Viren unfreiwillige Helfer	322
	Die Konjugation kennt fast schon bakterielle Geschlechter	323
	Geschlechtliche Fortpflanzung bringt doppelte Erbschaft	325
	Die Meiose mischt und halbiert das Erbgut	325
	Begattung und Befruchtung spiegeln sich im Verhalten wider	327
	Mit der Befruchtung beginnt das Individuum	331
	Es geht auch ohne Partner	333
	Gene oder Umwelt legen das Geschlecht fest	337
	Oft haben die Chromosomen das Sagen	337
	Manchmal entscheiden die Umstände	338
13	Leben entwickelt sich	343
	Entwicklung ist ein zeitlich abgestimmtes Aktivieren von Genen	343
	Zellen vermehren sich durch Mitosen	343
	Für die Differenzierung schalten chemische Signalstoffe Gene an und ab	344
	Bei der Morphogenese werden mit Signalgradienten Positionen und Achsen festgelegt	348
	Tiere bilden Haufen mit wandernden Zellen	350
	Die Eizelle bringt fast alles für den Start mit	351
	Furchungen machen aus der Eizelle kugelige Zellhaufen	352
	Drei Keimblätter sind Ursprung aller Gewebe	354
	Die Organe separieren sich von ihrer Umgebung	355
	Bei Pflanzen müssen die Zellwände mitwachsen	356
	Pflanzen legen eine Pause ein	359
	Keimung bricht die Samenruhe	360
	Phytohormone steuern das Wachstum der Pflanze	361
14	Leben breitet sich aus	365
	Lebewesen passen sich an	365
	Die ökologischen Potenzen bestimmen die Größe der Nische	365
	Umweltfaktoren gestalten sehr unterschiedliche Lebensräume	367
	Neue Umgebungen fordern neue Lösungen	372
	Variabilität bietet Auswahl für neue Herausforderungen	373
	Mit der Population verändert sich der Genpool	375
	Trennung schafft neue Arten	376
	Stammbäume zeigen Verwandtschaftsverhältnisse an	378
	Abbildungsnachweis	383
	Index	387