

Inhaltsverzeichnis

Über die Autoren	9
Über die Übersetzerin	9
Einleitung	23
Über dieses Buch	23
Konventionen in diesem Buch	24
Was Sie nicht unbedingt lesen müssen	24
Törichte Annahmen über die Leser	24
Wie dieses Buch aufgebaut ist	25
Teil 1: Was Evolution ist	25
Teil 2: Wie Evolution funktioniert	26
Teil 3: Was Evolution macht	26
Teil 4: Evolution und Ihre Welt	26
Teil 5: Der Top-Ten-Teil	27
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	27
Wie es weitergeht	28
Teil I	
<i>Was ist Evolution?</i>	29
Kapitel 1	
<i>Was Evolution ist und wozu Sie das wissen sollten</i>	31
Die biologische Evolution auf einen Blick	31
Die Definition eines Gens	32
Was ist eine (Gen-)Frequenz?	32
Die Zeitskala der Evolution	33
Genetische Extreme: Mutation und Extinktion	34
Darwins geniale Ideen und Konzepte	35
Natürliche Selektion	37
Die Bildung einer neuen Art	39
Wie natürliche Selektion und Fitness zusammenpassen	39
Adaptive Eigenschaften	40
Die Evolutionsbiologie in post-darwinistischer Zeit	40
Evolutionsbiologie und ihre Anwendung heute	42
Evolution und Naturschutz	42
Evolution und Landwirtschaft	42
Evolution und Medizin	43
Eine letzte Frage – wie steht es mit Ihrer eigenen Evolution?	44

Kapitel 2**Evolutionswissenschaften gestern und heute****45**

Evolution: Fakten und Theorien	45
Ein Erklärungsversuch: Evolution ist wie Schwerkraft	46
Denken wie ein Wissenschaftler	46
Ein Beleg für die Evolution	49
Einige Informationen zu DNA und Genetik	49
Der experimentelle Beleg	50
Die Veränderungsrate kann gemessen werden	50
Die wissenschaftliche Basis der natürlichen Selektion	51
Das Gradualismus-Konzept: Veränderungen im Laufe der Zeit	51
Das Alter der Erde	52
Fossilfunde	54
Biogeographische Verteilungsmuster oder der optimale Standort	57
Natürliche Selektion und Artbildung	58

Kapitel 3**Genetik für Einsteiger****61**

Was ist Genetik?	61
DNA: Ein Riesenmolekül als Speicher genetischer Informationen	62
Die DNA steckt im Chromosom	63
Das Vier-Buchstaben-Alphabet der DNA	63
Wie DNA über RNA in Proteine übersetzt wird	66
Die Transkription – aus DNA wird RNA	66
Der genetische Code: von der RNA zum Protein	66
RNA, die nicht für Proteine codiert	67
Die Definition von Genen	69
Von Allelen und Genorten	69
Dominant, rezessiv – oder passiv-aggressiv?	70
Die Summe aller Gene – das Genom	71
Nicht die Größe zählt (oder: Wie man ein Genom aufbläht)	71
Die Anzahl der Gene	72
Genomorganisation – Kern, Mitochondrium oder freie DNA?	73
Die Kopienzahl	74
Sexuelle Reproduktion und Weitergabe des Genoms	74
Dominant oder nicht?	75
Genotyp und Phänotyp	75
Was das mit natürlicher Selektion zu tun hat	77

Teil II

Wie die Evolution arbeitet

79

Kapitel 4

Variation: Die wichtigste Voraussetzung für Evolution

81

Was sind Variationen?	81
Das Grundkonzept der Variation	82
Phänotypische und genotypische Variation	83
Variationen, die für die Evolution wichtig sind	83
Populationsstruktur und Genfluss	84
Keine Variation ohne Mutationen	85
Evolution und Mutationen	86
Was kam zuerst – Mutation oder Selektion?	86
Verschiedene Arten von Mutationen	87
Schlechte Mutationen – gute Mutationen	88
Genfrequenzen und das Hardy-Weinberg-Gleichgewicht	90
Wenn das Gleichgewicht nicht stimmt	90
Das Hardy-Weinberg-Gleichgewicht in der Praxis	92

Kapitel 5

Natürliche Selektion und Adaptation

93

Natürliche versus künstliche Selektion	93
Gezielte Selektion	95
Stabilisierende Selektion	95
Adaptation: Veränderung durch natürliche Selektion	95
Adaptation – Ja oder Nein?	96
Die Exaptation: Wenn Selektion einen anderen Wege einschlägt	97
Das Chromosom – von Kopplungsgruppen und Beifahrern	98
Nicht immer ist es Adaptation	99
Evolution am Scheideweg – es gibt eben Grenzen	100
Große Sprinter, kleine Sprinter	100
Darwins und Grants Finken	102

Kapitel 6

Evolution per Zufall und genetische Drift: Wer Glück hat, kommt durch

105

Was ist Gendrift?	105
Kein Kopfzerbrechen über den Zufall	106
Auf der Ebene des Individuums	107
Auf der Ebene der Gameten	108
Wann Gendrift wirklich wichtig wird	108
Wenn Populationen klein sind	108
Wenn genetisch unterschiedliche Individuen die gleiche Fitness haben	109
Gendrift oder Selektion? – Mitunter schwer zu sagen...	109

Gendrift in Aktion: Auch große Populationen schrumpfen	111
Populationsengpässe als Flaschenhals	112
Der Gründereffekt	113
Die Hypothese des verschobenen Gleichgewichts	114
Die adaptive Landschaft: eine 3D-Fitnesskarte	114
Einfach spitze sein – auf dem eigenen Hügel	116
Wir kommen dann mal rüber...	116

Kapitel 7

Quantitative Genetik: Von Genen, die gemeinsam wirken **119**

Warum quantitative Genetik wichtig ist	119
Interagierende Gene	120
Multigene Eigenschaften in Landwirtschaft und Medizin	121
Quantitative Merkmale	121
Kontinuierliche und nicht-kontinuierliche Merkmale	122
Die Grenze überschreiten	122
Die QTL-Kartierung multigener Merkmale	123
Die Heritabilität von quantitativen Merkmalen	124
Additiv oder nicht-additiv?	124
Die Vererbbarkeit phänotypischer Variation	125
Heritabilität im weiteren und engeren Sinne	126
Wie lässt sich die Stärke der Selektion messen?	127

Kapitel 8

Arten und Artbildung **131**

Art und Artbildung auf einen Blick	131
Das biologische Artkonzept	131
Wenn aus einer Art zwei werden	132
Fast wie »Stille Post« – die Bildung von Ringarten	133
Die Komponenten der Artbildung	135
Kleine Änderungen summieren sich auf: Lokale Anpassung	136
Reproduktive Isolation: Der letzte Schritt zur Artbildung	137
Arten der Artbildung	138
Allopatrische Artbildung: Wenn der Berg zu hoch ist...	138
Allopatrische Artbildung durch Gründereffekte: auf zu neuen Ufern...	138
Parapatrische Artbildung: Nee, das hier geht gar nicht...	139
Sympatrische Artbildung: Ich mag dich schon, aber...	140
Inseln – Refugien der Artbildung	142
Ein Artkonzept für Bakterien	143
Bakterien kategorisch betrachtet	143
Periodische Selektion und gelegentliche Kehrwoche	144

Kapitel 9

Phylogenetik: Die Rekonstruktion des Baums des Lebens	145
Die Bedeutung der phylogenetischen Klassifizierung	145
Der Baum des Lebens: Verzweigungsmuster und Artbildungsprozesse	148
Ein einfacher Baum	148
Komplexere phylogenetische Bäume	148
Die Interpretation phylogenetischer Bäume	149
Die Knoten kennen	149
Die Orientierung behalten: Rauf, runter oder im Kreis	150
Was ist eine Gruppe?	151
Anleitung zur Rekonstruktion phylogenetischer Bäume	154
Merkmale für die Analyse finden	155
Fremdgruppen-Analyse zur Bestimmung einer abgeleiteten oder ursprünglichen Ausprägung	155
Die Gruppierung von Arten	156
Der phylogenetische Baum im Praxistest	158
Die Konstruktion eines Baumes	159
Die Identifizierung der Merkmale	159
Die Zuordnung von Polaritäten	160
Die Gruppierung von Arten	160
Phylogenetische Bäume in Aktion erleben	162
Beispiel 1: Der Zahnarzt aus Florida	162
Beispiel 2: HIV-Exposition	163
Beispiel 3: Entscheidung im Gerichtssaal	163

Teil III
Was Evolution bewirkt **165**
Kapitel 10

Die Evolution des Lebenszyklus	167
Evolution und Diversität der Lebenszyklen	167
Bis dass der Tod uns scheidet... die Evolution der Lebensdauer	168
Warum sterben? Vor- und Nachteile aus der Sicht der Evolution	169
Methusalem-Fliegen: Die Evolution der Lebensdauer im Labor	170
Der Kompromiss zwischen Überleben und Reproduktion	174
Vermehrung ist gut – aber manchmal auch nicht	174
Frühe oder späte Reproduktion: Warum warten?	176
Der Kompromiss zwischen Größe und Zahl der Nachkommen	183
Warum altern?	185

Kapitel 11**Die Einheiten der Selektion und die Evolution des Sozialverhaltens** **187**

Gesamtfitness und Verwandtenselektion	187
Gesamtfitness = Eigene Fitness + die Fitness der Verwandtschaft	187
Verwandtenselektion: Auf Kosten eigener Nachkommen der Verwandtschaft helfen	188
Die Ebenen der Selektion	189
Die Gruppenselektion	190
Selektion auf der Ebene des Gens	193
Die Evolution altruistischer Sozialsysteme	195
Kooperative Brutpflege	195
Wie du mir, so ich dir: reziproker Altruismus	197
Ein anderes Extrem: Die Eusozialität	199
Einer ist keiner: Der Vorteil der Vielzelligkeit	201

Kapitel 12**Evolution und Sexualität** **203**

Begriffe, die jeder anders interpretiert	203
Sexuelle Selektion: Die Kunst der Partnerwahl	204
Die Federn des Pfau: Sexuelle Selektion und weibliches Wahlverhalten	205
Nur das Aussehen zählt: Die Runaway-Selektion	206
Die Hypothese der guten Gene: Ist $ma(n)$ so toll, wie $ma(n)$ aussieht?	208
Die Handicap-Hypothese	209
Sexuelle Selektion und Konkurrenz unter Männchen	210
Rivalenkämpfe	210
Indirekter Wettbewerb	211
Spermienkonkurrenz	212
Agieren aus dem Hinterhalt: Alternative Strategien der Männchen	212
Der Kampf der Geschlechter: Konflikte zwischen Männchen und Weibchen	213
Der Infantizid	214
Giftiges Sperma	214
Sex ist teuer – also wozu das Ganze?	216
Theorie 1: Sex produziert Parasiten-resistenten Nachwuchs	216
Theorie 2: Sex beschleunigt eine Anpassung durch die Kombination seltener vorteilhafter Mutationen	218
Theorie 3: Sex ist gut, weil es schädliche Mutationen eliminieren kann	220
Die Evolution getrennter Geschlechter und das 50:50-Geschlechterverhältnis	222
Manchmal ist Alleinsein besser	222
Jedem Jungen sein Mädchen	223
Sex bei Bakterien	224

Kapitel 13

Koevolution: Die Evolution interagierender Arten 227

Die Definition der Koevolution	227
Koevolution und die Interaktion von Arten	228
Wettbewerb: Der Kampf der Giganten	229
Koevolution der einen oder anderen Art	231
Die Interaktion zwischen Pflanzen und Tieren	232
Bestäubungskriege	233
Die Evolution der Bestäubung durch Tiere	234
Die Verbreitung von Samen	236
Der Handel von Kost und Logis gegen Schutz	237
Krankheitssysteme: Parasitische Koevolution	238
Die australische Kaninchenplage	238
Erreger-Wirt-Interaktion im Labor	239

Kapitel 14

Die evolutionäre Entwicklungsbiologie 241

Die Entwicklung vom Embryo zum adulten Lebewesen	241
Der Entwicklungsprozess in Aktion – eine Baustelle	242
Der Einfluss der Umwelt	243
Kleine Veränderungen – große Auswirkungen	245
Die Grundidee der evolutionären Entwicklungsbiologie	246
Entwicklungsstufen = Evolutionsstufen	247
Frühe Stadien, späte Stadien	248
Timing ist alles	248
Warum das alles wichtig ist	250
Gene, die die Entwicklung kontrollieren: die Hox-Gene	251
Es bleibt in der Familie	252
Von Mäusen, Menschen und ... Medusen!	252

Kapitel 15

Molekulare Evolution 255

Meins ist aber größer! – Das Genom	255
Genomgrößen auf einen Blick	256
Der C-Wert und das C-Wert-Paradoxon	257
Der Unterschied zwischen Genen und nicht-codierender DNA	257
Nicht-codierende DNA	259
Funktionen der nicht-codierenden DNA	260
Weder Funktion noch Schaden	260
Parasitische DNA	260
Codierende DNA: Wie lässt sich die Anzahl der Gene steigern?	262
Gene kapern: Der laterale Gentransfer	262
Exon shuffling: Das alternative Spleißen von Genen	262
Genduplikation: Wenn neue Gene entstehen	263

Die Neutraltheorie der molekularen Evolution	264
Altersbestimmungen mit der molekularen Uhr	265
Wenn's nicht funktioniert	265
Wenn's gut funktioniert	266

Teil IV

Evolution und Ihre Welt 269

Kapitel 16

Die Evolution des Menschen 271

Der Ursprung des Homo sapiens	271
Unser Platz im Baum des Lebens	272
In Stein gemeißelte Geschichte: Fossilien	274
Rekonstruktion der hominiden Evolution	277
Die Wanderung aus Afrika: Menschliche Migrationsmuster	281
Die Evolution des Homo sapiens	285
Natürliche Selektion wirkt noch immer	285
Sinkender Selektionsdruck	287
Die kulturelle Evolution	287

Kapitel 17

Die Evolution der Antibiotika-Resistenz 289

Antibiotika und Antibiotika-Resistenzen unter der Lupe	289
Mikrobielle Haarspalterei: Antibiotika-Definitionen	290
Eine kurze Geschichte der Antibiotika-Resistenz	291
Tipps zur optimalen Resistenzentwicklung	292
Evolution durch Mutationen	293
Evolution durch Gentransfer	294
Resistenz auf zellulärer und biochemischer Ebene	295
Evolution scheinbarweise: Die partielle Resistenz	296
Der Kampf gegen die Antibiotika-Resistenz	297
Verbesserte Rezeptur! Neue Medikamente im Test	297
Lässt sich die Uhr zurückdrehen?	298
Der sinnvolle Einsatz von Antibiotika	301

Kapitel 18

HIV: Ursprung und Evolution eines Virus 303

Das Besondere an Viren	303
Sind Viren Lebewesen? Reine Definitionssache!	304
Virale Vermehrung – DNA, RNA oder retro?	305

Was ist HIV?	306
Der Feind im Chromosom	306
Ein Angriff auf die T-Zellen	306
Mutieren, mutieren, mutieren	307
Die Geschichte der HIV-Epidemie	307
Der Ursprung des HI-Virus	308
Die Zeitachse der HIV-Entwicklung	309
Ausbreitung und Evolution von HIV im Patienten	310
Wachstum und zunehmende Vielfalt	311
Die Plateau-Phase	312
Eine andere Art der Zerstörung von T-Zellen	312
Weitere interessante Fakten zu HIV	312
Eine Resistenz gegen HIV ist möglich	312
Evolution von HIV in neuen Wirten	313
Die Rekombinationsrate von HIV	313
Evolutionsbiologische Tricks zur Bekämpfung von HIV	314

Kapitel 19

<i>Influenza: Von echter Grippe, Vogelgrippe, Schweinegrippe & Co.</i>	315
Grippe und Immunsystem	316
Akt 1: Virus-Attacke und Verbreitung	316
Akt 2: Der Körper schlägt zurück	316
Akt 3: Neue Verteidigungslinien schaffen	317
Fortsetzung folgt: Die nächste Grippesaison	317
Die drei Arten von Influenza-Erregern: A, B und C	317
Die Evolution von Influenza A-Viren	318
Mechanismen der Evolution: Mutation, Neusortierung und Rekombination	318
Gene, die Sie kennen sollten	319
Die Nomenklatur von Viren: H und N sind wichtig	320
Wer sich ansteckt – und bei wem	321
Lehren aus der Vergangenheit: Die großen Grippe-Epidemien	324
Die Pandemien von 1889 und 1900	325
Die Spanische Grippe (1918)	325
Die Asiatische Grippe (1957)	325
Die Hongkong Grippe (1968)	326
Die Russische Grippe (1977)	326
Der Mensch schlägt zurück: Die Kunst, einen Impfstoff zu entwickeln	327
Totimpfstoffe	328
Lebendimpfstoffe	328
Entwicklung eines universellen Grippe-Impfstoffs	332

Teil V**Der Top-Ten-Teil****335****Kapitel 20****Zehn faszinierende Fossilfunde****337**

Dinosaurier	337
Archaeopteryx	339
Die Mammuts der Wrangelsinsel	340
Der Flugsaurier (Pterosauria)	341
Die Trilobiten	341
Tiktaalik rosea	342
Hallucigenia und der Burgess-Schiefer	343
Stromatolithen	344
Mikrofossilien	345
Bernstein	346

Kapitel 21**Zehn faszinierende Adaptationen****347**

Deine Zähne, meine Zähne	347
Oh je – die Evolution des Auges	348
Höhlenblindheit	349
Zurück ins Meer	350
Vom Land ins Wasser und wieder zurück	351
Die Photosynthese	352
Organismen aus hydrothermalen Schloten der Tiefsee	352
Endosymbiose	353
Das Flugvermögen der Wirbeltiere	354
Bissige Ameisen	354

Kapitel 22**Zehn Argumente gegen die Evolution – und warum sie nicht stimmen****357**

Es ist nur eine Theorie	357
Ein Widerspruch zum zweiten Hauptsatz der Thermodynamik?	358
Die Evolution wurde (wissenschaftlich!) widerlegt	358
Alles ist nur Zufall	359
Gravierende Veränderungen kann es nicht geben	360
Keine Übergangsform heißt kein Beweis	360
Evolution erklärt nicht alles: Der intelligente Masterplan	361
Komplexe Strukturen sind unmöglich	362
ID sollte in Schule und Universität gelehrt werden	363
Es ist nur ein Randthema	364
Es steht im Widerspruch zur biblischen Schöpfungslehre	364

Stichwortverzeichnis**367**