

Inhaltsverzeichnis

Teil I Die Hypothese vom lebendigen Universum

1 Die Hypothese vom lebendigen Universum und der Werkzeugkasten der Evolution	3
Weiterführende Literatur	13
2 Voraussetzungen für komplexes Leben	15
2.1 Eine sehr kurze Geschichte der Erde und des Lebens	15
2.2 Astronomische Randbedingungen für die Bewohnbarkeit	20
2.3 Wann ist ein Planet bewohnbar?	25
2.4 Anforderungen für komplexes makroskopisches Leben	31
2.5 Wie oft treten die Voraussetzungen für komplexes makroskopisches Leben im Universum auf?	34
Weiterführende Literatur	38

**Teil II Die wichtigsten Entwicklungssprünge in der
Geschichte des Lebens auf der Erde ?**

3	Die erste Zelle und das Problem vom Ursprung des Lebens	41
3.1	Erste Versuche, den Beginn des Lebens auf der Erde zu verstehen	41
3.2	Wann ist das Leben auf der Erde entstanden?	42
3.3	Wie entstand das Leben?	43
3.4	Der rätselhafte Weg zum Ursprung des Lebens	45
3.5	In welcher Umgebung ist das Leben entstanden?	49
3.6	Kommt das Leben von anderen Planeten?	56
3.7	Die Suche nach Leben	57
3.8	Leben wir in einem einsamen Universum?	59
	Weiterführende Literatur	61
4	Licht als Beute: Die Erfindung der Photosynthese	63
4.1	Die Suche nach Lebensenergie	63
4.2	Welche Energieformen kann das Leben nutzen?	64
4.3	Die Verwendung von Licht	68
4.4	Andere Wege, Licht zu nutzen	73
4.5	Energienutzung	78
	Weiterführende Literatur	80
5	Sauerstoff – vom Gift zum Photosystem II	83
5.1	All I Need Is the Air That I Breathe ...	83
5.2	Warum sollte man Sauerstoff erzeugen?	84
5.3	Die Große Sauerstoffkatastrophe	85
5.4	Wie stellt man Sauerstoff her?	86
	Weiterführende Literatur	90
6	Endosymbiose und die ersten Eukaryoten	93
6.1	Was ist ein Eukaryot?	93
6.2	Der Ursprung der eukaryotischen Zelle	96
6.3	Endosymbiose und der Ursprung der Eukaryoten	98
6.4	Der Ursprung der Mitochondrien	98
6.5	Der Ursprung der Chloroplasten	101
6.6	Der Ursprung des Zellkerns	102
6.7	Endosymbiose ist ein verbreitetes Phänomen	103

6.8	Der nächste Schritt	108
6.9	Eukaryotische Organismen auf anderen Welten?	111
	Weiterführende Literatur	111
7	Sex: Eine neue Art, sich zu vermehren	113
7.1	Die Geografie der Gene	113
7.2	Der Generationenwechsel	115
7.3	Warum sollte man also Sex haben?	116
7.4	Enthaltssame Komplexität	120
7.5	Partnersuche	122
7.6	Ist groß sexy?	123
	Weiterführende Literatur	124
8	Die ersten Vielzeller	127
8.1	Mehrzelligkeit: Eine neue Strategie des Lebens	127
8.2	Mehrzelligkeit und die verschiedenen Lebensformen	131
8.3	Welchen Weg nahm die Evolution der Mehrzelligkeit?	135
8.4	Mehrzelligkeit auf der Erde und anderen Planeten	139
	Weiterführende Literatur	141
9	Der Aufstieg komplexer Tiere und Pflanzen	143
9.1	Die Steigerung von Größe und Komplexität	143
9.2	Die (langsam ablaufende) kambrische Explosion	145
9.3	Wie konstruiert man ein Tier (oder eine Pflanze)?	147
9.4	Die genetische Blaupause von Evo-Devo	150
9.5	Genregulation in Eukaryoten	151
9.6	Sauerstoff und das aktive Tier	154
9.7	Rosten in Richtung tierisches Leben	157
9.8	Kopf, Schultern, Knie und Zehen	158
	Weiterführende Literatur	160
10	Intelligenz – ein neues Konzept?	163
10.1	Was ist Intelligenz?	163
10.2	Intelligenz feststellen	164

X	Inhaltsverzeichnis	
10.3	Intelligenz messen	166
10.4	Kluge Tiere und die Verteilung von Intelligenz	168
10.5	Staatenbildende Insekten – ein anderer Ansatz für Intelligenz?	173
10.6	Das Spiegelspiel	177
10.7	Wann hilft Intelligenz?	180
10.8	Entstehung von Intelligenz	184
	Weiterführende Literatur	191
11	Technologisch fortgeschrittene Intelligenz	193
11.1	Was ist eine technologisch fortgeschrittene Intelligenz?	194
11.2	Der Weg des Menschen zur technologisch fortgeschrittenen Intelligenz	195
11.3	Die Macht der Sozialstruktur	197
11.4	Die finalen Schritte zur Technologie	199
11.5	Vorbedingungen für technologische Intelligenz	201
11.6	Warum ist Technologie nur einmal in der Erdgeschichte entstanden?	203
	Weiterführende Literatur	209
Teil III Besuch im lebendigen Universum		
12	Wie erkennen wir ein lebendiges Universum?	213
12.1	Leben finden	214
12.2	Planetenbesuch	224
12.3	Das Höchstmaß an Komplexität: Die Suche nach außerirdischer Intelligenz	233
12.4	Ein Besuch im lebendigen Universum	234
	Weiterführende Literatur	235
13	Der große Filter und das Fermi-Paradoxon	237
	Weiterführende Literatur	243
	Glossar	245
	Sachverzeichnis	267