

Inhalt

Vorwort V

1 Grundlagen des Lebens 1

1.1	Entstehung der belebten Materie	1
1.2	Die wichtigsten Baustoffe der belebten Materie.....	2
1.2.1	Lipide und Lipoide (Fette)	2
1.2.2	Proteine (Eiweiße).....	4
1.2.3	Kohlenhydrate (Zucker) ..	7
1.2.4	Nucleinsäuren.....	9
	Wiederholungsfragen.....	12

2 Evolution und Biodiversität..... 13

2.1	Hinweise für eine Evolution	13
2.1.1	Rezente Organismen.....	13
2.1.2	Biodiversität	13
2.1.3	Evolutionsforschung und Selektionstheorie.....	13
2.1.4	Biogeographie.....	15
2.1.5	Paläontologie	16
2.1.6	Ontogenese und Phylogenese.....	17

2.1.7	Verhaltensweisen und Evolution	17
2.1.8	Biochemie und Molekulargenetik.....	17
2.2	Zoologische Systematik ..	18
2.3	Mechanismen der Evolution	19
2.3.1	Populationsentwicklung ..	19
2.3.2	Artenbildung und langfristiger Formenwandel ..	21
2.3.3	Faktoren der Hominidenentwicklung.....	22
	Wiederholungsfragen.....	23

3 Die Zelle – Struktur und Funktion 24

3.1	Polare und apolare Zellen	24
3.2	Aufbau der Zellmembran.	25
3.3	Das Cytoplasma	26
3.4	Lysosomen, Peroxisomen und Vesikel	27
3.5	Das Cytoskelett.....	27
3.6	Molekulare Motoren.....	31
3.7	Exo- und Endocytose	32
3.8	Zell-Zell-Verbindungen ..	34
3.9	Extrazelluläre Matrix	36
3.10	Der Zellkern.....	37

3.11	Ribosomen und Poly-	37
3.12	Endoplasmatisches	
	Reticulum.....	38
3.13	Translation und Weg	
	der Proteinsynthese	39
3.14	Golgi-Apparat	41
3.15	Mitochondrien	41
	Wiederholungsfragen.....	44

4 Genetik und Fortpflanzung 45

4.1	Allgemeine Genetik.....	45
4.1.1	Erbsubstanz.....	45
4.1.2	Chromosomen	46
4.1.3	Vererbung (Mendel-	
	Gesetze)	47
4.1.4	Teilung der Eukaryoten-	
	zelle.....	49
	■ Somazellen und	
	Keimbahnzellen	49
	■ Mitose (Teilung der	
	Somazellen).....	50
	■ Meiose (Bildung der	
	Keimzellen)	52
4.2	Molekulare Genetik.....	54
4.2.1	Struktur der DNA	54
4.2.2	Replikation der DNA	55
4.2.3	Der genetische Code	56
4.2.4	Transkription.....	57
4.2.5	Genregulation.....	58
4.2.6	Mutationen	59
4.2.7	Reverse Transkription	
	und Retroviren	60
4.2.8	Gentechnologie	61
	■ Klonierung von Gen-	
	sequenzen mit	
	Expressionsvektoren..	61

■ Polymerasekettenreaktion (PCR).....	62
■ Genomanalyse und Genbanken.....	62
■ Genetische Modifikation von Organismen..	63
Fortpflanzung	63
Ungeschlechtliche Fortpflanzung	64
Geschlechtliche Fortpflanzung	65
■ Gametogamie	65
■ Parthenogenese	65
■ Generationswechsel ..	66
■ Besamung und Befruchtung.....	66
Wiederholungsfragen.....	67

5 Tierstämme und Parasitologie 68

5.1	Protozoa (Einzeller).....	68
5.1.1	Flagellata (Geißel-	
	tierchen).....	69
	■ Trichomonadida.....	69
	■ Leishmania.....	70
	■ Trypanosoma.....	71
	■ Giardia.....	72
5.1.2	Rhizopoda (Wurzelfüßer)	
	■ Amöben	74
5.1.3	Sporozoa (Sporen-	
	tierchen).....	75
	■ Haemosporidia.....	75
	■ Plasmodien	75
	■ Coccidia	77
	■ Toxoplasma	77
	■ Eimeria	78
	■ Cryptosporidium	80
	■ Sarcocystis	80
	■ Piroplasmida	80
	■ Theileria	80
	■ Babesia	81

5.1.4	Microspora.....	82
5.1.5	Myxozoa.....	82
5.1.6	Ciliata (Wimpertierchen).....	82

Wiederholungsfragen

zu Kap. 5.1	85
-------------------	----

5.2	Metazoa (Mehrzeller)....	86
5.2.1	Porifera (Schwämme)....	92
5.2.2	Coelenterata (Hohltiere) ..	94
	■ Cnidaria	94
	■ Ctenophora	97

Wiederholungsfragen

zu Kap. 5.2–5.2.2	97
-------------------------	----

5.2.3	Plathelminthes (Plattwürmer).....	98
	■ Turbellaria (Strudelwürmer).....	100
	■ Trematoda (Saugwürmer).....	100
	■ Monogenea	100
	■ Digenea.....	101
	■ Cestoda (Bandwürmer).....	104
	■ Taeniidae	106
	■ Dipylidae.....	106
	■ Mesocostoididae.....	106
	■ Echinococcus.....	107
	■ Multiceps	108
	■ Diphyllbothriidae.....	108

Wiederholungsfragen

zu Kap. 5.2.3	110
---------------------	-----

5.2.4	Nemathelminthes (Schlauchwürmer).....	111
	■ Nematodes (Rund- oder Fadenwürmer)....	111
	■ Filarien (Fadenwürmer).....	115
	■ Acanthocephala (Kratzer).....	115
5.2.5	Annelida (Ringelwürmer).....	116

Wiederholungsfragen

zu Kap. 5.2.4 – 5.2.5	119
-----------------------------	-----

5.2.6	Arthropoda (Gliederfüßer)	119
-------	---------------------------------	-----

■ Pararthropoda.....	120
■ Amandibulata (Mandibellose)	121
■ Chelicerata (Spinnenartige)	122
■ Mandibulata	126
■ Crustacea (Krebse)....	126
■ Myriapoda (Tausendfüßer).....	130
■ Insecta (Hexapoda)	130
■ Arthropoden als Krankheitsüberträger ..	137

Wiederholungsfragen

zu Kap. 5.2.6	138
---------------------	-----

5.2.7	Mollusca (Weichtiere) ...	139
	■ Gastropoda (Schnecken).....	140
	■ Bivalvia (Muscheln)....	141
	■ Cephalopoda (Kopffüßer)	142
5.2.8	Tentaculata und Hemichordata.....	144
5.2.9	Echinodermata (Stachelhäuter)	144

Wiederholungsfragen

zu Kap. 5.2.7–5.2.9	146
---------------------------	-----

5.2.10	Chordata (Chordatiere)....	147
	■ Tunicata (Manteltiere)	147
	■ Acrania (Schädellose) ..	147
	■ Agnatha (Kieferlose) ..	149
	■ Chondrichthyes (Knorpelfische).....	150
	■ Osteichthyes (Knochenfische).....	152
	■ Actinopterygii (Strahlenflosser).....	155
	■ Sarcopterygii (Fleischflosser).....	155
	■ Marine Tiere und ihre Gifte.....	155
	■ Amphibia (Lurche)....	156
	■ Die Entwicklung des amniotischen Eies	159
	■ Reptilia (Kriechtiere)..<	161

■ Aves (Vögel).....	166
■ Mammalia (Säugetiere).....	170

Wiederholungsfragen zu Kap. 5.2.10	177
---	------------

6 Organe und Organsysteme ... 178

6.1	Integument und Verknöcherungen der Haut	178
6.2	Skelett und Bewegungsapparat	181
6.2.1	Bildung des Stützgewebes	181
6.2.2	Achsen skelett	182
6.2.3	Extremitätengürtel und Extremitäten	183
6.2.4	Schädel	185
6.3	Gehirn und Nervensystem	186
6.4	Herz- und Kreislauf-System	191
6.5	Atmungsorgane und Gaswechsel	193
6.6	Exkretions- und Fortpflanzungsorgane ...	194
6.6.1	Exkretionsorgane	194
6.6.2	Fortpflanzungsorgane ...	195
	Wiederholungsfragen	198

7 Ökologie und Umwelt..... 199

7.1	Einleitung	199
7.2	Ökophysiologie (Autökologie)	199
7.2.1	Umweltfaktoren	200
7.2.2	Chronobiologie	201
7.2.3	Bioindikatoren	202
7.3	Populationsökologie (Demökologie)	202
7.3.1	Mutualismus, Kommensalismus, Symbiose	203
7.3.2	Parasitismus	204
7.3.3	Zoonosen	204
7.3.4	Domestikation und Produktionsbiologie	205
7.4	Ökologie der Lebensgemeinschaften (Synökologie)	206
7.4.1	Lebensgemeinschaften ...	206
7.4.2	Naturschutz und Artenschutz	206
7.4.3	Tierschutz	207
	Wiederholungsfragen	208

Sachregister 209

1

Grundlagen des Lebens

1.1 Entstehung der belebten Materie

Die Entstehung der lebenden Materie aus anorganischen Stoffen ist eine wahrscheinliche, aber letztendlich nicht erwiesene Hypothese. Verschiedene experimentelle Befunde sprechen für eine „chemische Evolution“, d.h. für die Entstehung von organischen Molekülen aus anorganischen Baustoffen unter den besonderen Bedingungen der Uratmosphäre. Diese **abiotische Entwicklung** des Lebens wurde in verschiedenen Experimenten, unter anderem von Miller (1953), nachvollzogen. Ihm gelang es, aus einem Gasgemisch von Methan, Kohlendioxid, Ammoniak, Wasserstoff und Wasserdampf unter Einwirkung von elektrischen Entladungen eine Reihe von organischen Verbindungen wie Aminosäuren, verschiedene Zucker-Moleküle und vor allem auch Nucleotide, die Grundbausteine der Nucleinsäuren, herzustellen. Der entscheidende nächste Schritt, wie aus diesen einfachen organischen Molekülen in einer Art Selbstorganisation lebendige Materie entstand, ist allerdings bisher experimentell weniger überzeugend bewiesen und beruht vorwiegend auf verschiedenen Modellvorstellungen. Eines dieser Modelle besagt, dass sich einfache organische Moleküle, wie z.B. Aminosäu-

ren, zunächst zu Peptiden und Proteinen verbunden und entwickelt haben, die sich dann in einer Reaktionskette zusammenschlossen und gegenseitig katalytisch beeinflusst haben. Auf diese Weise käme ein konstanter Reaktionsprozess zustande, der zur Bildung immer neuer Proteine führen würde. Ähnliche Vorstellungen gibt es zur Entstehung und zur zyklischen Produktion von Nucleinsäuren, die sich durch Anlagerung zu Ketten und komplementären Doppelsträngen entwickelt haben könnten. Würden sich nun Nucleinsäure-Reaktionsketten mit den Protein-Reaktionsketten verknüpfen, so könnte eine gegenseitige katalytische und steuernde Beeinflussung entstanden sein, die letztlich zur **Selbstorganisation der biologischen Materie** geführt haben könnte. Voraussetzung für diese Reaktionsabläufe ist allerdings eine lokale **Kompartimentierung**, die diese Reaktionszyklen vom Außenmedium abschließt und so zu den ersten primitiven zellulären Lebensformen, den **Protobionten**, geführt haben könnte.

Diese Protobionten hatten bereits die charakteristischen Eigenschaften der lebenden Materie, d.h. einen **Stoffwechsel** zur Aufrechterhaltung ihrer Funktion und die **Vererbung** ihrer Eigenschaften durch Teilung und Vermehrung. Dabei haben vermutlich Mutationen zu einer Entstehung von

verschiedenen Protobionten-Typen geführt, aus denen sich durch eine evolutionäre Auslese die Varianten mit den überlegenen Eigenschaften durchgesetzt haben. Letztendlich führte diese Entwicklung dann vermutlich über verschiedene Übergangsformen (Eubionten) zur Bildung der einfachsten **Prokaryoten-Zelle**, aus der sich dann höher entwickelte Prokaryoten bildeten. Solche ganz einfachen Prokaryoten-Zellen sind noch heute erhalten. Man bezeichnet sie als **Mycoplasmen**. Sie besitzen bereits eine Zellmembran, Cytoplasma mit Ribosomen und DNA als Erbsubstanz, die allerdings bedeutend weniger Proteine codiert als bei den meisten Bakterien. Viele dieser einfachen Zwischenformen besaßen vermutlich nur RNA als Erbsubstanz und hatten einen **anaeroben Stoffwechsel**, der nicht auf Sauerstoff angewiesen war.

Die **eukaryotischen Zellen** entstanden vermutlich vor ca. 1,5 Milliarden Jahren. Sie zeichnen sich durch eine intrazelluläre **Kompartimentierung** aus, d.h. einzelne Bereiche der Zelle sind durch intrazelluläre Membranen abgeteilt und bilden spezielle **Funktionsräume**. Diese einzelnen Bereiche werden **Organellen** genannt. Wie sie im Einzelnen entstanden sind, ist letztendlich nicht klar, aber es gibt verschiedene Hypothesen. Für die Entstehung der Mitochondrien und der Peroxisomen geht man von der **Endosymbiontenhypothese** aus, die besagt, dass diese einst prokaryotische Organismen waren, die im Laufe der Phylogenese von den Eukaryoten phagocytotisch aufgenommen wurden. Sie wurden nicht verdaut, sondern gingen eine Symbiose zum bei-

derseitigen Nutzen ein. Für andere Zellorganellen, besonders für diejenigen mit einer einfachen Membran wie z.B. das Endoplasmatische Reticulum oder der Golgi-Apparat, geht man von der **Zellkompartimentierungshypothese** aus, wonach sich die einzelnen Kompartimente durch allmähliche intrazelluläre Differenzierung gebildet haben. Jedenfalls ist die Kompartimentierung der Erbsubstanz in einem durch eine Doppelmembran abgeschlossenen Zellkern das Hauptmerkmal der Eukaryoten-Zelle.

Die heutigen einzelligen Organismen lassen sich also in die einfacher aufgebauten **Prokaryoten** und die höher entwickelten **Eukaryoten** einteilen. Zu den Prokaryoten gehören die Blaualgen und die Bakterien, während zu den Eukaryoten alle **Protozoa** (Einzeller) und alle **Metazoa** (Mehrzeller) gehören. Demnach gehören alle pflanzlichen Organismen, die Pilze und alle tierischen Organismen zu den Eukaryoten. Näheres zur Abgrenzung der Prokaryoten und Eukaryoten findet sich in Kapitel 3.

1.2 Die wichtigsten Baustoffe der belebten Materie

1.2.1 Lipide und Lipide (Fette)

Lipide (Fette) und Lipide (fettähnliche Substanzen) sind Moleküle, die in Wasser unlöslich (**hydrophob**), in organischen Lösungsmitteln dagegen sehr gut löslich (**lipophil**) sind. Im Organismus sind sie als Energielieferan-