

DUDEN

ABI GENIAL

BIOLOGIE

DAS SCHNELL-MERK-SYSTEM

Mit **Original-
prüfungen** und
Musterlösungen
online auf
www.lernhelfer.de

So funktioniert Abi genial

Wissen einprägen mit dem Schnell-Merk-System

- **Kapitelstarter:** Basiswissen zu jedem Kapitel
- **Klar gegliederter Stoff:** schnelles Auffinden und gute Orientierung durch Merkwissen (▶) und Infokästen
- **Topthemen:** Vertiefung des zentralen Lernstoffs
- **Prüfungsratgeber und Prüfungsaufgaben:** alles über Anforderungsbereiche und Operatoren in einem Extrakapitel sowie typische Prüfungsaufgaben zu allen Unterrichtsthemen

Prüfungstraining mit Abitur-Originalklausuren

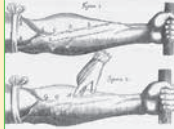
- **Originalprüfungen mit Lösungen passend zum Buch:** Auf www.lernhelfer.de/abigenial gibt es das exklusive Abi-genial-Lernpaket für nur 1,- Euro. Darin enthalten sind vier Originalprüfungen mit ausführlichen Musterlösungen als PDF.

Meilensteine der Biologie



um 1130

Naturwissenschaftlich-medizinische Schriften von Hildegard von Bingen



1628

Entdeckung des Blutkreislaufs durch William Harvey



1735

Veröffentlichung von Carl von Linnés Werk „Systema naturae“, der Grundlage der modernen biologischen Systematik



1508–1513

Leonardo da Vinci liefert exakte morphologische Studien des menschlichen Körpers



1675

Erste Beobachtung von Bakterien und Einzellern durch Antony van Leeuwenhoek mit einem von ihm entworfenen Mikroskop



1859

Veröffentlichung von Darwins Werk „On the origin of species“



1865

Entdeckung der Vererbungsgesetze durch Gregor Mendel

1944

Nachweis von Oswald T. Avery, dass Nucleinsäuren Träger der Erbanlagen sind

1961–1966

Entschlüsselung des genetischen Codes durch Har Gobind Khorana, Marshall W. Nirenberg und Severo Ochoa

1983

Entwicklung der Polymerase-Kettenreaktion durch Kary B. Mullis



2003

Bekanntgabe des fast vollständig entschlüsselten menschlichen Genoms

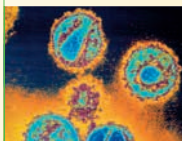


1953

Stanley Lloyd Millers Experiment zur Entstehung von Leben auf der Früherde

1953

Francis H. Cricks und James D. Watsons Entwurf eines korrekten Strukturmodells der DNA, der Doppelhelix



1970

Entdeckung der Retroviren und ihrer reversen Transkriptase durch Howard M. Temin und David Baltimore

2010

Zusammensetzung eines neuen Bakteriums aus DNA-Stücken durch das Team um Craig Venter

1930er-Jahre

Sir Hans Adolf Krebs entschlüsselt den Harnstoffzyklus 1932 und den Citratzyklus („Krebszyklus“) 1937



1997

Vorstellung eines geklonten Schafs („Dolly“) in der Weltöffentlichkeit

Duden

ABI GENIAL

BIOLOGIE

DAS SCHNELL-MERK-SYSTEM

Dudenverlag

Berlin

Inhaltsverzeichnis

1. **Grundbausteine des Lebens** 6
 - Wichtige Informationen 6
 - 1.1 Zellen und Zellbestandteile 7
 - 1.2 Viren, Viroide und Prionen 12
 - 1.3 Von Zellen zu Geweben und Organen 13
 - TOPTHEMA**
Zelldifferenzierung 16

2. **Stoffwechsel und Energieumsatz** 18
 - Wichtige Informationen 18
 - 2.1 Enzyme 20
 - 2.2 Aufbauender Stoffwechsel 24
 - 2.3 Abbauender Stoffwechsel 28
 - TOPTHEMA**
Luftstickstoff-Assimilation 32
 - 2.4 Stofftransport bei Pflanzen 34
 - 2.5 Stoffwechsel bei Tieren und Mensch 38

3. **Steuerung, Regelung und Informationsverarbeitung** 46
 - Wichtige Informationen 46
 - 3.1 Erregung und Erregungsleitung 47
 - 3.2 Sinnesorgane 54
 - 3.3 Informationsverarbeitung und Speicherung 61
 - 3.4 Bewegung 66
 - 3.5 Hormone 68
 - TOPTHEMA**
Koppelung von Hormon- und Nervensystem 72

4.	Fortpflanzung und Entwicklung	74
	Wichtige Informationen	74
	4.1 Fortpflanzung und Vermehrung	75
	4.2 Wachstum und Entwicklung	81
	TOPTHEMA	
	Reproduktionstechniken	86
5.	Genetik und Immunbiologie	88
	Wichtige Informationen	88
	5.1 Molekulare Grundlagen der Vererbung	89
	5.2 Vererbungsregeln	97
	5.3 Gentechnik	103
	5.4 Immunbiologie	106
	TOPTHEMA	
	Epigenetik	111
6.	Evolution und biologische Vielfalt	112
	Wichtige Informationen	112
	6.1 Evolutionstheorie	113
	6.2 Indizien für die Evolution der Organismen	115
	6.3 Evolutionsfaktoren	116
	6.4 Symbiogenese	119
	6.5 Die Stammesgeschichte und die Vielfalt der Lebewesen	122

6.6	Gliederung der Vielfalt (Systematik)	127
6.7	Evolution des Menschen	131
	TOPTHEMA	
	Molekulare Uhr	136
7.	Verhaltensbiologie	138
	Wichtige Informationen	138
7.1	Ziele und Methoden der Verhaltensbiologie	139
7.2	Entwicklung des Verhaltens	141
7.3	Mechanismen des Verhaltens	143
7.4	Angepasstheit des Verhaltens	147
7.5	Menschliches Verhalten	152
	TOPTHEMA	
	Spiegelneuronen	154
8.	Ökologie	156
	Wichtige Informationen	156
8.1	Lebewesen in ihrer Umwelt	157
8.2	Aufbau der Biosphäre	162
8.3	Populationsökologie	175
8.4	Mensch und Biosphäre	180
8.5	Natur- und Umweltschutz	183
	TOPTHEMA	
	Klimaschutz und Nachhaltigkeit	186

Prüfungsratgeber und Prüfungsaufgaben 190

- 1 **MIND-MAP Der Prüfungsstoff** 190
- 2 **Die Klausur** 192
 - 2.1 Inhalt und Aufbau einer Klausur 192
 - 2.2 Die Operatoren 193
- 3 **Thematische Prüfungsaufgaben** 196
 - 3.1 Grundbausteine des Lebens 196
 - 3.2 Stoffwechsel und Energieumsatz 198
 - 3.3 Steuerung, Regelung und Informationsverarbeitung 202
 - 3.4 Fortpflanzung und Entwicklung 205
 - 3.5 Genetik und Immunbiologie 207
 - 3.6 Evolution und biologische Vielfalt 210
 - 3.7 Verhaltensbiologie 212
 - 3.8 Ökologie 215

Register 219

1 Grundbausteine des Lebens

Wichtige Informationen

Kennzeichen des Lebendigen

Leben ist stets an Lebewesen gebunden. Eine Elementaranalyse dieser Organismen zeigt, dass sie v. a. aus **Elementen** aufgebaut sind, die auch in der unbelebten Natur häufig vorkommen.

Sie sind Bestandteile der **organischen** Verbindungen, die für Lebewesen charakteristisch sind.

Der Grundbaustein der Lebewesen ist die **Zelle**. Sie ist die kleinste Einheit des Lebens, die bereits alle Grundfunktionen eines Lebewesens besitzt.

Vielzeller bestehen aus unterschiedlichen Zelltypen, die durch Differenzierung aus der Zygote entstehen. Gleiche Zellen bilden Gewebe. Verschiedene Gewebe bilden jeweils Organe, die dann in einem Organismus zusammenwirken.

Kohlenstoff (**C**), Sauerstoff (**O**), Wasserstoff (**H**), Stickstoff (**N**), Phosphor (**P**), Schwefel (**S**), Kalium (**K**), Calcium (**Ca**), Magnesium (**Mg**) und Eisen (**Fe**)

Proteine,
Kohlenhydrate,
Lipide,
Nucleinsäuren

Stoffwechsel, Fortpflanzung und Vermehrung, Reizbarkeit, Bewegung, Wachstum und Entwicklung, Evolution

Pflanzen bilden aus Abschlussgewebe, Grundgewebe, Festigungs- und Leitgewebe Blätter, Sprossachsen und Wurzeln.

Tiere bilden aus verschiedenen Gewebetypen Organe wie z. B. Herz, Lunge und Niere.

1.1 Zellen und Zellbestandteile

► Die Zelle als Grundeinheit des Lebens

Die Zelle ist die kleinste vermehrungsfähige Einheit, die alle Grundfunktionen des Lebens besitzt.

Grundstrukturen: Membran, Fibrille, Granum

Zellen sind die Grundbausteine aller Lebewesen. Sie sind aus immer wiederkehrenden Grundstrukturen aufgebaut. Flächige Membranen, fädige Fibrillen und Filamente sowie körnige Grana strukturieren das Cytoplasma.

ÜBERBLICK: Membranen

Alle biologischen Membranen haben den gleichen Grundbauplan:

- Sie bestehen aus Proteinen und Lipiden.
- Die **Lipide** bilden eine flüssigkristalline Doppelschicht.
- Dieser Doppelschicht sind beidseitig **Proteine** aufgelagert, die mehr oder weniger tief in die Lipidschicht hineinragen oder sie sogar durchdringen (integrale Proteine, Tunnelproteine).
- Die Proteine sind für die Durchlässigkeit der Membranen entscheidend.

► Aufgaben der Membranen

Membranen sind für den Stoff-, Energie- und Informationsaustausch innerhalb der Zelle und zwischen verschiedenen Zellen verantwortlich.

Fädige Proteinstrukturen bewegen und stabilisieren:

Mikrofilamente sind in Verbindung mit dem Motorprotein Myosin für intrazelluläre Bewegungsvorgänge einschließlich der Bewegung von Muskelzellen verantwortlich und verleihen Formstabilität. **Mikrotubuli** bilden die Spindelfasern bei der Mitose und die beweglichen Strukturen von Geißeln und Wimpern. **Intermediäre Filamente** bilden stabile, reißfeste Netze, welche die Zugfestigkeit von Zellen erhöhen.

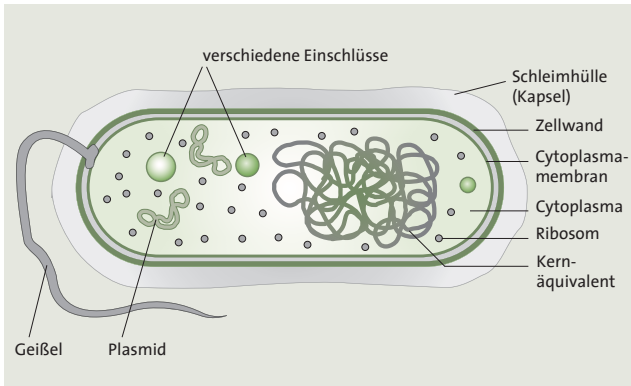
Die Zelle der Prokaryoten

Prokaryoten sind einzellige, erdgeschichtlich sehr alte Lebewesen, die in die beiden Domänen **Archaea** und **Bacteria** aufgeteilt werden (früher als „Bakterien“ zusammengefasst).

ÜBERBLICK: Procyt

Der Procyt (auch: die Procyte) ist die Zelle der Prokaryoten. Er hat folgende Kennzeichen:

- Größe meist zwischen 1 und 5 μm ,
- Zellformen sind Kugeln, Stäbchen, spiralförmige Formen, Fäden,
- kein membranumgrenzter Zellkern, sondern ein ringförmiges, aufgeknäultes DNA-Molekül (**Kernäquivalent**) sowie kleinere DNA-Ringe (**Plasmide**) im Cytoplasma,
- Cytoplasmaeinschlüsse** v. a. zur Stoffspeicherung (z. B. Öltröpfchen, Polyphosphatgranula),
- Ribosomen** vom 70S-Typ (S von Svedberg, der Maßeinheit für Sedimentationskonstanten von Molekülen und Zellbestandteilen),
- bei Bakterien meist eine **Zellwand** aus einem sackförmigen Riesenmolekül (**Mureinsacculus**), oft mit aufgelagerter **Schleimhülle** oder **Schleimkapsel**,
- Geißeln (**Flagellen**) aus spiralförmig angeordneten kugelförmigen Proteinen (Flagellin).



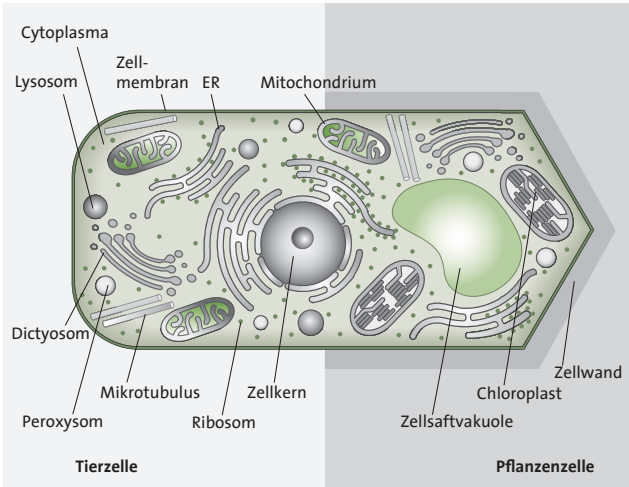
Schematischer Bau eines Protocyten

Die Zelle der Eukaryoten

ÜBERBLICK: Eucyt

Der Eucyt (auch: die Eucyte) ist die Zelle aller Eukaryoten. Er hat folgende Kennzeichen:

- Von einer Kernmembran umgebener **Zellkern** mit **Chromosomen**,
- Membransystem zur inneren **Kompartimentierung**: Endoplasmatisches Reticulum, Golgi-Apparat mit Dictyosomen,
- Zellorganellen**, die von einer Doppelmembran umgeben sind (Mitochondrien, Plastiden),
- Geißeln** von einheitlichem Bauplan (9+2 Mikrotubuli),
- Ribosomen** vom 80S-Typ,
- Cytoskelett** aus fädigen Proteinstrukturen zur Stabilisierung der Zellgestalt sowie v. a. für Bewegungs- und Transportvorgänge,
- Der **Zellteilung** geht eine Mitose (Kernteilung) voraus.



Schematischer Bau eines Eucyten

Zellkern (Nucleus)

Der **Kern** ist meist das größte Zellorganell. Er ist mehr oder weniger kugelförmig und von einer porösen Doppelmembran umgeben. Mit geeigneten Färbemethoden lässt sich im Kerninneren (Karyoplasma) ein nucleinsäurehaltiges Netzwerk, das Chromatin (von griech. chroma „Farbe“) nachweisen. Es besteht aus den teilweise entspiralisierten Chromosomen und enthält den größten Teil der DNA, also der Erbinformation der Zelle, sowie die Kernproteine (Histone). Ein weiterer Bestandteil sind die **Kernkörperchen (Nucleoli, Sing. Nucleolus)**, die vorwiegend aus RNA bestehen und bei der Bildung der Ribosomen mitwirken. Während der Kernteilung (**Mitose**) löst sich die Kernmembran auf und die Chromosomen werden sichtbar. Nach der Zellteilung bildet sich die Kernmembran vom ER aus wieder neu.

Mitochondrien und Plastiden

Die 1 bis 10 μm langen **Mitochondrien** sind von einer Doppelmembran umgeben. Sie sind die Orte der Zellatmung (\uparrow S. 28 ff.). Die **Plastiden** sind typische Organelle von Algen und Pflanzen. Als Chloroplasten ermöglichen sie die Fotosynthese (\uparrow S. 24 ff.). Auch sie sind von einer Doppelmembran umgeben. Ein inneres Membransystem (Thylakoide) enthält die Fotosynthesepigmente. Mitochondrien und Plastiden besitzen eigene DNA.

Endomembransystem

Das Endomembransystem des Eucyten besteht aus Endoplasmatischem Reticulum, Golgi-Apparat mit Dictyosomen sowie Lysosomen und Peroxysomen. Die Zisternen genannten Hohlräume zwischen den beiden Membranen des **Endoplasmatischen Reticulums (ER)** dienen als Speicher- und Transportsystem. Außen kann das ER von Ribosomen besetzt sein (granuläres ER). Der **Golgi-Apparat** mit **Dictyosomen** übt v. a. sekretorische Funktionen in der Zelle aus. **Lysosomen** sind von einer einfachen Membran umgebene enzymhaltige Bläschen. Insgesamt wurden aus den verschiedenen Lysosomen mehr als 60 verschiedene Enzyme isoliert. **Peroxysomen** bilden sich durch Abschnürung von Vorläufervesikeln aus dem ER, von denen dann mehrere zu einem reifen Peroxisom fusionieren. Sie dienen dem oxidativen Abbau verschiedener schädlicher Verbindungen. Das dabei entstehende Wasserstoffperoxid wird sofort durch Katalase abgebaut.

Zellwand

Bei Pflanzen, Pilzen und vielen Protisten liegt der äußeren Zellmembran (**Plasmalemma**) eine feste Zellwand auf, die v. a. aus Polysacchariden, bei Pflanzen vorwiegend **Cellulose**, besteht. Sobald das Zellstreckungswachstum abgeschlossen ist, verstärkt sich die Wand durch schichtweise Auflagerungen. Als äußerste Schicht können Wachse und korkartige Sub-

stanzen aufgelagert werden. Man unterscheidet Primärwand, Sekundärwand und Tertiärwand. Pflanzliche und tierische Zellen können über Plasmabrücken in Verbindung stehen.

Vakuolen

Sowohl bei pflanzlichen als auch bei tierischen Zellen treten Vakuolen auf. Dies sind kleine oder größere mit wässriger Flüssigkeit angefüllte Räume, die durch eine einfache Membran (bei Pflanzen **Tonoplast**) vom Cytoplasma abgegrenzt sind.

Unterschiede pflanzliche Zelle – tierische Zelle:	
Pflanzliche Zelle	Tierische Zelle
■ Plastiden	■ zwei Centriolen, die bei der Zellteilung eine Rolle spielen
■ große Zentralvakuole	■ Lysosomen
■ feste Zellwand	

1.2 Viren, Viroide und Prionen

Viren und Viroide

Viren sind makromolekulare Partikel, die unter bestimmten Bedingungen Merkmale des Lebens aufweisen. Sobald sie in eine Wirtszelle eingedrungen sind, können sie mit Hilfe der Zelle ihre eigene Vermehrung und die Weitergabe ihrer genetischen Information in die Wege leiten. Sie bestehen meist aus einem Nucleinsäuremolekül (RNA oder DNA) das von einer Proteinhülle (**Capsid**) umgeben ist. Manche der über 2 000 bekannten Viren besitzen weitere Hüllen, an denen auch Lipide und Polysaccharide beteiligt sein können (z. B. das HI-Virus).

Viroide sind infektiöse, nackte RNA-Moleküle.

Prionen

Prionen bestehen nur aus einem Protein. Das Besondere an ihnen ist, dass bestimmte, im Organismus schädlich wirkende Prionen normale Zellprionen zu einer Strukturänderung veranlassen können. Pathogene Prionen können also ihre eigene Struktur vermehren und dadurch infektiös wirken (z. B. bei BSE; Abk. für **bovine spongiforme Enzephalopathie**).

1.3 Von Zellen zu Geweben und Organen

Kern- und Zellteilung

Teilung eines Prokaryoten

Bei Prokaryoten verdoppelt sich zunächst das ringförmige Nucleinsäuremolekül, danach teilt sich die Zelle. Die Tochterzellen sind bereits voll funktionsfähige neue Individuen.

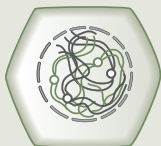
Teilung eines Eucyten

Bei Eukaryoten teilt sich zuerst der Zellkern (**Mitose**), dabei werden die Chromosomen repliziert und danach gleichmäßig auf die Tochterzellen verteilt. Dann folgt die Teilung des Cytoplasmas (**Cytokinese**) und anschließend die Differenzierung.

Zellzyklus

Den Prozess vom Abschluss einer Mitose mit Tochterzellbildung bis zum Ende der folgenden Mitose bezeichnet man als Zellzyklus. Er ist für alle sich mitotisch teilenden Zellen typisch und gliedert sich in mehrere Phasen. In der **G₁-Phase** wächst die Zelle bei hoher Stoffwechselaktivität heran. In der **S-Phase** verdoppelt sich die DNA. Dabei entstehen die **Chromatiden**.

Die G_2 -Phase ist der Übergang zur **Mitose**. Diese gliedert sich in fünf Abschnitte:



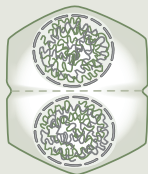
Prophase: Durch Aufspiralisierung des Chromatins werden die Chromosomen sichtbar. Die Centrosomen wandern zu den Zellpolen.

Prometaphase: Die Kernmembran löst sich auf, die Spindel-fasern binden an die Centromere der Chromatiden.



Metaphase: Die durch starke Aufspiralisierung extrem verkürzten Chromosomen ordnen sich in der Äquatorialebene der Zelle zwischen den beiden Spindelpolen an.

Anaphase: Die Chromosomenhälften (Chromatiden) wandern auf den Zugfasern des Spindelapparates zu den Polen, sodass nachher an jedem Zellpol ein vollständiger Chromosomensatz vorliegt.



Telophase: Die Teilungsspindel verschwindet, die Chromosomenstruktur lockert sich und es bildet sich eine neue Kernhülle. Im Anschluss an die Kernteilung teilt sich die Zelle.

Einzeller und Vielzeller

Bei einzelligen Lebewesen entstehen aus jeder Zellteilung neue Individuen. Da die Mutterzellen in den Tochterzellen aufgehen, kann man von potenzieller Unsterblichkeit reden. Der Übergang zur **Vielzelligkeit** vollzieht sich dadurch, dass sich die Tochterzellen nicht mehr voneinander trennen. So entstehen zunächst Zellkolonien, die fädig, scheibenförmig oder kugelig sein können. Kommt es in diesen Zellkolonien zu einer **Arbeitsteilung** zwischen den einzelnen Zellen, kann man von echten Vielzellern sprechen. Schon bei einfach gebauten Vielzellern gibt es mehrere unterschiedlich differenzierte Zelltypen, die z. B. der Bewegung, der Fortpflanzung, der Informationsleitung oder Reizaufnahme dienen.

ÜBERBLICK: Vielzeller

Charakteristisch für echte Vielzeller sind:

- **Gewebe:** Verbände aus mehreren gleichartig spezialisierten Zellen, die durch Differenzierung aus embryonalen Zellen, Stammzellen oder Meristemzellen entstehen (↑ S. 16f.). Auf diese Weise gehen aus Bildungsgewebe Dauergewebe hervor, die ihre Funktionen über unterschiedlich lange Zeiträume erfüllen können.
- **Organe:** Funktionseinheiten aus bestimmten Gewebetypen. Am Aufbau und den Funktionen eines Organs beteiligen sich mehrere Gewebetypen.
Beispiel: An der Haut des Menschen sind folgende Gewebe beteiligt: Abschlussgewebe (Epithelien), Muskelgewebe, Nervengewebe, Bindegewebe, Fettgewebe, Drüsengewebe.
- **Musterbildung:** Sie ist ein wesentliches Element der Gestaltentwicklung von Organismen. Musterbildung führt zur Herausbildung der für einen Organismus charakteristischen Muster von Zelltypen und Geweben.

- Nennen Sie vier Voraussetzungen für die kulturelle Evolution des Menschen. (↑S. 135)

Anforderungsbereich II

- Erläutern Sie die Kernaussagen von Lamarckismus und Darwinismus an einem konkreten Beispiel. (↑S. 13, 114)
- Erklären Sie, was man unter allopatrischer und sympatrischer Artbildung versteht. (↑S. 117f.)
- Erklären Sie, was man unter „horizontalem Gentransfer“ versteht. (↑S. 118)
- Erklären Sie die Endosymbiontentheorie zur Entstehung der Eukaryoten mithilfe einer Skizze. (↑S. 119)
- Definieren Sie die Begriffe Konkurrenz, Symbiose, Karpose (= Probiose) und Antibiose und erläutern Sie dies jeweils mit einem Beispiel. (↑S. 120)
- Skizzieren und beschriften Sie den Aufbau einer Krustenflechte und erklären Sie die Funktion der verschiedenen Schichten. (↑S. 121)
- Erläutern Sie, warum man die Entwicklung von Blüten der Bedecktsamer und den diese Blüten bestäubenden Insekten als Koevolution bezeichnet. (↑S. 122)
- Geben Sie Beispiele für Organismengruppen, für die die biologische Artdefinition nicht ohne Weiteres anwendbar ist. (↑S. 122, 78 ff.)
- Erklären Sie die Unterschiede zwischen Mikro- und Makroevolution mithilfe einer Skizze. (↑S. 122f.)
- Erläutern Sie die drei Homologiekriterien an jeweils einem Beispiel. (↑S. 127)
- Vergleichen Sie das Reich Protista mit den drei anderen Reichen der Eukarya. (↑S. 130)

Anforderungsbereich III

- Leiten Sie die fünf Evolutionsfaktoren der synthetischen Theorie der Evolution von der „idealen Population“ ab, für

die es nach dem Hardy-Weinberg-Gesetz keine Veränderung der Genhäufigkeiten im Genpool der Generationenfolge gibt. (↑S. 116f. und Internet)

- In den Alpen kommen zwei nahe verwandte Rhododendronarten, die Behaarte Alpenrose (*Rh. hirsutum*) und die Rostblättrige Alpenrose (*Rh. ferrugineum*), vor. Man findet sie jedoch fast nie zusammen. Die Rostrote Alpenrose ist charakteristisch für die Urgesteinsalpen, die Behaarte Alpenrose für die Kalkalpen. Entwickeln Sie eine Theorie zur Evolution der beiden Arten aus einer Ursprungsart. (↑S. 117f., 122 ff., 161)
- Geben Sie eine Definition des Begriffes „Lebende Fossilien“ und erörtern Sie, wie es zur Entstehung solcher Arten kommen konnte. (↑S. 123f.)
- Den Stamm der Wirbeltiere unterteilt man üblicherweise in die Klassen Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säuger. Beurteilen Sie, ob diese Klassen mono-, para- oder polyphyletisch sind. Erläutern Sie dies mithilfe eines Kladogramms. (↑S. 125f.)
- Als Vorfahr des „Homo sapiens“ gilt der „Homo erectus“. Für die Art und Weise der Entstehung des „Homo sapiens“ gibt es zwei konkurrierende Hypothesen. Diskutieren Sie die beiden Hypothesen und erörtern Sie, welche Beweise man für eine Entscheidung zwischen den beiden Hypothesen heranziehen könnte. (↑S. 133f.)

3.7 Prüfungsaufgaben zur Verhaltensbiologie

Anforderungsbereich I

- Formulieren Sie vier grundlegende Fragen der Verhaltensforschung. (↑S. 139)
- Beschreiben Sie den Vorgang des Lernens durch operante Konditionierung. (↑S. 146)

- Beschreiben Sie den Ablauf eines monosynaptischen Reflexes. (↑S. 143)
- Geben Sie zwei Beispiele für Schutzreflexe beim Menschen. (↑S. 143)
- Nennen Sie ein Beispiel für einen angeborenen Auslösemechanismus beim Menschen. (↑S. 144)
- Nennen Sie vier Beispiele für agonistische Verhaltensweisen. (↑S. 150)
- Geben Sie ein Beispiel für Traditionsbildung bei Tieren. (↑S. 153)

Anforderungsbereich II

- Erklären Sie den Unterschied zwischen proximalen und ultimate Ursachen einer Verhaltensweise. (↑S. 138–140)
- Zebrafinken, die von Eltern einer verwandten Finkenart („Mövchen“) aufgezogen wurden, balzen später nur Mövchenweibchen an, auch wenn gleichzeitig Zebrafinkenweibchen in der Voliere sind. Erklären Sie dieses Verhalten. (↑S. 142)
- Erklären Sie an einem Beispiel, was man unter einem bedingten Reflex versteht. (↑S. 143)
- Geben Sie eine ethologische Deutung des Sprichwortes „Hunger ist der beste Koch“. (↑S. 144)
- Erklären Sie an einem Beispiel die Begriffe „Schlüsselreiz“ und „Attrappe“. (↑S. 141, 144f.)
- Erklären Sie die Unterschiede zwischen angeborenem Auslösemechanismus, erworbenem Auslösemechanismus und durch Erfahrung ergänztem Auslösemechanismus. (↑S. 144)
- Ein Mäusebussard kreist über einer Wiese, ein Huhn scharrt in der Laubstreu, ein Chamäleon verharrt unbeweglich auf einem Zweig. Welche Gemeinsamkeit haben diese Verhaltensweisen und wie lautet der ethologische Fachbegriff? (↑S. 145)

- Erläutern Sie an Beispielen den Unterschied zwischen klassischer Konditionierung und operanter Konditionierung. (↑S. 146)
- Erklären Sie an einem Beispiel, was man unter „Lernen durch Einsicht“ versteht. (↑S. 147)
- Manche Schwebfliegen sehen aus wie Wespen. Geben Sie eine soziobiologische Erklärung. (↑S. 148)
- Geben Sie eine soziobiologische Erklärung dafür, dass sich bei einigen Tierarten bestimmte Individuen zugunsten anderer Gruppenmitglieder nicht fortpflanzen und geben Sie einige Beispiele für diese Verhaltensweise. (↑S. 151)
- Wenn man einen Verhaltensablauf erzählt bekommt, ist es meist schwerer, ihn richtig auszuführen, als wenn man ihn vorgeführt bekommt. Geben Sie eine Erklärung. (↑S. 154f.)

Anforderungsbereich III

- Kuckucke legen ihre Eier in Nester anderer, meist viel kleinerer Vogelarten. Trotzdem behandeln die „falschen Eltern“ das Kuckucksküken wie ein eigenes Küken. Normalerweise erhält es sogar mehr Futter als die eigenen Jungen, was meist dazu führt, dass nur der Kuckuck überlebt. Erklären Sie, welche Verhaltensweisen diesen „Brutparasitismus“ möglich machen. (↑S. 144f.)
- Diskutieren Sie, inwieweit Revierbildung zur Stabilisierung von Populationen beitragen kann. (↑S. 150)
- Die langen Schwanzfedern eines männlichen Pfau und das große Geweih eines männlichen Rothirschs haben für ihre Träger viele Nachteile. Geben Sie eine evolutionsbiologische Deutung auf der Grundlage von Verhaltensweisen dieser Tierarten. (↑S. 152)
- Spiegelneurone werden auch als „Eintrittskarte des Kindes in die Welt“ bezeichnet. Diskutieren Sie diese Aussage, mit der die Wirkung von Spiegelneuronen gekennzeichnet werden soll. (↑S. 154f.)

- Häufig haben Familien mit hohem Einkommen in unserer Gesellschaft nur wenige Kinder. Diskutieren Sie diesen Sachverhalt unter kritischer Berücksichtigung soziobiologischer Vorstellungen. (↑S. 152 f.)

3.8 Prüfungsaufgaben zur Ökologie

Anforderungsbereich I

- Nennen Sie vier Teilgebiete der Ökologie. (↑S. 156)
- Beschreiben Sie, was man unter Autökologie, Populationsökologie und Synökologie versteht. (↑S. 156)
- Geben Sie ein Beispiel für eine marine Nahrungskette.
- Nennen Sie je ein Beispiel für einen Primärkonsumenten, einen Sekundärkonsumenten und einen Tertiärkonsumenten. (↑S. 165)
- Nennen Sie ein Einteilungsschema für marine Biome. (↑S. 169)
- Beschreiben Sie den Prozess der Eutrophierung eines Sees. (↑S. 171)
- Nennen Sie die drei Lotka-Volterra-Regeln zur Populationsentwicklung von Beute- und Beutegreifer-Populationen. (↑S. 178 f.)
- Zählen Sie auf, durch welche menschlichen Aktivitäten die Atmosphäre belastet wird. (↑S. 181)
- Nennen Sie fünf Möglichkeiten zur Minderung des Abfallproblems. (↑S. 182 f.)
- Nennen Sie drei für den Klimawandel verantwortliche Treibhausgase. (↑S. 186 f.)

Anforderungsbereich II

- Wenn man an einem Seeufer den Erlenbestand fällt, wird der Schilfgürtel breiter. Erklären Sie dies mit der ökologischen Potenz. (↑S. 158 f.)

- Zeichnen Sie eine typische Toleranzkurve für die physiologische Potenz hinsichtlich eines Umweltfaktors und erklären Sie daran die Begriffe Optimum, Präferendum, Maximum und Minimum. (↑S. 158)
- Vergleichen Sie eine euryöke und eine stenöke Art an zwei konkreten Beispielen. (↑S. 159)
- Geben Sie einen Überblick über die Möglichkeiten, die Pflanzen entwickelt haben, um mit geringem Wasserangebot auszukommen. Nutzen Sie zur Beantwortung ein Lehrbuch bzw. das Internet.
- Der Flussbarsch kommt in vielen Seen, aber auch in der Ostsee vor Mecklenburg-Vorpommern vor. Demgegenüber ist die Karausche nur in reinem Süßwasser zu finden. Erklären Sie dies mit ökologischen Fachbegriffen. (↑S. 159)
- Erklären Sie den Begriff „Schlüsselart“ an einem Beispiel. (↑S. 159)
- Erklären Sie das „Konkurrenzausschlussprinzip“. (↑S. 161)
- Geierschildkröten liegen mit geöffnetem Rachen am schlammigen Bodengrund und bewegen die rötliche, schmale Zunge. Dadurch werden Fische angelockt, die versuchen, den vermeintlichen Wurm zu schnappen. Sobald nun ein Fisch das Maul der Schildkröte erreicht hat, schnappt diese nach ihm. Erklären Sie diese Taktik mit Fachbegriffen. (↑S. 162)
- Skizzieren Sie das Beziehungsgefüge eines Ökosystems und nutzen Sie die Skizze, um die prinzipiellen Unterschiede zwischen Urwald und Nutzwald (Forst) zu erklären. (↑S. 167f.)
- Erläutern Sie, warum die zonale Gliederung der Biosphäre auf dem Land deutlicher ist als in den Meeren. (↑S. 168f.)
- Vergleichen Sie das Sukzessionsmodell mit dem Mosaik-Zyklus-Modell zur Veränderung von Ökosystemen. (↑S. 169f.)
- Erklären Sie den Vorgang der Faulschlamm-Bildung in einem stehenden Gewässer und schlagen Sie Maßnahmen vor, mit

denen man die Faulschlammabildung verhindern oder sogar rückgängig machen kann. (↑S. 170f.)

- Erklären Sie anhand einer Skizze, wie es im Sommer in vielen mitteleuropäischen Seen zur Bildung einer „Sprungschicht“ kommt und warum es sie im Winter nicht gibt. (↑S. 173)
- Informieren Sie sich über Aufbau und Funktion einer Pflanzenkläranlage. Erklären Sie, welcher Bereich eines natürlichen Gewässers als Modell für die Wirkungsweise einer solchen Anlage dienen könnte. (↑S. 170f., 174)
- Vergleichen Sie K- und r-Strategen und geben Sie jeweils einige Beispiele. (↑S. 176f.)
- Vergleichen Sie Nationalparks, Naturschutzgebiete, Naturparks und Landschaftsschutzgebiete im Hinblick auf ihren Schutzstatus nach deutschem Naturschutzrecht. (↑S. 184)
- Erläutern Sie den besonderen Wert von Saumbiotopen. (↑S. 184)

Anforderungsbereich III

- Ökologische Nischen werden z.T. mit „Planstellen“ oder „Berufen“ verglichen. Erörtern Sie, inwieweit dieser Vergleich den Sachverhalt trifft. (↑S. 161)
- Begründen Sie, warum Nahrungsketten in Wüstengebieten in der Regel kürzer sind als in Regenwäldern. (↑S. 165)
- Gartenabfälle kann man im eigenen Garten oder in einer Kompostanlage der Gemeinde kompostieren. Man kann die Abfälle auch in einem nahe gelegenen Wald deponieren. Bewerten Sie diese verschiedenen Möglichkeiten des „Recyclings“ aus ökologischer Sicht. (↑S. 162 ff.)
- Die Wälder bewohnende Wildkatze (*Felis sylvestris*) ist in Mitteleuropa vom Aussterben bedroht. Der BUND will mithilfe von Durchlässen an Straßen, Gehölzstreifen entlang von Feldrändern und neuen Waldinseln in landwirtschaftlich genutzten Flächen das Aussterben verhindern. Beurteilen Sie die Erfolgsaussichten dieser Maßnahmen. (↑S. 183 ff.)

- Die Veränderung und Vernichtung von Böden wird als großes Umweltrisiko angesehen. Erläutern Sie verschiedene menschliche Aktivitäten, die zur Schädigung oder Vernichtung von Böden führen können und diskutieren Sie die Folgen. (↑S. 181)
- Gehen Sie besonders auf die Zusammenhänge von Bodenschädigung und Verlust tropischer Regenwälder ein. (↑S. 189)
- Nutzen Sie die Lotka-Volterra-Regeln zur Bewertung von folgenden Pflanzenschutzmaßnahmen zur Bekämpfung eines Raupenbefalls:
 - 1) mit Breitbandinsektizid,
 - 2) mit selektivem Insektizid,
 - 3) durch Ausbringen von raupenspezifischen Schlupfwespen,
 - 4) durch vorbeugende Bekämpfung durch Ausbringen von Pheromonfallen für die zugehörigen Schmetterlinge. (↑S. 178f.)
- Diskutieren Sie die Verwendung von Biokraftstoffen als Klimaschutzmaßnahme. Nutzen Sie zur Beantwortung auch das Internet. (↑S. 188)
- Um den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern, werden z. B. folgende Möglichkeiten diskutiert:
 - Einsparungen beim Energieumsatz
 - Fotovoltaikanlagen zur Stromerzeugung
 - Hydroelektrische Stromerzeugung
 - Solarthermie zur Warmwasserbereitung und Heizung
 - Einsatz von Holzpellets als Heizmaterial
 - Biogasanlagen
 - KernkraftwerkeDiskutieren Sie Vor- und Nachteile dieser Möglichkeiten der Energiebereitstellung. Nutzen Sie zur Beantwortung auch das Internet und Nachschlagewerke. (↑S. 186 ff.)

A

Abfallbehandlung	182
Acetyl-Coenzym A	28f.
Adaptive Radiation	123
Adrenalin	51
Aktin	66
Aktionspotenzial	46, 48
Aktualitätsprinzip	114
Allergien	108ff.
Alles-oder-Nichts-Regel	48
Allogenes	123
allosterische Regulation	23f.
anaphylaktischer Schock	110
Antikörper	108
Arogenese	123
Artenbildung	117f.
Artenschutz	184f.
Atavismen	116
Atmung	40f.
Atmungskette	30
Attrappenversuch	141
Auge	58ff.
Auslösemechanismen	144
Ausscheidung	38, 44f.
Australopithecinen	132

B

bedingte Aktion/Reaktion	146
Beschädigungskampf	150
Beschwichtigen	150
Bewusstsein	65
Biome	168f.
blinder Fleck	60
Blutgruppen	101
Blutkreislauf	41f.
B-Lymphocyten	107
Bogengänge	57
Brückenorganismen	116

C

Calvinzyklus	26f.
Chemiosmose	30
Chloroplasten	25
Citratzyklus	28f.
Cytochrom b	137
Cytokinese	13
Cytosomen	11

D

Darwinismus	113
DNA-Sequenzierung	104
drohen	150
Druckstrommodell	37
Dryopithecinen	132

E

Ecdyson	69
Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese	91
Eizelle	79f.
Ektoderm	84
Embryonalentwicklung	82ff.
embryonale Stammzellen	16f.
Endharn	45
endokrines System	70f.
endoplasmatisches Reticulum	11
Endosymbiontentheorie	119
Entoderm	84
Enzymaktivität	22
Enzymregulation	23
Epigenetik	111
Erbkrankheiten	101f.
Eucyt	9f., 13
Eutrophierung	171f.
Exkretion	44f.

- F**
- Fossilien 115
 - Fotophosphorylierung 26
 - Fotorezeptoren 59f.
 - Fotosynthese 24ff.
 - Freie Enthalpie 20
 - Freilandbeobachtungen 141
 - Furchung 82f.
- G**
- Gärung 19
 - Gastrulation 83f.
 - Gedächtnis 65
 - Gedächtniszellen 108
 - Gehirn 63f.
 - gelber Fleck 60
 - Gelektrophorese 103
 - Genexpression 91ff.
 - Genregulation 93ff.
 - Gewöhnung 147
 - Gleichgewichtskonstante 20
 - Gleichgewichtsorgan 57
 - Gleichgewichtssinn 57
 - Gleitfilamenttheorie 67
 - Glykolyse 28
 - Golgi-Apparat 11
- H**
- Herz 41ff.
 - Homo 132f.
 - Homöobox-Gene 85
 - Homologiekriterien 127
 - Hybridisierung 104
- I**
- Immunantwort 107ff.
 - Immunisierung 108
 - Imponieren 150
 - Insemination 86
- intracytoplasmatische Spermieninjektion (ICSI) 87
- In-vitro-Fertilisation (IVF) 86f.
- J**
- Juvenil-Hormon (JH) 69
- K**
- Karpose 160
 - Kaspar-Hauser-Experiment 141
 - Katastrophentheorie 113
 - Kiemen 40
 - Kognition 66
 - Kommentkampf 150
 - kompetitive Hemmung 23
 - Konjugation 76
 - Konkurrenzausschlussprinzip 161
 - k-Strategie 176
- L**
- Lamarckismus 113
 - Lichtsinn 58ff.
 - Lotka-Volterra-Regeln 178ff.
 - Lungen 40
 - Lysosomen 11
- M**
- Makroevolution 123
 - malpighische Gefäße 44
 - Membranen 7f.
 - Membranpotenzial 47
 - mendelsche Regeln 98ff.
 - Mensch
 - Atmung 41
 - Auge 58ff.
 - Fortpflanzung 78ff.
 - Gleichgewichtsorgan 57

– Ohr	56	„Out-of-Africa“-Hypothese	133
– Stammesgeschichte	132ff.	P	
– Verdauung	38f.	Paarungssysteme	149
Meristeme	17f.	Parasitismus	160
Mesoderm	84	Parasympathikus	62
Metanephridien	44	Partnerwahl	151f.
Michaelis-Menten-		Pflanzen	
Konstante	22	– Assimilattransport	36f.
Microbodies	11	– Erregungsleitung	51
Mikroevolution	122	– Exkretionssysteme	44
Mimikry	148, 162	– Fortpflanzung	78
Mitochondrien	11	– Genübertragung	106
Mitose	13f.	– Wasserhaushalt	34f.
Modifikation	97	Phloem	36f.
Mosaik-Zyklus-Modell	170	Phytohormone	73
multiregionale Hypothese	133	Plasmide	103
Muskelbewegung	67f.	Plastiden	11
Mutationen	95f.	Polyembryonie	79
Mutualismus	160	Polymerase-	
Myosin	66	Kettenreaktion (PCR)	105
N		Population	175ff.
Nachhaltigkeit	188	Prädation	160
Naturschutz	183ff.	Prägung	142
Nervensysteme	61f.	Primärproduktion	163
Nervenzellen	46, 49	Processing	91
Neurotransmitter	51f.	Proteinsynthese	91f.
Neurulation	84	Prothorakotropes	
nichtkompetitive		Hormon (PTTH)	69
Hemmung	23	Protocyt	8f., 13
Nieren	44f.	Protonephridien	44
Nitrogenase	33	Prüfungsklausur	192ff.
Nucleinsäuren	88	Pyrophyten	170
O		R	
Ohr	56f.	Ranvier-Schnürringe	50
Ökosysteme	167, 169ff.	Räuber-Beute-	
Operon-Modell	93f.	Beziehungen	160
Orthoevolution	125	Reflexe	143
		Refraktärzeit	46

Replikation	89 f.	T	
Resistenz	107	Tastrezeptoren	55
Resorption	38	Taxonomie	128
Restriktionsendo- nucleasen	103	Tiere	
Revierverhalten	150	– Exkretionssysteme	44
r-Strategie	176	– Fortpflanzung	78 ff.
Rückenmark	63	– Verdauung	38
rudimentäre Organe	116	T-Lymphocyten	107
Ruhepotenzial	46 f.	Tracheen	35, 40
		Transduktion	76
		Transformation	75
		Transkription	91
		Translation	92
		Treibhauseffekt	186
S		U	
sarkoplasmatisches Reticulum	68	Übergangsorganismen	116
Schallsinn	55 f.	Unabhängigkeitsregel	99
Schlüsselarten	160	Uniformitätsregel	98
Schlüsselreize	144		
Seen	170 ff.	V	
Sehfarbstoffe	59	Vakuolen	12
Selektionstheorie	113	Vektoren	103
Sinneszellen	53	Verdauung	38 f.
Skinnerbox	146	Verhalten	139 f.
Southern-Blotting- Technik	104	Volterra-Regeln	179
Spaltöffnungen	36		
Spaltungsregel	99	W	
Spermium	80	Wirkungsspezifität	22
Sprache	65		
Spurengase	187 f.	X	
Standortfaktoren	157 f.	Xylem	35
Stasigenese	124		
Stickstoff-Fixierung	32 f.	Z	
Stoffkreisläufe	166	Zellatmung	19, 28 ff.
Stomata	36	Zellzyklus	13
Substratspezifität	21		
Sukzession	169		
Symbiose	32 f., 120 f., 160		
Sympathikus	62		
Synapsen	46, 51 f.		

Bildquellen (Abbildungen Umschlag innen)

Bibliographisches Institut, Berlin (Homo habilis, da Vinci, Harvey); Bildarchiv Paturi (Uratmosphäre); Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg / C. Kuhn (Genom); Flora-media (Eukaryoten); Dr. R. König, Preetz (Darwin); picture-alliance/akg-images (H. von Bingen, Linné); picture-alliance/dpa (Dolly); picture-alliance/Bildarchiv Okapia (Kambrium, Retroviren); picture-alliance/Picture Press/NASA/VRS (Erde); M. Schneiderová, Brno (Vererbung); Carl Zeiss, Oberkochen (Mikroskopie)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Wort **Duden** ist für den Verlag Bibliographisches Institut GmbH als Marke geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für die Nutzung des zum Buch zugehörigen Downloadangebots gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der Websites www.duden.de und www.lernhelfer.de, die jederzeit unter dem entsprechenden Eintrag abgerufen werden können. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

4., aktualisierte Auflage

© Duden 2016 D C B A

Bibliographisches Institut GmbH, Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

Redaktionelle Leitung David Harvie

Redaktion Dr. Ulrich Kilian (redaktionsbüro science & more)

Autoren Prof. Dr. Wilfried Probst, Dr. Sabine Klonk

Herstellung Uwe Pahnke

Typografisches Konzept Horst Bachmann

Umschlaggestaltung Büroecco, Augsburg

Satz Dr. Ulrich Kilian (redaktionsbüro science & more)

Druck und Bindung Heenemann GmbH & Co. KG,

Bessemerstraße 83–91, 12103 Berlin

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-70734-8

Auch als E-Book erhältlich unter: ISBN 978-3-411-91210-0

www.lernhelfer.de

ABI GENIAL!



Das Schnell-Merk-System:
erhältlich für die Fächer
Deutsch, Mathematik,
Englisch, Physik, Biologie,
Geschichte, Chemie,
Politik und Wirtschaft

Mit **Original-
prüfungen** und
Musterlösungen
online auf
www.lernhelfer.de



Schlüsselereignisse der Evolution



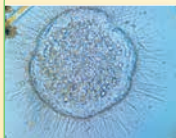
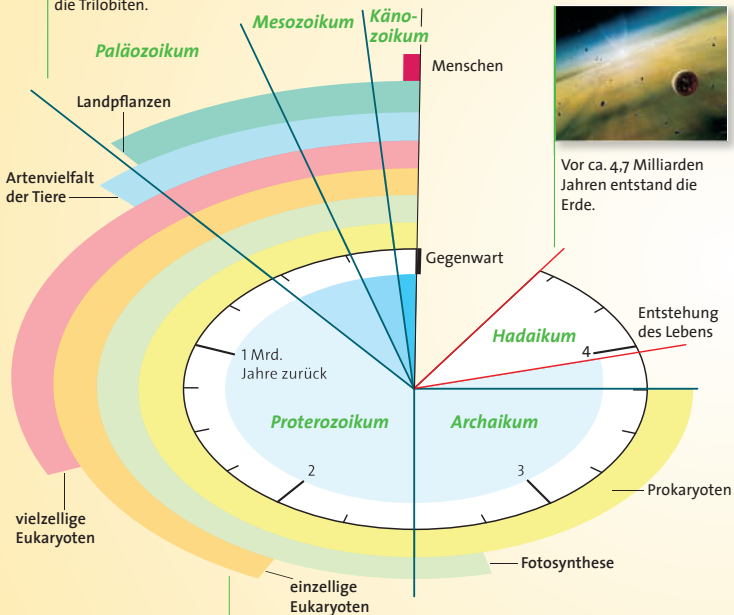
Das ausschließlich marine Leben erreichte mit der Kambrischen Explosion eine erste Blütezeit. Deren häufigste Vertreter und wichtige Leitfossilien sind die Trilobiten.



Der frühe Homo hat sich u. a. von Aas ernährt, das er gegen Fressfeinde wie Geier verteidigen musste.



Vor ca. 4,7 Milliarden Jahren entstand die Erde.



Die Trennung der Eukaryoten von den Prokaryoten erfolgte vermutlich vor ca. 2 Milliarden Jahren.

Geologische Zeitskala

Äon	Zeitalter (Ära)	Periode	Beginn vor Mio. Jahren
Phanerozoikum	Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	2,6
		Neogen	23,03
		Paläogen	65,5
	Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide	145,5
		Jura	199,6
		Trias	251,0
	Paläozoikum (Erdaltertum)	Perm	299,0
		Karbon	359,2
		Devon	416,0
		Silur	443,7
		Ordovizium	448,3
		Kambrium	542,0
Proterozoikum	Neoproterozoikum		1000
	Mesoproterozoikum		1600
	Paläoproterozoikum		2500
Archaikum			3800
Hadaikum			4800
<p>Die Erdgeschichte wird nach der International Commission on Stratigraphy (ICS) in vier Äonen eingeteilt. Sie werden hierarchisch untergliedert in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Äon, ■ Zeitalter (Ära), ■ Periode, ■ Epoche (zur feineren Einteilung der Periode), ■ Alter. <p>Quelle: International Commission on Stratigraphy 2008</p>			

Biologie – Tophemen

Zelldifferenzierung	16
Luftstickstoff-Assimilation	32
Koppelung von Hormon- und Nervensystem	72
Reproduktionstechniken	86
Epigenetik	111
Molekulare Uhr	136
Spiegelneuronen	154
Klimaschutz und Nachhaltigkeit	186

DUDEN

Die geniale Kombination für das erfolgreiche Abitur in Biologie!

Effektives Lernen mithilfe des „Schnell-Merk-Systems“

und

gezieltes Prüfungstraining mit passenden Originalprüfungen

- Kompakt zusammengefasster Lernstoff
- Topthemen zur Vertiefung
- Extrakapitel mit Prüfungsratgeber
- Prüfungsfragen aus allen Anforderungsbereichen
- Originalprüfungen mit Lösungen zum Download für 1,- €

Angepasst an Grund- und Leistungskursthememen.
Für alle Bundesländer geeignet.

ISBN 978-3-411-70734-8
9,99 € (D) · 10,30 € (A)



www.lernhelfer.de