

DUDEN

Biologie

POCKET TEACHER
ABI

Duden

POCKET TEACHER ABI

Biologie

8., aktualisierte Auflage

Dr. Walter Kleesattel (†)

Dr. Birgit Wurbs

Dudenverlag
Berlin

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 Inhalte der im Buch genannten Internetlinks, deren Verknüpfungen zu anderen Internetangeboten und Änderungen der Internetadressen übernimmt der Verlag keine Verantwortung und macht sich diese Inhalte nicht zu eigen. Ein Anspruch auf Nennung besteht nicht.

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

© Duden 2022 D C B A

Bibliographisches Institut GmbH,
Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

Redaktionelle Leitung: David Harvie

Redaktion: Michael Venhoff

Herstellung: Ditte Hoffmann

Umschlaggestaltung: 2issue, München

Layout / technische Umsetzung: LemmeDESIGN, Berlin

Sachzeichnungen: Udo Kipper, Darmstadt, Rainer J. Fischer (†), Berlin

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik GmbH

Heisinger Straße 16, 87437 Kempten

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-77119-6

Inhalt

Vorwort	10
1 Zellbiologie	11
1.1 Prinzipien des Lebendigen	11
Kennzeichen des Lebendigen	11
1.2 Struktur der Zelle	11
Das lichtmikroskopische Bild der Zelle	11
Das elektronenmikroskopische Bild der Zelle	12
1.3 Stofftransport	18
Diffusion und Osmose	18
Spezifischer Transport	18
Endozytose und Exozytose	19
Membranfluss	20
Signalübertragung	20
1.4 Zellteilung (Mitose)	20
1.5 Differenzierung und Organisationsformen von Zellen	20
Eucyte und Procyte	20
Zelldifferenzierung bei Eucyten	21
Zelluläre Organisationsebenen	22
Viren, Viroide, Prionen	22
1.6 Bau- und Inhaltsstoffe der Zelle	22
Wasser und Mineralsalze	22
Organische Verbindungen	23
2 Stoffwechsel	28
2.1 Energie	28
Energieumwandlung	29
Energieüberträger	29
2.2 Enzyme	31
Enzyme als Biokatalysatoren	31
Enzyme und Coenzyme	32
Wasserstoff übertragende Coenzyme	32
Substrat- und Wirkungsspezifität	33
Enzymwirkung	33
Enzymaktivität	33
Enzymhemmung	35

2.3 Biotechnik	35
Enzyme	35
Bionik	36
2.4 Wasser- und Mineralsalzhaushalt der Pflanzen	36
Wasserversorgung bei Pflanzen	36
Mineralsalzbedarf der Pflanzen	36
2.5 Fotosynthese (Assimilation)	38
Abhängigkeit der Fotosynthese von Außenfaktoren	38
Das Blatt als Organ der Fotosynthese	38
Licht- und Dunkelreaktionen der Fotosynthese	39
C ₄ - und CAM-Pflanzen	44
Fotoautotrophe Bakterien	44
2.6 Chemosynthese	44
2.7 Ernährung und Stofftransport	45
Grundstoffe der menschlichen Nahrung	45
Energieumsatz	46
Verdauung und Resorption	47
Stofftransport im Körper	48
Ausscheidung und Wasserhaushalt	49
2.8 Energiegewinnung durch Stoffabbau (Dissimilation)	50
Stoffabbau und Energiegewinnung mit Sauerstoff: Zellatmung	51
Stoffabbau und Energiegewinnung ohne Sauerstoff: Gärung	53
2.9 Muskel und Bewegung	53
Bau der Skelettmuskulatur	53
Arbeitsweise der Muskeln	53
Muskeltypen	55
Bewegungsmechanismen im Tierreich	56
3 Ökologie	57
3.1 Ökofaktoren der unbelebten Umwelt	57
Temperatur als ökologischer Faktor	57
Licht als ökologischer Faktor	58
Wasser als ökologischer Faktor	59
Toleranzbereich	59
3.2 Beziehungen zwischen den Lebewesen	61
Konkurrenz und Einnischung	61
Parasitismus	61
Symbiose	61
Wachstum und Entwicklung von Populationen	61

3.3 Ökosysteme	63
Lebensbereiche der Biosphäre	63
Nahrungsbeziehungen in Ökosystemen	63
Stoffkreislauf und Energiefluss im Ökosystem	64
Veränderung und Stabilität von Ökosystemen	67
Kennzeichen ausgewählter Ökosysteme	67
3.4 Mensch und Umwelt	70
Bevölkerungswachstum	70
Umweltbelastung	71
Artenschwund	73
Nachhaltige Entwicklung	73
4 Entwicklungsbiologie	75
4.1 Fortpflanzung	75
Ungeschlechtliche Fortpflanzung	75
Geschlechtliche Fortpflanzung	76
Generationswechsel	76
4.2 Keimesentwicklung bei Vielzellern	77
Entwicklung bei Tier und Mensch	77
Keimesentwicklung bei Samenpflanzen	80
4.3 Reproduktionstechniken	80
Künstliche Befruchtung beim Menschen	80
Embryotransfer in der Tierzucht	80
Klonen bei Pflanzen und Tieren	81
Klonen embryonaler Stammzellen	81
5 Genetik	83
5.1 MENDELSche Regeln	83
Arbeitsweise	83
Genetische Fachbegriffe	83
Darstellung von Erbgängen	84
5.2 Chromosomen und Vererbung	86
Chromosomen	86
Reifeteilung (Meiose)	87
Geschlechtsbestimmung	89
Chromosomentheorie der Vererbung	89
Mutationen	89
5.3 Molekulargenetik	90
Nukleinsäuren	90
Bakterien und Viren als Untersuchungsobjekte	90
Replikation der DNA	92

Proteinbiosynthese	92
Regulation der Genexpression	97
Genregulation bei Eukaryoten	98
5.4 Humangenetik	99
Methoden und Erkenntnisse der Humangenetik	99
Chromosomenanomalien	102
Gendiagnostik	102
5.5 Angewandte Genetik	103
Klassische Züchtungsmethoden	103
Moderne Verfahren der Züchtung	103
Markergestützte Selektion	104
Methoden der Gentechnik	104
5.6 Gentechnik in der Praxis	109
Pflanzenzucht	109
Tierzucht	110
Lebensmittelherstellung	110
Pharmazie	110
Medizinische Diagnostik	111
Gentherapie	112
Das Humangenomprojekt	112
 6 Immunbiologie	 113
6.1 Infektion und Abwehr	113
Infektionskrankheiten	113
Unspezifische Abwehr	113
Spezifische Abwehr	113
6.2 Das System der körpereigenen Abwehr	114
Elemente des Immunsystems	114
Lymphozyten	114
Klonselektion und selektive Antikörperproduktion	115
Antikörper	115
Der Ablauf der Immunreaktion (Immunantwort)	117
Erst- und Zweitinfektion (Immungedächtnis)	118
6.3 Angewandte Immunbiologie	119
Schutzimpfungen	119
Organtransplantation	119
Monoklonale Antikörper	120
6.4 Immunkrankheiten	120
Krebs und Immunsystem	121

7	Neurobiologie	122
7.1	Bau und Funktion von Nervenzellen	122
	Das Neuron	122
	Ruhepotenzial und Aktionspotenzial	123
	Erregungsleitung	126
	Vorgänge an der Synapse	127
7.2	Reizbarkeit und Codierung	128
	Codierung der Nervensignale	128
	Aufnahme und Verarbeitung von Sinnesreizen	129
7.3	Lichtsinn	130
	Typen von Lichtsinnesorganen	130
	Das Linsenauge des Menschen	130
	Vorgänge in den Sehzellen	133
	Farbensehen	135
	Auswertung optischer Information	135
7.4	Weitere Sinne	136
	Die Sinnesorgane des Ohres	136
	Chemische Sinne	137
	Die Sinne der Haut	137
7.5	Bau und Funktion des Nervensystems	138
	Typen von Nervensystemen	138
	Das Zentralnervensystem von Wirbeltieren und Mensch	139
	Leistungen des menschlichen Gehirns	141
	Das vegetative Nervensystem	142
8	Hormone	144
8.1	Eigenschaften von Hormonen (Beispiel Schilddrüse)	144
	Das Schilddrüsenhormon Thyroxin	144
	Regelkreise	145
8.2	Hormondrüsen des Menschen	146
8.3	Wirkung von Hormonen	147
	Chemischer Bau von Hormonen	147
	Das Second-messenger-Konzept	147
	Der Gen-Aktivierungsmechanismus	148
8.4	Nebennieren und Stress	148
	Nebennierenmark und Nebennierenrinde	148
	Stress	148
8.5	Regulation des Blutzuckerspiegels	149
	Die Bauchspeicheldrüse	149
	Zusammenspiel von Nerven- und Hormonsystem	151

9	Verhaltensbiologie	152
9.1	Methoden und Fragestellungen der Verhaltensbiologie	152
	Betrachtungsebenen	152
	Methoden der Verhaltensforschung	152
9.2	Verhaltensphysiologie	153
	Reflexe	153
	Erbkoordination	154
	Reizfilterung	154
	Das Schlüsselreiz-Konzept der Klassischen Ethologie	154
9.3	Verhaltensentwicklung und Lernmechanismen	155
	Angeboren oder erlernt?	155
	Reifung	155
	Obligatorisches und fakultatives Lernen	156
	Gewöhnung (Habituation)	156
	Konditionierung	156
	Prägung	156
	Lernen durch Nachahmung	157
	Lernen durch Einsicht	157
9.4	Sozialverhalten – Anpasstheit des Verhaltens	157
	Soziobiologie und Kosten-Nutzen-Analyse	157
	Tiergesellschaften	158
	Kommunikation	158
	Aggressives Verhalten	159
	Territorialverhalten	159
	Altruistisches Verhalten	159
9.5	Verhaltensweisen des Menschen	159
	Universalismen	159
	Angeborenes Verhalten	160
	Lernverhalten	160
	Sozialverhalten	160
10	Evolution	162
10.1	Geschichte der Evolutionstheorie	162
	Sonderstellung der Evolutionslehre	162
	Vorstellungen bis Darwin	162
	Darwin und die Theorie der natürlichen Auslese	163
	Synthetische Theorie	163

10.2 Ursachen der Evolution (Evolutionen Faktoren)	164
Populationen und ihre genetische Struktur	164
Populationsgenetik	164
Mutation und Rekombination	165
Gendrift	165
Selektion (Natürliche Auslese)	165
Isolation und Artbildung	166
Adaptive Radiation (Entstehung der Vielfalt)	167
10.3 Ergebnisse der Evolution	167
Formen biologischer Ähnlichkeit	167
Belege aus Biochemie und Molekularbiologie	169
Belege aus der Cytologie	170
Paläontologische Beweise	170
Entwicklungsphysiologische Beweise	171
Belege aus der Biogeografie	171
Weitere Belege für die Evolutionstheorie	171
10.4 Die Evolution des Menschen	172
Primaten im Vergleich	172
Sonderstellung des Menschen	172
Menschenaffen	173
Prädispositionen und Entwicklungstendenzen	173
Schlüsselereignisse	175
Fossilgeschichte und Stammbaum des Menschen	175
Abstammungsfragen	178
Kulturelle Evolution	180
Out-of-Africa	180
Großgruppen und Variabilität des modernen Menschen	180
10.5 Die Geschichte des Lebens	181
Erdzeitalter	181
Chemische Evolution	181
Entstehung des Lebens	181
Evolution der Zelle	182
Wege der Stammesentwicklung (Phylogenese)	183

Stichwortverzeichnis	185
-----------------------------	-----

Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

auf der Zielgeraden zum Abitur in Biologie soll Ihnen dieses Buch helfen, möglichst optimal vorbereitet und sicher in die anstehende Prüfung zu gehen.

Flankierend zu den persönlichen Aufzeichnungen bietet der Pocket Teacher Abi die perfekte Ergänzung zur effektiven Auffrischung und Festigung des Lernstoffs. Die komplexen Inhalte sind verständlich erklärt, klar gegliedert und auf das wirklich Wesentliche zusammengefasst.

Mithilfe von Grafiken und Tabellen sind die Themen anschaulich dargestellt und geben einen kompakten, schnörkellosen Überblick über den relevanten Abiturstoff. Das umfangreiche Stichwortverzeichnis bietet außerdem die Möglichkeit, konkrete Fachbegriffe schnell zu finden und im Kontext zu verstehen.

Viel Erfolg bei den Prüfungen zum Abitur!

Ihr Dudenverlag

Zellbiologie

Die Zelle ist die kleinste Einheit des Lebendigen. Alle Lebewesen sind aus Zellen aufgebaut. Zellen entstehen immer nur durch Teilung vorhandener Zellen. Jede Körperzelle enthält in ihrem Zellkern die gesamte Erbinformation des Organismus.

1.1 Prinzipien des Lebendigen

Kennzeichen des Lebendigen

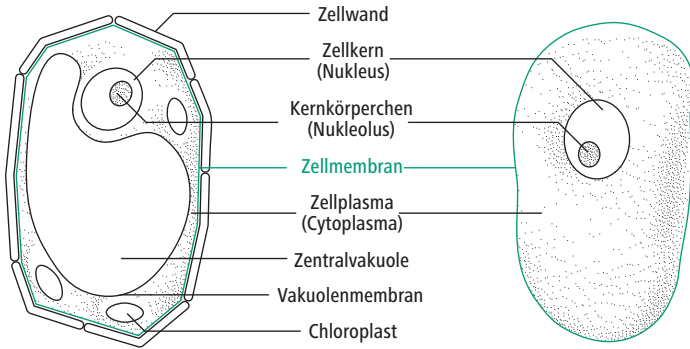
Alle Kennzeichen des Lebendigen wie Stoffwechsel, Reizbarkeit, Wachstum, Entwicklung und Tod sowie Fortpflanzung und Vererbung lassen sich auf die Eigenschaften der Zelle zurückführen. Man unterscheidet nach dem Aufbau und der Entwicklungshöhe zwischen kernlosen Bakterien (Procyten) und Zellen mit einem Zellkern (Eucyten).

Da Lebewesen in Wechselbeziehung zu ihrer Umwelt stehen und Energie und Materie mit der Umwelt austauschen, bezeichnet man sie als offene Systeme. Schwankungen in der Aufnahme und im Verbrauch von Stoffen werden so ausgeglichen, dass es zu einem ausbalancierten Zustand kommt (Fließgleichgewicht).

1.2 Struktur der Zelle

Das lichtmikroskopische Bild der Zelle

Pflanzenzellen. Die Zellwand gibt der Pflanzenzelle ihre feste Gestalt. Bei Pflanzenzellen bezeichnet man den von der Zellwand eingeschlossenen Zellkörper als Protoplast. Er ist der eigentliche Träger der Lebensfunktionen und enthält das Zellplasma (Cytoplasma) sowie weitere Zellstrukturen mit spezifischer Funktion (Zellorganellen), von denen der Zellkern (Nukleus) am größten ist. Bei jungen Pflanzenzellen füllt das Zellplasma den ganzen Zellinnenraum aus. Bei älteren füllt ein zentraler Zellsafräum (Vakuole) den Innenraum weitgehend aus, der Protoplast wird eng an die Zellwand gedrückt. Die Vakuole ist mit Wasser und verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen gefüllt. Nach außen ist der Protoplast durch die Zellmembran, zur Vakuole hin durch die Vakuolenmembran (Tonoplast) abgegrenzt.



Pflanzen- und Tierzelle im Vergleich (Lichtmikroskop)

Die im Lichtmikroskop erkennbaren Chloroplasten sind Zellorganellen, die es nur in Pflanzenzellen gibt. Sie enthalten den grünen Blattfarbstoff Chlorophyll und sind für die Fotosynthese zuständig. Zusammen mit den farblosen Leukoplasten, die Stärke speichern, und den Chromoplasten, die rote und gelbe Farbstoffe enthalten, werden sie als Plastiden bezeichnet.

Zellen von Tier und Mensch besitzen im Unterschied zu Pflanzenzellen keine Zellwand, sondern sind durch eine elastische Zellmembran begrenzt. Außerdem enthalten sie weder Plastiden noch eine Zentralvakuole.

Das elektronenmikroskopische Bild der Zelle

Im Elektronenmikroskop sind weitere Zellstrukturen (Zellorganellen) zu erkennen (► S.15/16).

Biomembranen

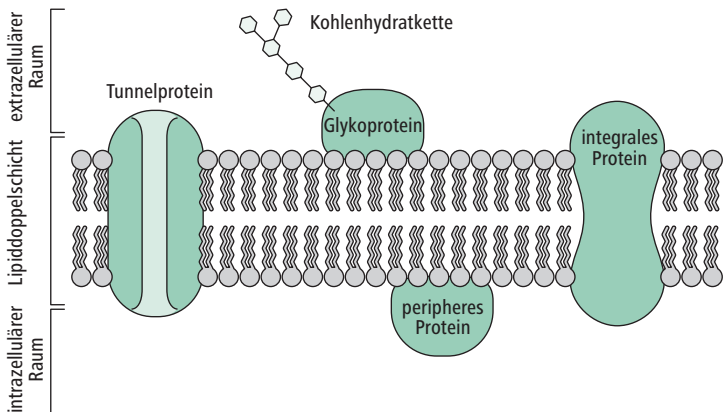
Die Zellmembran (Cytoplasmamembran, Plasmalemma) grenzt die Zelle gegen ihre Umgebung ab. Mit einer Dicke von 7–10 nm liegt sie unter dem Auflösungsbereich des Lichtmikroskops. Im elektronenmikroskopischen Bild zeigen alle Biomembranen eine prinzipiell gleichartige dreischichtige Grundstruktur, bei der zwei elektronendichte dunkle Linien eine helle Linie umgeben. In allen Biomembranen findet man als Bauelemente Lipide und Proteine. Kohlenhydrate spielen eine weniger wichtige Rolle.

Nach SINGER und NICOLSON besteht die Biomembran aus einer zähflüssigen Lipiddoppelschicht, in der einzelne Proteine schwimmen (Flüssig-Mosaik-Modell). Während manche Proteine nur teilweise in die Doppelschicht eintauchen, durchdringen andere die Lipidschicht ganz und ragen auf beiden Seiten der Membran in wässriges Milieu.

Sowohl Lipide wie auch die Proteine zeigen in der Membran eine beachtliche Beweglichkeit. An der Außenseite können sowohl Lipide als auch Proteine Ketten von Kohlenhydraten tragen.

Biomembranen unterteilen auch das Zellinnere in eine Vielzahl gegeneinander abgegrenzter Räume. Als räumliches Netzwerk durchziehen sie das gesamte Zellplasma und umgeben die einzelnen Zellorganellen. Zellkern, Mitochondrien und Plastiden sind sogar von zwei Biomembranen umgeben. Die Abgrenzung in verschiedene Zellbereiche (Zellkompartimente) ermöglicht es, dass in einer Zelle unterschiedliche biochemische Reaktionen gleichzeitig ablaufen.

Neben der Abgrenzung und Zellkompartimentierung erfüllen Biomembranen wichtige Transportfunktionen.

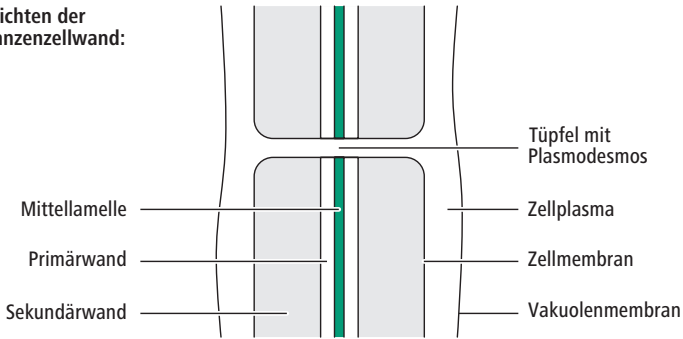


Flüssig-Mosaik-Modell der Zellmembran

Zellwand

Bei Pflanzenzellen schließt nach außen an die Zellmembran eine dicke Zellwand an. Durch Aussparungen in der Zellwand (Tüpfel) verlaufen Plasma- brücken (Plasmodesmen), die den Stofftransport von Zelle zu Zelle ermöglichen. Auf diese Weise geht die Zellmembran der einen Zelle kontinuierlich in die Zellmembran der Nachbarzelle über. Die Zellwand festigt die einzelne Zelle und wirkt dem osmotischen Innendruck der Vakuole entgegen. Sie besteht überwiegend aus Cellulosefasern, die in eine Grundsubstanz aus anderen Kohlenhydraten und Proteinen eingebettet sind. Verholzte Zellwände enthalten zusätzlich den Holzstoff Lignin, der Korkstoff Suberin macht Zellwände wasserundurchlässig. Tüpfel ermöglichen auch hier Stoffaustausch.

Schichten der Pflanzenzellwand:

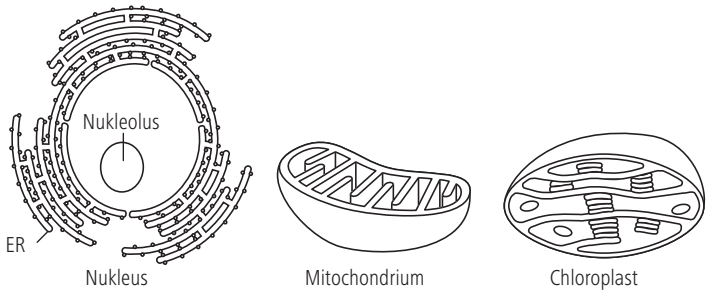


Zellwand

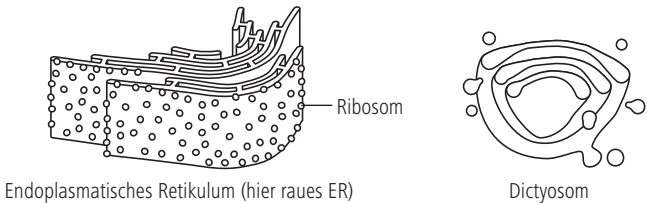
Zellorganellen mit zwei Membranen

Der **Zellkern** (Nukleus, Karyon) wird durch eine doppelte Kernmembran (Kernhülle) abgegrenzt. Kreisförmige Kernporen ermöglichen einen Informationsaustausch zwischen dem Kerninneren und dem Zellplasma. Das Innere des Zellkerns enthält neben Proteinen die Nukleinsäuren DNA (Des-

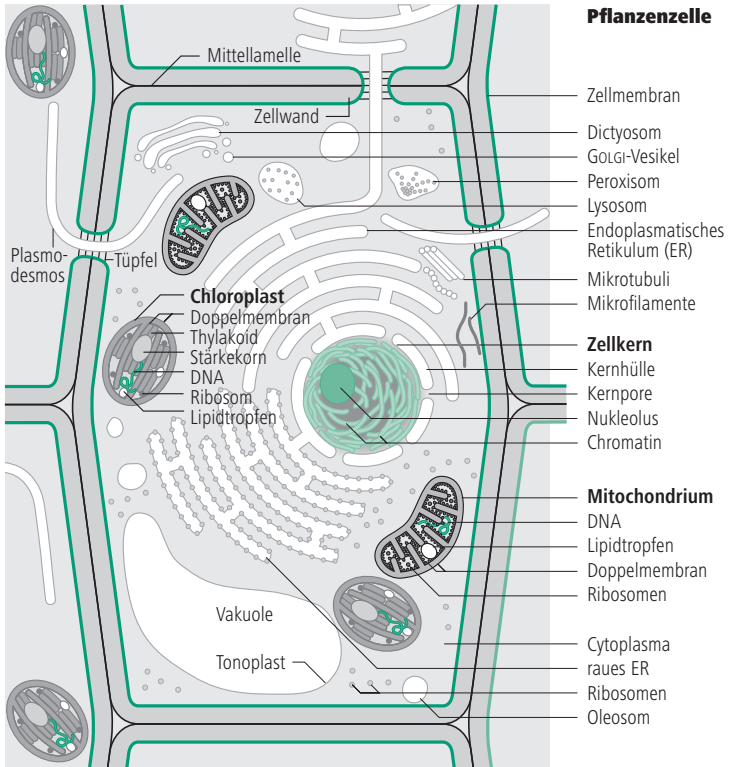
Zellorganellen mit zwei Membranen



Zellorganellen mit einer Membran



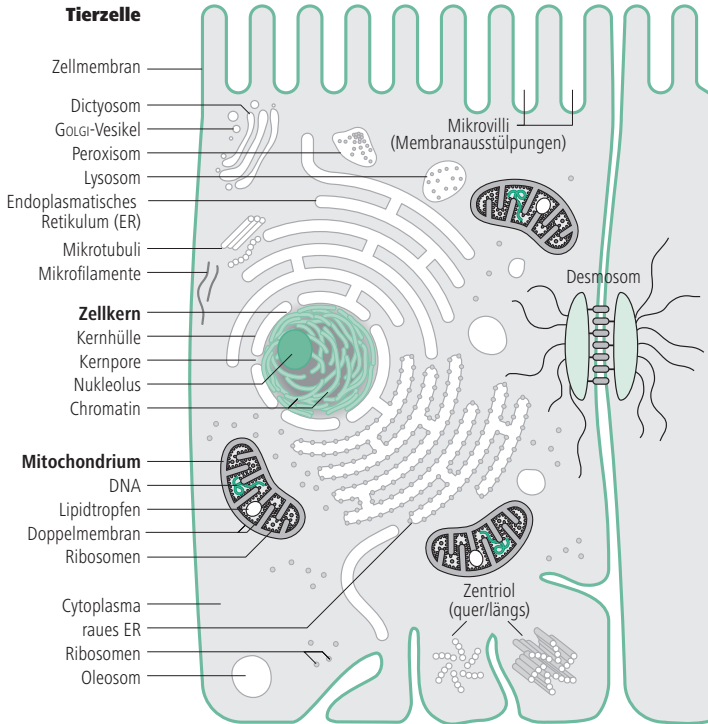
Zellorganellen



Feinbau der Pflanzenzelle

oxyribonukleinsäure) und RNA (Ribonukleinsäure). Nach Anfärben erscheinen diese Moleküle als fädiges Chromatin. Zur Zellteilung verdichtet sich das Chromatin zu den Chromosomen. Die auffälligste Struktur im Zellkern ist das Kernkörperchen (Nukleolus). Der Zellkern ist Speicher des Erbgutes und Steuerzentrale des Zellstoffwechsels.

Mitochondrien. Die beiden Membranen der Mitochondrienhülle sind unterschiedlich gebaut. Die äußere ist glatt und leicht durchlässig, die innere ist vielfach eingestülpt. Durch die beiden Membranen entsteht eine doppelte Kompartimentierung: ein nichtplasmatischer Zwischenraum zwischen den beiden Membranen und ein plasmatischer im Innenraum des Mitochondriums. Das Mitochondrienplasma (Matrix) enthält Ribosomen, mitochondriale DNA sowie zahlreiche Enzyme, die für die Zellatmung und die Syn-



Feinbau der Tierzelle

diese von ATP (Adenosintriphosphat) wichtig sind. Mitochondrien sind die Organellen der Energiegewinnung durch Zellatmung. Dabei wird durch den Abbau von Zucker und anderen Nährstoffen mithilfe von Sauerstoff Energie freigesetzt und zur ATP-Bildung verwendet. (► S. 29 f.)

Chloroplasten besitzen ebenfalls eine Doppelmembran. Die innere Membran ist vielfach eingestülpt und bildet flache Membranzisternen (Thylakoide). Stellenweise liegen diese wie geldrollenähnliche Stapel (Grana) dicht übereinander. Die Grundsubstanz, in die die Thylakoide eingebettet sind, heißt Stroma. Die Thylakoidmembranen enthalten die Fotosynthesepigmente Chlorophylle und Carotinoide. Sie absorbieren das Sonnenlicht, mit dessen Energie aus Kohlenstoffdioxid und Wasser Traubenzucker (Glucose) als organische Substanz aufgebaut wird. Das Stroma ist chlorophyllfrei. Hier laufen die Stoffwechselprozesse ab, die zur Stärke- und Fettbildung führen.

Zellorganellen mit einer Membran

Endoplasmatisches Retikulum (ER). Es durchzieht als membranumhülltes System von Kanälchen und Säckchen (Zisternen) das gesamte Zellplasma. Auch die Kernhülle ist Teil des ER. Sind an die Membranflächen des ER Ribosomen gebunden, spricht man von rauem ER, bei ribosomenfreien Abschnitten von glattem ER. An den Ribosomen des ER werden Proteine gebildet, die in der Membran bleiben oder in Vesikel verpackt durch die Zelle geschleust werden. Das ER stellt ständig neue Membranen her. In den Zisternen werden viele Stoffe gebildet, umgewandelt oder gespeichert. Daneben dient das ER dem innerzellulären Stofftransport.

Dictyosomen sind Stapel flacher Membranzisternen, die an den Rändern Bläschen abschnüren. Nach ihrem Entdecker GOLGI wird die Gesamtheit aller Dictyosomen einer Zelle als GOLGI-Apparat bezeichnet, die abgeschnürten Bläschen nennt man GOLGI-Vesikel. Anreicherung und Transport von Sekretstoffen sind die wesentlichen Aufgaben der Dictyosomen. In pflanzlichen Zellen sind sie auch an der Bildung der Zellwand beteiligt.

Lysosomen sind Bläschen, die Enzyme speichern, mit deren Hilfe sich die Zelle selbst erneuert. Die Enzyme zerlegen Makromoleküle und bauen die Teilprodukte wieder in den Zellstoffwechsel ein. Lysosomen werden vom GOLGI-Apparat gebildet.

Microbodies (Peroxisomen), ebenfalls kleine Bläschen, enthalten Enzyme, die Wasserstoff abspalten und auf Sauerstoff übertragen. Diese Enzyme bauen Fettsäuren ab und entgiften z. B. in der Leber den Alkohol und andere schädliche Verbindungen.

Vakuolen sind mit Zellsaft gefüllt und sorgen für den Innendruck der pflanzlichen Zelle. Im Zellsaft sind Farbstoffe, Reservestoffe und Abfallstoffe gespeichert.

Zellorganellen ohne Membran

Sie entstehen in Selbstaufbau (self-assembly) durch Zusammenlagerung entsprechender Moleküle zur je typischen Struktur.

Ribosomen bestehen aus zwei verschieden großen Untereinheiten aus Protein- bzw. r-RNA-Molekülen. Sie liegen entweder als freie Ribosomen im Cytoplasma vor oder sind als membrangebundene Ribosomen an die Außenseite des rauhen ER geheftet. Ribosomen sind Orte der Eiweißbildung (Proteinbiosynthese).

Das **Cytoskelett** ist ein räumliches Netzwerk sehr dünner Eiweißfasern, die das Cytoplasma durchziehen. Insbesondere tierische Zellen erhalten durch das Cytoskelett Form und Reißfestigkeit. Das Cytoskelett ist auch an Bewegungen der Zelle, an Transportvorgängen und an der Signalübertragung beteiligt. Man unterscheidet: *Mikrotubuli*, gerade Röhren aus globulären

(kugelig gebauten) Proteinen, die auch Bauelemente von Zentriolen und Kernspindel sind, und *Mikrofilamente*, lange Proteinfäden, die das Cytoskelett an der Zellmembran verankern. In Muskelzellen sind sie als Actin- und Myosinfilamente an der Muskelkontraktion beteiligt.

Verbindungen zwischen Zellen

Besondere Proteinbrücken (Desmosomen) stellen spezielle Kommunikationskontakte zwischen den Zellen her. Bei Pflanzenzellen ermöglichen die Tüpfel in den Zellwänden den Durchtritt von Plasmodesmen, die die Protoplasten benachbarter Pflanzenzellen miteinander verbinden. (► Abb. S. 14)

1.3 Stofftransport

Für den Stoffaustausch der Zelle mit ihrer Umgebung ist die Zellmembran zuständig. Auch innerhalb der lebenden Zelle laufen ständig Transportvorgänge ab. Biomembranen sind selektiv durchlässig (selektiv permeabel). Es lassen sich verschiedene zelluläre Transportmechanismen unterscheiden.

Diffusion und Osmose

Diffusion ist die durch die Bewegungsenergie der Teilchen (BROWNSche Molekularbewegung) herbeigeführte wechselseitige Durchdringung zweier aneinandergrenzender Flüssigkeiten oder Gase. Sie tritt dort ein, wo zwischen zwei mischbaren Stoffen ein Konzentrationsgefälle besteht, und führt zu einem Konzentrationsausgleich. Ihre Geschwindigkeit ist vom Konzentrationsgefälle, der Temperatur und der Art der Teilchen abhängig.

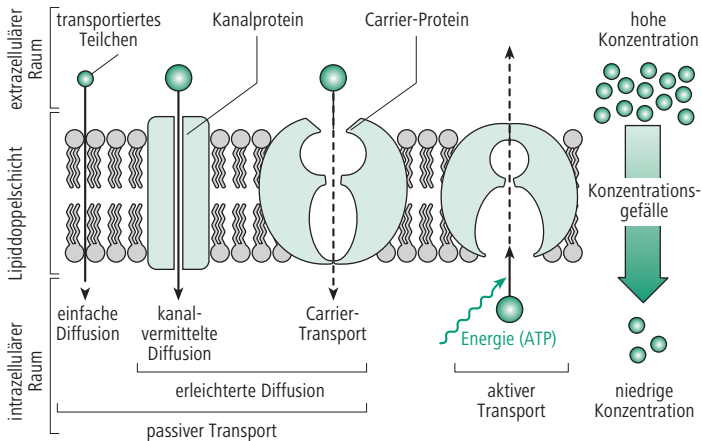
Osmose ist eine einseitig gerichtete Diffusion durch eine selektiv permeable (halbdurchlässige, semipermeable) Membran. Die Zellmembran ist eine solche selektiv permeable Membran, die Wasser und eine Reihe gelöster Stoffe durchlässt, andere Stoffe aufgrund ihrer Teilchengröße oder ihrer Ladung jedoch nicht.

Da die Zelle für Diffusion und Osmose keine Energie aufwenden muss, zählen beide zu den passiven Transportvorgängen.

Spezifischer Transport

Passiver Kanal-Transport erfolgt durch spezifische Proteinkanäle, die nur bestimmte Ionen durchlassen. Der Durchtritt findet in Richtung des Konzentrationsgefälles statt und erfordert keine Energiezufuhr. Diese Form des Transports spielt bei elektrischen Vorgängen an Nerven- und Sinneszellen eine Rolle.

Passiver Carrier-Transport ist eine erleichterte Diffusion, die durch Trägerproteine (Carrier) erfolgt. Da der Carrier-Transport immer in Richtung des



Transportmechanismen durch die Biomembran

Konzentrationsgefälles stattfindet, ist kein Energieaufwand nötig. Beispiele sind die Glucoseaufnahme aus der Blutflüssigkeit in die roten Blutzellen und der Ionentransport durch die Nervenzellmembran.

Aktiver Carrier-Transport benötigt Energie (ATP), um Stoffe gegen das Konzentrationsgefälle zu transportieren, sodass eine Anreicherung von Stoffen in der Zelle möglich ist. Jedes zu transportierende Molekül oder Ion wird an einen bestimmten Carrier gebunden. So hält z. B. die Natrium-Kalium-Pumpe der Nervenzellmembran unter ATP-Verbrauch ein Ionen-Ungleichgewicht aufrecht. (► Stoffwechsel, S. 124) Wird für den Transport des Substrats selbst Energie aufgewendet, spricht man von *primär aktivem Transport*. Werden beim aktiven Transport gegen ein Konzentrationsgefälle mit den zurückströmenden Ionen auch andere Stoffe (z. B. Aminosäuren) durch die Membran befördert, spricht man von *sekundär aktivem Transport*.

Endozytose und Exozytose

Endozytose ist die aktive Aufnahme von festen Partikeln (Phagozytose) oder Flüssigkeiten (Pinozytose) durch Einstülpungen und Bläschenbildung der Zellmembran. Bei der rezeptorvermittelten Endozytose werden spezifische Stoffe aufgenommen.

Exozytose ist das Ausschleusen von Inhaltsstoffen der Zelle durch Vesikel (Bläschen), die mit der Zellmembran in Kontakt treten und sich nach außen entleeren. Bei der Exozytose wandert ein Vesikel, das sich vom GOLGI-Apparat abgeschnürt hat, zur Plasmamembran und verschmilzt mit dieser.

Biosphäre 63
 Biotechnik 35, 36
 biotische Ökofaktoren 61–63
 Biotop 63, 69
 Biozönose 63, 69–70
 Blattaufbau 37, 38
 Blaualgen s. Cyanobakterien
 Blut 49, 50
 Bluter 101, 112
 Blutgruppen 99 f.
 Blutkreislaufsysteme 49
 Blutzuckerregulation 149 f.
 Bodenbelastung 72
 Botenstoffe s. Hormone u. Transmitter
 Brennwert 46
 Brückentiere s. Übergangsformen

C₄-Pflanzen 44
 CALVIN-Zyklus 39 ff., 43
 CAM-Pflanzen 44
 Carotinoide 16, 38
 Carrier-Transport 18 f.
 Centromer 86
 Chemosynthese 44, 64, 181
 Chiasma 88
 Chlorophyll 12, 16, 38–44
 Chloroplasten 12, 14–16, 38 ff., 43, 182
 Chromatiden 86 ff.
 Chromatin 15, 86
 Chromosomen 15, 20, 86–89
 Chromosomenanomalien 102
 Chromosomensatz 76, 87 f.
 Chromosomentheorie 89
 Citronensäurezyklus 51, 52, 169
 Code-Sonne 94
 Coenzyme 32, 45, 51
 Corona
 – Impfstoff 119
 CRISPR/Cas9 106
 Crossing-over 88
 Cyanobakterien 20 f., 44, 182 f.

DARWIN 162, 163
 Decarboxylierung 51, 52
 Dendriten 122 f., 129
 Desmosomen 16
 Destruenten 63, 66
 Diabetes 112, 120, 150
 Dictyosomen 14–17, 20
 Diffusion 18 f., 48, 124
 dihybrider Erbgang 85
 diploid 75, 76, 83, 87, 89
 Dissimilation 28–29, 50 ff.
 DNA 14 ff., 26, 86, 90–99, 102, 104 ff.
 DNA-Fingerprinting 108 f.
 DNA-Sequenzierung 106 ff.
 dominant 83 ff., 99, 101
 Doppelhelix 90, 92
 Down-Syndrom 102
 Dunkelreaktion 39 f.

Eierstöcke 76, 81, 146
 Einnischung 61, 167
 Einzeller 20, 22, 130, 183
 – Fortpflanzung 75
 – Stoffwechsel 48
 Eiweiße s. Proteine
 Eizelle 75–82, 89
 Ektoderm 77 ff.
 Elektronenmikroskop 12
 Elektrophorese s. Gelelektrophorese
 Embryonalentwicklung 77–80, 99, 140, 171
 embryonale Stammzellen 81
 Embryotransfer 80 f., 103
 endergonische Reaktionen 29 f., 40, 42 f.
 Endhandlung 154 f.
 Endoplasmatisches Retikulum 14–17
 Endosymbionten-Theorie 182 f.
 Endozytose 19
 Endprodukt hemmung 98
 Energiefluss im Ökosystem 66
 Energiegewinnung 16, 49, 50–53

- Energiestoffwechsel 28–30
Energieumsatz 46, 57
Energieumwandlung 29
Entoderm 77–79
Enzymaktivität 33–35
Enzyme 31–36, 47, 96–98, 104f., 147
Enzymhemmung 35
Enzym-Substrat-Komplex 33
Erbanlagen s. Gene
Erbkoordination 154 f.
Erbkrankheiten 99, 100 ff., 104, 112
Erdzeitalter 181
Ernährung
– autotrophe 29, 38–44
– bei Tier und Mensch 45–50
Erreger 113 f.
Erregungsleitung 126 f.
Eucyte 11, 20 f., 182 f.
Euhominine 177
Eukaryoten 20, 22, 96 f. 98 f., 104 f., 183
Eutrophierung 71
Evolution
– chemische 181
– des Menschen 172–180
– des Stoffwechsels 181
– kulturelle 180
Evolutionsfaktoren 164–167
Evolutionstheorie 162, 163, 171 f.
exergonische Reaktionen 29 f., 40
Exozytose 19
- F**amilienforschung 100
Farbensehen 131, 135, 173
Fette 22, 23, 29, 45 ff.
Fight-or-Flight-Syndrom 149
Fitness 157 f., 165 f.
Fließgewässer 70
Fließgleichgewicht 11, 28
Flüssig-Mosaik-Modell 12 f.
Fortbewegung s. Bewegung
Fortpflanzung 11, 75–77, 80–82
Fortpflanzungsstrategien 62
Fossilien 170 f., 175–183
Fotosynthese 29, 38–44, 58, 64, 181 f.
Fresszellen 113 f., 117 f.
Furchung 77
- G**ameten s. Keimzellen
Gärung 53, 64, 181
Gasaustausch 38, 49
Gastrulation 77 f.
Gedächtniszellen 114, 117 ff.
Gehirn 122, 139–142, 149, 151
– von Primaten 172–175
Gehörsinn 136 f.
Gelektrophorese 107 f.
Genaktivierung 97, 110
Genbibliotheken 106
Gendiagnostik 102, 111 f.
Gendrift 164, 165, 180
Gene 83–112
Generationswechsel 76
genetischer Code 94
genetischer Fingerabdruck 108 f.
Genexpression 92, 97 f.
Genfluss 167
Genom 87, 89, 112
genome editing 106
Genotyp 83, 99 f., 165 f.
Genotypenfrequenz 164
Genpool 164–166
Gensonden 106
Gentechnik 103, 104–112
Gentherapie 111, 112
Gentransfer 103, 104–106, 109, 111
Genwirkkette 96
Geruchssinn 137
Geschlechtsbestimmung 87, 89
Geschlechtshormone 146
Geschlechtszellen s. Keimzellen
Geschmackssinn 137
Gewässer s. Fließgewässer/See
Gewebedifferenzierung 78

Gleichgewichtssinn 137
gleichwarme Organismen 51, 57 f.
Glucose 23, 33, 45
Glucoseabbau 51–53
Glucoseaufbau 38–44
Glukagon 146, 149 f.
Glykolyse 51–53, 169
GOLGI-Vesikel 15–17, 19
Gonosomen 87
Granulozyten 114
Gründerpopulation 165, 167
Grundumsatz 46, 57, 144
Gruppenbildung 160
Gruppenverhalten 158

Habituation 156
Handlungsbereitschaft 154 f.
Handlungskette 155
haploid 75 f., 87–89
HARDY-WEINBERG-Gesetz 165
Herz 55 f., 110, 143 f., 149
heterotrophe Organismen 29, 44, 50,
63, 181
heterozygot 83 f.
Hirnanhangsdrüse s. Hypophyse
Histamin 118, 121
Histone 86
Hoden 76, 146
Hominiden 175, 178 f.
Homo erectus 176–180
Homo habilis 176 f., 179
Homologie 168 ff., 173, 183
Homöobox 98 f.
Homo sapiens 175–180
homozygot 83 f., 100, 103
Hormone 20, 142 f., 144–151
Hormonsystem 122, 144, 151
Hormonwirkung 147 f.
Humanethologie 153
Humangenetik 99–102
Humangenomprojekt 112
humorale Abwehr 114, 116

Hybride 84
Hypophyse 140, 142, 144–146,
149–151
Hypothalamus 140, 142–145, 149

Immunabwehr s. Abwehr
Immunglobuline 115 ff., 119
Immunreaktion/-antwort 116, 117 f.,
119
Immunschwäche 120
Impfschutz 119
Impulsfrequenz 128 f.
Infektion 113, 118, 119 f.
Informationsübermittlung
– durch Hormone 144 f.
– durch Nervenzellen 122, 125 ff., 128
Informationsverarbeitung 135, 138, 141
Inhibitoren 35
Instinkt-Lern-Verschränkung 156
Insulin 104, 112, 120, 147, 149 ff.
Interphase 20, 86, 92
In-vitro-Fertilisation 80
Isolation 164, 166 f., 180

Katalysatoren 31
Keimblätter 77, 79 f.
Keimesentwicklung 77–80
Keimzellen 76, 80, 87 ff.,
Kennzeichen d. Lebendigen 11
Kernteilung s. Mitose/Meiose
Killerzellen 114, 117, 120
Klimaveränderung 72 f.
Klimaxstadium 67
Klonbildung 75, 81
Klonen 80–82
Klonselektion 115
kodominant 99
Ko-Evolution 61
Kohlenhydrate 22 f., 44 ff., 53
Kohlenstoffdioxid 16, 38, 43, 46, 49,
64, 71 f.
– erhöhter Ausstoß 72

- Kohlenstoffkreislauf 64 f.
Kompartimentierung 13
Konditionierung 156, 160
Konjugation 91
Konkurrenz 61 f., 157 f., 159, 166 f.
Konstanz der Arten 162
Konsumenten 63, 66
Konvergenz 169
Körperzellen 75, 87, 89
Krebs 110, 121
Kulturlandschaften 73
K-Wert 62
- L**AMARCK 162 f.
laterale Inhibition 135
Lebensgemeinschaft s. Biozönose
Lebensraum s. Biotop
Leber 48, 111, 143, 150
Leerlaufhandlung 155
Lerndisposition 155
Leukozyten s. Weiße Blutkörperchen
Lichtmikroskop 12
Lichtreaktion 39–43
Lichtsinn 130–135
Ligasen 92 f., 104
LINNÉ 162
Lipiddoppelfilme 181
Lipiddoppelschicht 12, 13, 19, 124
Lipide s. Fette
Luftschadstoffe 71 f.
Lunge 49
Lymphgefäße 48, 115
Lymphozyten 113–118
Lymphsystem 113 f.
lysogener Zyklus 91
Lysosomen 15–17
lytischer Zyklus 91
- M**akrophagen s. Fresszellen
Markergestützte Selektion 104
Mastzellen 118, 121
Meiose 76, 87 ff.
- Membran 12–18
Membranfluss 20
Membranpotenzial 123 f.
MENDELSche Regeln 83–85, 99, 103
Menschenaffen 172–178
MESELSON-STAHl-Experiment 92
Mesoderm 77 ff.
Metamorphose 79
Methylierungsmuster 163
MICHAELIS-MENTEN-Konstante 33 f.
MILLER-Versuch 181
Mimese/Mimikry 63
Mineralsalze 22, 44
– Bedarf von Pflanzen 36
Mineralstoffe 45 f.
Mitochondrien 13, 15 f., 20, 51 f., 76, 182 f.
Mitose 20, 75, 86 f.
molekulare Uhr 170
monohybrider Erbgang 84
monoklonale Antikörper 120, 121
Monozyten 114
Mosaikevolution 175
motorische Endplatte 54 f., 123
Muskelkontraktion 30, 53–55, 141
Muskeln 53–56
Mutationen 81, 89, 102 f., 106, 164 ff., 170
Myosin 53–55
- N**achhaltigkeit 73
NADH 32, 41–43, 51 f.
Nährstoffe 45 f., 48, 69, 72
Nahrungskette 63–67
Nanoporen-Sequenzierung 108
Natrium-Kalium-Pumpe 19, 124
Naturschutz 74
Neandertaler 176, 177, 179 f.
Nebenniere 146, 148–151
Nervensystem 122, 128, 138–143, 144, 151
– peripheres 138 f.

- vegetatives 138 f., 142 f., 149, 151
- zentrales 138–141
- Nervenzelle 122–128, 138
- Netzhaut 131 ff.
- Neukombination der Gene 76, 85, 88
- Neuron s. Nervenzelle
- Neurulation 77 f.
- Niere 50, 146, 148
- Nukleinsäuren 14, 22, 26 f., 90
- Nukleotide 26, 92–96, 108
- Nukleus 11 f., 14

- O**hr, menschliches 136, 137
- OKAZAKI-Fragment 92 f.
- Ökofaktoren 57–60
- ökologische Nische 61, 63, 177
- Ökosystem 60, 63–73
- Ommatidium 130
- Ontogenese 75
- Operonmodell 97
- Organe 77 f.
- rudimentäre 171
- Organellen s. Zellstrukturen
- Organtransplantation 110, 119
- Osmose 18, 36
- Out-of-Africa-Modell 180
- Oxidation 32, 44, 46, 49
- Ozon/Ozonschicht 72

- P**aläontologie 163, 170
- Parasiten 61, 166
- Parasympathicus 142 f., 145, 150
- Parthenogenese 75
- Pflanzen
 - Ernährung 38
 - Fortpflanzung 76 f., 80
 - Stammbaum 183 f.
 - Wasserversorgung 36
- Pflanzenschutz 74
- Pflanzenzelle 11–18, 21, 109, 182 f.
- Phagozytose 19, 114, 118
- Phänotyp 83 ff., 94, 99 ff., 164

- Phosphorylierung 30, 42
- Phylogenese 171, 183 f.
- Pilze 20, 35, 63 f., 183 f.
- Pinozytose 19, 114
- Plankton 64, 69
- Plasmalemma 12
- Plasmid 21, 91, 104 f.
- Plasmodesmen 13, 18
- Plastiden 12 f., 20, 182
- Polymerase-Kettenreaktion 108
- Population 164
- Populationsdichte 61 f.
- Populationsgenetik 99, 164 f.
- Populationswachstum 61–63
- Prädisposition 173
- Prägung 156, 160
- Prähominine 176
- Präimplantationsdiagnostik 80
- Präzipitation 118
- Primaten 172–174
- Prionen 22
- Probionten 181
- Produktionsökologie 66 f., 68
- Produzenten 63, 66
- Prokaryoten 20 f., 96, 182 f.
- Promotorgene 97 f.
- Proteinbiosynthese 17, 92–97
- Proteine 24–26, 45–48
- Protisten s. Einzeller
- Protoplast 11, 109
- R**angordnung 158, 159, 161
- RANVIERSche Schnürringe 122 f., 126
- Rassen 167, 172
- Räuber-Beute-Beziehung 61 f.
- Redoxreaktion 32, 42
- Redoxsystem 41, 51
- Reduktion 32, 42 f.
- Reflexbogen 140
- Reflexe, unbedingte/bedingte 153 f.
- Regelkreis 145, 150 f.

- Regulatorgene 97
Reifeteilungen s. Meiose
Reizart/-stärke 128
Reizfilterung 154
Rekombination 77, 88, 164, 165
Replikation 92 f., 181
Reproduktionstechniken 80–82
Resistenzgene 91
Resorption 47 f.
Respiratorischer Quotient 46
Restriktionsenzyme 104 f., 106, 109
Reverse Transkriptase 120
Revierabgrenzung 159
Rezeptoren 118, 122, 129–131, 147 f.
Rezeptorpotenzial 129, 134
rezessiv 83 ff., 100 f.
RGT-Regel 34, 58
Ribose 26, 30, 90
Ribosomen 15–17, 90, 95 f.
Riesenchromosomen 97
RNA 15, 17, 22, 26, 90, 95–97
Rotgrünsehschwäche 101
rudimentäre Organe 171
Ruhepotenzial 123–125
Sauerstoffproduktion 38, 67
Schadstoffe 71 f.
Scheingesellschaft 158
Schilddrüse 144–146, 150
Schließzellen 37
Schlüsselereignisse 175 f.
Schlüssel-Schloss-Prinzip 33
Schutzimpfungen 119
SCHWANNsche Zellen 122 f.
Screening 106
second-messenger 20, 147
See 68, 69, 71
Sehen, räumliches 135, 173
Selektion s. Auslese
Selektionsfaktoren 166
selektiv permeabel 18, 124
self-assembly 17, 91
Separation 166
Serumreaktion 170
Signalkette 133
Signalübertragung 17, 20
Sinnesorgane 122, 130–137
Sinneszellen 122, 129, 130–137
Sozialverhalten 157 f., 160 f., 173
Soziobiologie 152, 157 f., 160 f., 173
Spaltöffnungen 36 ff., 44
Spermazelle 21, 76, 79, 80, 89
Spleißen 96
Sporenpflanzen 76
Stäbchen 131–134
Stammbaum 183 f.
– des Menschen 173, 175 f., 179
– der Pflanzen und Tiere 183 f.
– hypothetischer 169 f.
Stammzellen 81 f., 114
Stickstoffkreislauf 64 f.
Stoffkreisläufe 64–66
Stofftransport 13, 18 f., 30
– im Körper 48–50
– innerzellulärer 17
Stoffumwandlung 31
Stoffwechsel
– anabolischer/katabolischer 29
– Evolution des 181
– Regelung 145
Stoffwechselkette 96
Stoffwechselkrankheiten 100, 144
Stress 148 f.
Strukturgene 97 f.
Substratinduktion 97 f.
Substratspezifität 33
Sukzession 67
Symbionten 61, 64 ff.
Sympathicus 142 f., 145, 149 f.
Synapsen 20, 122 f., 127 f.
Synthetische Theorie der Evolution 163

Taxis 154

Temperatur als Ökofaktor 57 f.
territoriales Verhalten 161
T-Helferzellen 114–117, 120
Thylakoid-Membran 16, 39, 42
Thyroxin 144–146, 150
Tiergesellschaften 158
Tier-Mensch-Übergangsfeld 176
Tierzelle 12, 16, 21, 182
Toleranzbereich 59
Tonoplast 11
Totipotenz 81
Traditionen 157, 160
Transduktion 90 f.
Transformation 90
Transgen 104, 109 f.
Transkription 86, 92–97
Translation 94–97
Transmitter 127, 128, 134
Treibhauseffekt 71 f.
Tüpfel 13–15, 18

Übergangsformen 169, 171

Übersprungshandlung 155
Umweltbelastung 71, 72
Umweltkapazität 62
Universalismen 159
Ursuppe 181

Vakuole 11–17

Vektoren 103, 104 ff.
Verbände, soziale 158
Verdauung 47
Verdunstung 36, 60, 63
Verhaltensweisen 141, 152, 154 f.
– angeborene/erlernte 155 ff.
– des Menschen 159–161
– homologe 172

Verwandtschaft 99, 162, 167–170
Vielzeller 21 f., 75, 77 ff., 183 f.
Viren 22, 111, 118, 120
– als Untersuchungsobjekte 90, 91
Viroide 22
Vitamine 45 f.
Vormenschen s. Prähominine

Wald 58, 64, 67 f.

Wasserhaushalt 36 f., 49 f.
WATSON-CRICK-Modell 90
wechselwarme Organismen 57
Weiße Blutkörperchen 113, 114
Wirkungsspezifität 33

X-chromosomale Vererbung 101

Zapfen 131–135

Zeigerarten 60
Zellatmung 15 f., 49, 51 f., 181
Zelldifferenzierung 21, 97
Zelle 11–27
– Evolution der 182 f.
Zellkern s. Nukleus
Zellkolonie 22
Zellkompartimentierung 13
Zellmembran s. Membran
Zellorganellen s. Zellstrukturen
Zellstoffwechsel 28–30
Zellstrukturen 11–18, 170, 181 ff.
Zellteilung s. Mitose/Meiose
Zellwand 11–15, 17, 18, 20 f.
Zellzyklus 20, 92
Zucker 45, 47 f.
Zygote 75–78, 80, 89

DUDEN

Dein Booster zum erfolgreichen Abitur!

- Effektive Prüfungsvorbereitung in kurzer Zeit
- Der wesentliche Abiturstoff in klarer, übersichtlicher Form
- Komplexe Themen verständlich und präzise erklärt

DAS ORIGINAL

Über
**1 Mio. verkaufte
Bücher**

SEIT 2000

ISBN 978-3-411-77119-6
13 € (D) · 13,40 € (A)



9 783411 771196

www.duden.de