



**MEHR
ERFAHREN**



AB

Gymn

Biol

Zellbi

Gene



ABITUR-TRAINING

Gymnasium

Biologie 2

Evolution · Neurobiologie
Verhaltensbiologie

STARK

A photograph of a brown ant carrying a large, bright green, translucent fragment of a leaf. The ant is on a textured surface, and the background is a dark green. A blue banner with white text is overlaid on the right side of the image. A large red arrow points upwards from the bottom right towards the banner. On the left side, there are several red diagonal stripes.

**MEHR
ERFAHREN**

ABITUR-TRAINING

Gymnasium

Biologie 2

Evolution • Neurobiologie
Verhaltensbiologie

STARK

Inhalt

Vorwort

Evolution	1
1 Evolutionsforschung	2
1.1 Formenvielfalt und Anpasstheit der Lebewesen als Ergebnis der Evolution	2
1.2 Entwicklung des Evolutionsgedankens	4
1.3 Beurteilung von Ähnlichkeiten zur Rekonstruktion der Stammesgeschichte	11
Aufgaben	27
2 Mechanismen der Evolution	32
2.1 Zusammenspiel der Evolutionsfaktoren (erweiterte Evolutionstheorie)	32
2.2 Genetische Variabilität als Grundlage der Evolution	33
2.3 Selektion der Phänotypen als richtender Evolutionsfaktor	37
2.4 Gendrift oder die Wirkung des Zufalls	45
2.5 Rassen- und Artbildung durch Isolation	46
Aufgaben	57
3 Evolutionsprozesse	62
3.1 Hypothesen zu den Anfängen des Lebens	62
3.2 Massenaussterben und Evolutionsschübe	72
3.3 Koevolution	73
Aufgaben	77
4 Evolution des Menschen	79
4.1 Stellung des Menschen im natürlichen System	79
4.2 Vergleich der Anatomie von Menschenaffen und Mensch	80
4.3 Zytologische und molekularbiologische Merkmale	86
4.4 Stammesgeschichtliche Entwicklung des Menschen	86
4.5 Kulturelle und soziale Evolution	98
Aufgaben	101

Fortsetzung siehe nächste Seite

Neuronale Informationsverarbeitung	105
5 Neuronen als Bausteine des Nervensystems	106
5.1 Bau und Funktion eines Neurons	106
5.2 Myelinisierte und nicht myelinisierte Nervenfasern	108
Aufgaben	110
6 Elektrochemische Vorgänge in Nervenzellen	111
6.1 Das Ruhepotenzial	111
6.2 Das Aktionspotenzial	115
6.3 Weiterleitung von Aktionspotenzialen im Axon	120
Aufgaben	124
7 Erregungsübertragung an einer chemischen Synapse	128
7.1 Bau und Funktion einer neuromuskulären Synapse	128
7.2 Erregende und hemmende Synapsen	130
7.3 Wirkung von Synapsengiften	133
7.4 Wirkung von Drogen und Medikamenten	134
Aufgaben	140
8 Erkrankungen des menschlichen Nervensystems	142
8.1 Multiple Sklerose (MS)	142
8.2 Parkinson-Syndrom	142
8.3 Alzheimer-Krankheit	143
9 Lernen und Gedächtnis auf neuronaler Ebene	144
9.1 Gedächtnis als Leistung des Gehirns	144
9.2 Lernen durch Langzeitpotenzierung	145
Verhaltensbiologie	147
10 Genetisch bedingte Verhaltensweisen	148
10.1 Methoden und Fragestellungen der Verhaltensforschung	148
10.2 Unbedingte Reflexe	150
10.3 Instinkthandlungen	152
10.4 Nachweis erbbedingten Verhaltens	160
Aufgaben	166

11	Erweiterung einfacher Verhaltensweisen durch Lerneinflüsse	170
11.1	Prägung	171
11.2	Modifikation einer Erbkoordination durch Erfahrung	175
11.3	Reizbedingte Konditionierung	175
11.4	Verhaltensbedingte Konditionierung	179
	Aufgaben	182
12	Individuum und soziale Gruppe	183
12.1	Kooperation	185
12.2	Kommunikation	193
12.3	Konflikte – Aggressionsverhalten	200
12.4	Sexualverhalten	208
	Aufgaben	215
13	Angewandte Verhaltensbiologie	219
13.1	Angeborene Auslösemechanismen (AAM) beim Menschen	219
13.2	Aggressives Verhalten beim Menschen	223
	Aufgaben	225
	Lösungen	227
	Glossar	263
	Literatur- und Quellenverzeichnis	273
	Stichwortverzeichnis	276

Autoren: Brigitte Meinhard
 Dr. Werner Bils (Kapitel 4 Evolution des Menschen)

Hinweis: In einigen Fällen wird in diesem Buch auf Textstellen im Band **Biologie 1**, Verlags-Nr. 947038D, verwiesen. Diese Fundstellen sind mit der Ziffer (1) vor der entsprechenden Seitenzahl gekennzeichnet.

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

Sie halten ein **prägnantes Trainingsmaterial** in den Händen, das den gesamten für das Abitur relevanten Lehrstoff der **Jahrgangsstufe 12** umfasst.

Durch die leicht verständliche, systematische Aufbereitung aller wichtigen Fakten unterstützt Sie dieser Band optimal bei der Vorbereitung auf den Unterricht, auf Klausuren sowie auf die Abiturprüfung. Der übersichtliche Aufbau des Bandes erleichtert Ihnen die Arbeit zusätzlich:

- Zunächst wird der gesamte Lehrstoff leicht nachvollziehbar vermittelt und anhand von **Beispielen** und **Abbildungen** veranschaulicht.
- Am Ende jedes Kapitels finden Sie eine **Zusammenfassung** der wichtigsten Fakten und zahlreiche **Übungsaufgaben**, mit deren Hilfe Sie das erworbene Wissen direkt anwenden können.
- Der **Lösungsteil** am Schluss des Bandes gibt Ihnen die Möglichkeit, schnell und einfach die Richtigkeit Ihrer Antworten zu überprüfen.
- Im **Glossar** finden Sie Definitionen aller wichtigen Fachbegriffe.
- Abgerundet wird der Band durch ein ausführliches **Stichwortverzeichnis**.

Farbige Balken am Seitenrand markieren Passagen, durch die Sie ein noch umfassenderes Fachwissen und vertieftes Verständnis der Inhalte erwerben.

Über die beiliegende CD und den Online-Code erhalten Sie außerdem Zugang zu einer **digitalen Ausgabe** dieses Trainingsbuchs:

- Damit stehen Ihnen die Inhalte als **komfortabler e-Text** mit vielen Zusatzfunktionen (z. B. Navigation, Zoom, Markierungswerkzeuge) zur Verfügung.
- Zusätzlich finden Sie hier ein **interaktives Glossar** mit Definitionen und Erklärungen der wichtigsten biologischen Fachbegriffe. Ein Klick genügt und Sie können Ihr Wissen schnell überprüfen bzw. Wissenslücken erkennen.



Viel Erfolg bei der Arbeit mit diesem Band und im Abitur wünscht Ihnen

Brigitte Meinhard

Brigitte Meinhard

1 Evolutionsforschung

1.1 Formenvielfalt und Anpasstheit der Lebewesen als Ergebnis der Evolution

Von den auf der Erde vorkommenden Lebewesen sind bis heute etwa 1,8 Millionen Arten, darunter ca. 1,4 Millionen Tier- und 400 000 Pflanzenarten, wissenschaftlich beschrieben und benannt worden. Die Mehrzahl der Arten ist jedoch noch unerforscht. Die Wirbeltierklasse der Vögel umfasst über 10 000 (beschriebene) Arten, die eine erstaunliche Formenvielfalt aufweisen.

Beispiele

Der Kolibri ist nur wenige Gramm leicht und saugt mit seinem langen Schnabel Nektar aus Blüten.

Der Kondor ist mit einer Flügelspannweite von fast 3 m ein Meister im Segelflug.

Der Strauß, der ca. 150 kg wiegt, besitzt Muskelpakete an den Beinen, die ihm eine Laufgeschwindigkeit von ca. 70 km/h ermöglichen.

Pinguine scheinen mit ihren Ruderflügeln unter Wasser zu fliegen.

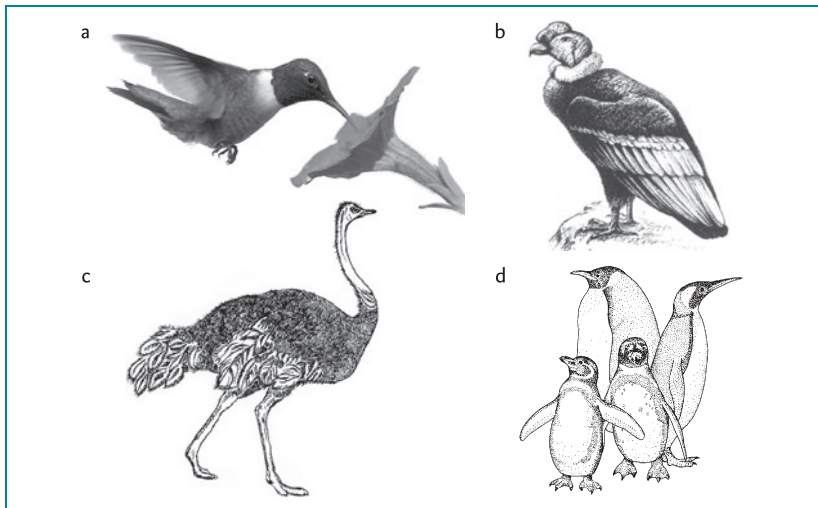


Abb. 1: a) Kolibri b) Kondor c) Strauß d) Pinguine

Zum einen weisen die genannten Arten trotz ihres unterschiedlichen Körperbaus Übereinstimmungen auf, die sie als Vögel kennzeichnen, wie z. B. Federn, Flügel und Schnabel. Zum anderen können die Unterschiede auf die verschiedenen Umweltbedingungen zurückgeführt werden, denen die Tiere ausgesetzt

und an die sie angepasst sind. Eine Entwicklung der Lebewesen hinsichtlich einer besseren Anpasstheit an ihre Umwelt bezeichnet man im biologischen Sinn als **Evolution**. Die Lebewesen passen sich dabei nicht selbst aktiv den verschiedenen Umweltverhältnissen an, sondern sie werden in einem lang andauernden Prozess der Selektion (Auswahl) über Generationen hinweg an die eine oder andere Umwelt angepasst. Bei der Beschreibung von Evolutionsvorgängen sollte man deshalb immer von **Angepasstheit** sprechen. Auch wenn die Zahl der heute existierenden (= rezenten) Arten nicht genau bekannt ist, so stellt sie nur weniger als 1 % aller Arten dar, die jemals auf der Erde gelebt haben. **Fossilien** sind die Überreste von Lebewesen aus früheren Erdperioden. Die Auswertung von Fossilienfunden zeigt, dass sich die Tier- und Pflanzenwelt im Laufe der Erdgeschichte verändert hat. Je älter Fossilienfunde sind, desto weniger stimmt ihr Körperbau mit dem rezenter Organismen überein. Manche ausgestorbene Lebewesen (z. B. Trilobiten) haben keine heute lebenden verwandten Arten. Andere lassen sich in das bestehende System der rezenten Tiere leicht einordnen (z. B. die Saurier zu den Reptilien). Manche Fossilien vereinen sowohl Merkmale einer älteren als auch einer jüngeren verwandtschaftlichen Gruppe in sich. Solche stammesgeschichtlichen Bindeglieder werden auch als **Brückenformen** (Mosaikformen) bezeichnet.

Beispiele

Eines der wichtigsten Brückentiere ist der sog. „Urvogel“ **Archaeopteryx**. Bereits 1861 wurde die erste Versteinerung dieses Tiers im Plattenkalk von Solnhofen gefunden. Der Urvogel weist sowohl Merkmale der Kriechtiere (Reptilien) als auch der Vögel auf. Als typisches Vogelmerkmal besitzt der *Archaeopteryx* Flügel mit Federn. Dadurch war er in der Lage, sich von Bäumen aus in die Luft zu erheben und Gleitflüge durchzuführen. Neben weiteren typischen Vogelmerkmalen besaß er aber noch eine Reihe von Reptilienmerkmalen, die die heutigen Vögel nicht mehr aufweisen (siehe Tab. 1). Die Entdeckung des *Archaeopteryx* war ein Beweis dafür, dass die Vögel aus den Reptilien hervorgegangen sind.

Vogelmerkmale	Reptilienmerkmale
<ul style="list-style-type: none"> • Flügel • Vogelarmskelett; Reduktion der Zahl der Finger auf drei (statt zwei) • Mittelfußknochen zum Lauf verwachsen • 1. Zehe nach hinten gerichtet (Greiffuß) • Federkleid 	<ul style="list-style-type: none"> • Krallen an den freien Fingerendgliedern • Kleines Brustbein ohne Kamm, Bauchrippen • Schien- und Wadenbein nicht verwachsen • Kiefer mit Zähnen, kein Hornschnabel • Schwanz aus verlängerter Wirbelsäule

Tab. 1: Vogel- bzw. Reptilienmerkmale des *Archaeopteryx*

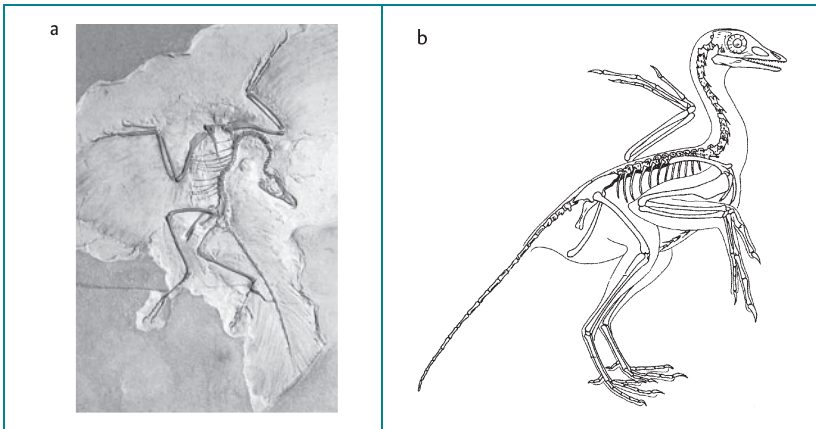


Abb. 2a: *Archaeopteryx lithographica* (Humboldt-Universität, Berlin), gefunden 1897 im Altmühltal bei Solnhofen/Bayern

Abb. 2b: Rekonstruktion eines *Archaeopteryx*

1.2 Entwicklung des Evolutionsgedankens

Theologen und Biologen gingen im 18. und frühen 19. Jahrhundert davon aus, dass es sich bei der Entstehung der Lebewesen und des Menschen um einen einmaligen, im Dunkeln liegenden Schöpfungsakt handelte. Doch im Laufe der Zeit entstanden unabhängige Theorien, die die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse der damaligen Zeit über die Evolution der Organismen berücksichtigten und einbezogen.

Carl von LINNÉ ging in seiner Erklärung der Evolution im 18. Jh. noch von der biblischen Schöpfungsgeschichte aus. Er glaubte an einen einmaligen Schöpfungsakt Gottes und postulierte die **Konstanz der Arten**. Die von Gott geschaffenen Lebewesen veränderten sich seiner Meinung nach nicht. Fossilien spielten in LINNÉs Evolutionstheorie keine Rolle. Es gab zu seiner Zeit zwar bereits Funde, er betrachtete sie jedoch nicht als Zeugen früherer Lebewesen, sondern als zufällig entstandene Produkte.

Auch CUVIER hielt in seiner Theorie an der Schöpfungsgeschichte und der Konstanz der Arten fest. Im Gegensatz zu LINNÉ versuchte er aber, die Fossilienfunde in seine Evolutionstheorie einzubeziehen. Er glaubte, dass im Laufe der Evolution immer wieder große Katastrophen auftraten, die einen Teil der Lebewesen vernichteten. Nach seiner sog. **Katastrophentheorie** vermehrten sich daraufhin die übriggebliebenen Organismen und breiteten sich weiter aus. CUVIERs Lehre wurde von seinen Schülern dahingehend erweitert, dass sie nach großen Katastrophen eine Neuschöpfung von Arten annahmen.

Die Evolutionstheorie LAMARCKS: Schrittweise aktive Anpassung der Arten

Im Gegensatz zu LINNÉ und CUVIER ging Jean Baptiste de LAMARCK von der **Inkonstanz der Arten** aus. Alle Lebewesen waren seiner Meinung nach einem ständigen Wandel unterworfen und passten sich fortlaufend in kleinen Schritten neuen Umweltbedingungen an. Zur besseren Erklärung seiner Abstammungslehre stellte LAMARCK folgende Postulate auf:

- Durch Gebrauch bzw. Nichtgebrauch von Organen entwickeln sich diese bzw. sie verkümmern.
- Die dadurch erworbenen Eigenschaften des Individuums werden an seine Nachkommen weitervererbt.
- Alle Lebewesen besitzen einen inneren **Vervollkommnungstrieb**, der sie dazu bewegt, sich optimal an neue Umweltbedingungen anzupassen.

In seiner Evolutionstheorie geht LAMARCK von einem aktiven Prozess der Anpassung der Lebewesen in kleinen Schritten an die sich ändernden Umweltbedingungen aus. Die Arten verändern sich, da sich bei Gebrauch oder Nichtgebrauch die Organe eines Individuums verändern und diese erworbenen Merkmale an die Nachkommen weitergegeben werden.

Beispiel

Die **Giraffe** stammt von einem wesentlich kleineren Tier mit kurzem Hals ab, dessen Lebensraum sich auf die Savanne beschränkte. Es ernährte sich vor allem von Gras. Nach LAMARCKS Theorie wurde das Nahrungsangebot im Laufe der Zeit, bedingt durch die Vermehrung der Lebewesen, immer knapper. Deshalb versuchten einige Tiere, auch an das Laub der Bäume heranzukommen. Sie mussten sich kräftig dehnen und strecken, um wenigstens die untersten Zweige zu erreichen. Dadurch wurden Hals und Beine immer länger und die erworbenen Eigenschaften wurden unmittelbar an die Nachkommen vererbt. So entstand nach sehr vielen Generationen aus den kleineren Vorfahren die neue Tierart „Giraffe“.

Für seine Zeitgenossen war die von LAMARCK entwickelte Evolutionstheorie durchaus einsichtig. Jeder Mensch weiß aus Erfahrung, dass sich seine Muskeln bei Beanspruchung vergrößern (z. B. durch Training) und bei Nichtbeanspruchung verkümmern (z. B. nach längerer Bettlägerigkeit). Doch schon bald gab es Kritik an seiner Lehre. Ein naturwissenschaftlicher Beweis, dass erworbene Eigenschaften an die Nachkommen vererbt werden, konnte nicht erbracht werden. Alle Experimente, die die Vererbung erworbener Eigenschaften (Modifikationen, siehe S. 36 f.) beweisen sollten, schlugen fehl. Belege für einen inneren Vervollkommnungstrieb konnten ebenfalls nicht gefunden werden.

Die Evolutionstheorie DARWINs: Passiver Artwandel durch Selektion

Charles DARWIN nahm 1831 als 21-Jähriger auf der Beagle, einem königlichen Forschungsschiff, die Stelle eines unbezahlten Naturforschers an. Während einer fünfjährigen Forschungsreise konnte DARWIN so viele biologische Beobachtungen machen und so viel Material sammeln, dass er über 20 Jahre für die Auswertung benötigte. Erst 1859 konnte er seine Erkenntnisse in Buchform veröffentlichen. Der Titel des Buches lautete: „Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der bevorzugten Rassen im Kampf ums Dasein“ (engl. *“On the Origin of Species by Means of Natural Selection”*). Die entscheidenden Beobachtungen, die ihn schließlich auf den Gedanken seiner Evolutionslehre brachten, machte DARWIN auf den Galapagosinseln. Diese Inselgruppe liegt im Pazifik, etwa 1 000 km von Ecuador entfernt, und wurde erst 1535 entdeckt. Die Tier- und Pflanzenwelt konnte sich deshalb ohne den Eingriff des Menschen entwickeln. Neben den urzeitlichen Echsen interessierten DARWIN z. B. die Riesenschildkröten. Auf jeder der Inseln gab es eine andere Schildkrötenrasse, die sich in Form und Farbe ihres Panzers von den übrigen unterschied. DARWIN beschäftigte sich auch näher mit einer Gruppe von Finken, die es nirgendwo sonst auf der Welt gab. Die Gruppe dieser Finken setzte sich aus insgesamt 13 verschiedenen Arten zusammen. Jede davon hatte sich auf eine bestimmte Ernährung spezialisiert: Einige fraßen Körner (ihr Schnabel war entsprechend kurz und dick), andere ernährten sich von Blättern und wieder andere erbeuteten Insekten. Eine Art hatte sich sogar darauf spezialisiert, mithilfe von Kakteenstacheln Insekten unter der Rinde und aus Ritzen hervorzuholen (siehe S. 52). Jede Finkenart besaß eine ihrer Ernährungsweise entsprechende Schnabelform. Alle seine Beobachtungen führten DARWIN zur Formulierung seiner **Selektionstheorie**.

In seiner Evolutionstheorie (Selektionstheorie) geht **DARWIN** von einer zunehmenden passiven Anpasstheit der Lebewesen an die sich ändernden Umweltbedingungen aus. Die Gründe für die Veränderung der Arten liegen nach DARWIN in den besseren Überlebens- und Fortpflanzungschancen der jeweils zufällig am besten angepassten Individuen, die ihre Merkmale so bevorzugt an die folgende Generation weitergeben können.

Die Grundlagen der Selektionstheorie sind im Einzelnen:

- **Überproduktion von Nachkommen:** Alle Lebewesen erzeugen Nachkommen im Überschuss. Trotzdem nimmt die Gesamtpopulation einer Tierart in der Regel nicht zu, da nur ein geringer Teil der Nachkommen zur Fortpflanzung kommt, die meisten fallen der Selektion zum Opfer.
- **Variabilität:** Die Nachkommen sind untereinander nicht alle gleich. Sie unterscheiden sich geringfügig. Aus heutiger Sicht sind die Unterschiede bei den Nachkommen auf deren verschiedene Gene und Genkombinationen zurückzuführen (genetische Variabilität).
- **Vererbung:** Im Laufe der Zeit treten bei den Individuen immer wieder erbefeste Veränderungen (heute: Mutationen) auf, die an die Nachkommen weitergegeben werden.
- **Konkurrenz:** Im „Kampf ums Dasein“ (*struggle for life*) setzen sich die etwas besser angepassten Organismen durch und überleben (*survival of the fittest*). Sie können somit ihre Erbanlagen an die nächste Generation weitergeben.
- **Selektion:** Durch die „natürliche Auslese“ (*natural selection*) werden die Lebewesen den natürlichen Umweltbedingungen immer besser angepasst.
- **Artwandel:** Im Verlauf von langen Zeiträumen führt diese schrittweise bessere Anpasstheit der Lebewesen zu einem Wandel der Arten.

DARWIN bezog bei der Entwicklung der Selektionstheorie auch Erkenntnisse aus anderen Wissenschaftsgebieten mit ein:

- **Geologie:** Charles LYELL erkannte, dass die gleichen Naturkräfte die Erde von Anbeginn formten (z. B. Wasser, Wind, Erdbeben, Vulkanismus). Er schätzte die erdgeschichtlichen Zeiträume richtig ein. Sein **Aktualitätsprinzip** besagt, dass in der Vergangenheit die gleichen Naturgesetze wirksam waren wie in der Gegenwart.
- **Volkswirtschaftslehre:** Thomas MALTHUS vertrat die (heute überholte) These, dass die Weltbevölkerung schneller wachse als die Agrarproduktion zunehmen könne. Dies müsse einen ständigen Kampf der Völker um Landbesitz auslösen. DARWIN übertrug die Gedanken von Überproduktion (Übervermehrung) und Kampf ums Dasein auf das Tier- und Pflanzenreich.
- **Philosophie:** Von Herbert SPENCER, der den Kampf ums Dasein und das Überleben der Tüchtigsten als die wesentlichen gesellschaftlichen Kräfte ansah, übernahm DARWIN die Formulierungen „*struggle for life*“ und „*survival of the fittest*“.

The background of the top half of the cover features a laboratory setting. A black pipette with a red tip is positioned at the top right, pointing towards a rack of test tubes. The test tubes are filled with a red liquid and have green caps. The scene is set against a blurred blue background. A large red arrow points upwards from the bottom right towards the text 'MEHR ERFAHREN'.

**MEHR
ERFAHREN**

ABITUR-TRAINING

Gymnasium

Biologie 1

Zellbiologie · Stoffwechsel
Genetik und Gentechnik · Ökologie

STARK

Inhalt

Vorwort

Strukturelle und energetische Grundlagen des Lebens	1
1 Organisation und Funktion der Zelle	2
1.1 Eukaryotische und prokaryotische Zellen im Elektronenmikroskop	2
1.2 Bau und Funktion der Biomembranen	4
1.3 Die Organellen der eukaryotischen Zelle	9
1.4 Grundlagen des Stoffwechsels	13
 1.5 Enzyme als Biokatalysatoren	14
Aufgaben	24
 2 Energiebindung und Stoffaufbau durch Fotosynthese	27
2.1 Die Bedeutung der Fotosynthese im Stoffkreislauf der Natur	27
2.2 Experimente zur Aufklärung wesentlicher Fotosyntheseschritte	28
2.3 Überblick über den Ablauf der Fotosynthese	32
2.4 Die Lichtreaktionen	34
2.5 Die Dunkelreaktionen	39
2.6 Einfluss weiterer Außenfaktoren auf die Fotosyntheseleistung	42
2.7 Bedeutung der Fotosyntheseprodukte im Stoffwechsel einer Pflanze	45
Aufgaben	47
3 Grundprinzipien der Energiefreisetzung durch Stoffabbau	49
3.1 Glykolyse	50
3.2 Anaerober Abbau der Brenztraubensäure durch Gärung	51
3.3 Aerober Abbau der Brenztraubensäure durch biologische Oxidation	53
Aufgaben	57

Fortsetzung siehe nächste Seite

Genetik und Gentechnik	61
4 Molekulargenetik	62
4.1 Nukleinsäuren als Speicher der genetischen Information	62
4.2 Die semikonservative Replikation der DNA	66
 4.3 Proteinbiosynthese: Realisierung der genetischen Information	70
4.4 Ursachen und Folgen von Genmutationen	81
Aufgaben	91
5 Zytogenetik	95
5.1 Bau der Chromosomen	95
 5.2 Zellzyklus und Mitose	97
5.3 Keimzellenbildung durch Meiose	101
5.4 Numerische Chromosomenaberrationen beim Menschen	105
Aufgaben	110
6 Klassische Genetik	112
6.1 Die mendelschen Regeln	112
6.2 Genkopplung und Genaustausch	121
6.3 Additive Polygenie	123
Aufgaben	125
7 Humangenetik	128
7.1 Vererbung der Blutgruppen	128
7.2 Erbgänge von Erbkrankheiten beim Menschen	132
7.3 Genetische Familienberatung und pränatale Diagnostik	135
Aufgaben	144
8 Gentechnik	149
8.1 Grundlegende Methoden der Gentechnik	149
 8.2 Spezielle Verfahren in der Gentechnik	155
8.3 Anwendung der Gentechnik bei Bakterien, Pflanzen und Tieren	158
8.4 Gendiagnostik und Gentherapie in der Humanmedizin	162
Aufgaben	167

Der Mensch als Umweltfaktor – Populationsdynamik und Biodiversität 169

9 Populationsdynamik 170

9.1 Wachstum von Populationen 170

9.2 Bedeutung verschiedener Fortpflanzungsstrategien 172

 9.3 Einfluss von Umweltfaktoren auf die Populationsdichte 174

9.4 Populationsentwicklung des Menschen 178

Aufgaben 182

10 Biodiversität 184

10.1 Anthropogene Einflüsse auf die Artenvielfalt 185

10.2 Bedeutung der Biodiversität 195

Aufgaben 199

Lösungen 201

Glossar 235

Literatur- und Quellenverzeichnis 245

Stichwortverzeichnis 247

Autorin: Brigitte Meinhard

Hinweise:

- Die entsprechend gekennzeichneten Kapitel enthalten ein bzw. mehrere **Lernvideo(s)**. An den jeweiligen Stellen im Buch befindet sich ein QR-Code, den Sie mithilfe Ihres Smartphones oder Tablets scannen können.




Im Hinblick auf eine eventuelle Begrenzung des Datenvolumens wird empfohlen, dass Sie sich beim Ansehen der Videos im WLAN befinden. Haben Sie keine Möglichkeit, den QR-Code zu scannen, finden Sie die Lernvideos auch unter:

- In einigen Fällen wird in diesem Buch auf Textstellen im Band **Biologie 2**, Verlags-Nr. 947048D, verwiesen. Diese Fundstellen sind mit der Ziffer (2) vor der entsprechenden Seitenzahl gekennzeichnet.

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

Sie halten ein **prägnantes Trainingsmaterial** in den Händen, das den gesamten für das Abitur relevanten Lehrstoff der **Jahrgangsstufe 11** umfasst. Durch die leicht verständliche, systematische Aufbereitung aller wichtigen Fakten unterstützt Sie dieser Band optimal bei der Vorbereitung auf den Unterricht, auf Klausuren sowie auf die Abiturprüfung.

- Zunächst wird der gesamte Lehrstoff leicht nachvollziehbar vermittelt und anhand von **Beispielen** und **Abbildungen** veranschaulicht.
- Zu ausgewählten Themenbereichen gibt es **Lernvideos**. An den entsprechenden Stellen im Buch befinden sich QR-Codes, die Sie mithilfe Ihres Smartphones oder Tablets scannen können. 
- Am Ende jedes Kapitels finden Sie eine **Zusammenfassung** der wichtigsten Fakten und zahlreiche **Übungsaufgaben**, mit deren Hilfe Sie das erworbene Wissen direkt anwenden können.
- Der **Lösungsteil** am Schluss des Bandes gibt Ihnen die Möglichkeit, schnell und einfach die Richtigkeit Ihrer Antworten zu überprüfen.
- Im **Glossar** finden Sie Definitionen aller wichtigen Fachbegriffe.
- Abgerundet wird der Band durch ein ausführliches **Stichwortverzeichnis**.

Farbige Balken am Seitenrand markieren Passagen, durch die Sie ein noch umfassenderes Fachwissen und vertieftes Verständnis der Inhalte erwerben.

Über den Online-Code erhalten Sie außerdem Zugang zu einer **digitalen Ausgabe** dieses Trainingsbuchs:

- Damit stehen Ihnen die Inhalte als **komfortabler e-Text** mit vielen Zusatzfunktionen (z. B. Navigation, Zoom, Markierungswerkzeuge) zur Verfügung.
- Zusätzlich finden Sie auch hier die **Lernvideos** sowie ein **interaktives Glossar** mit Definitionen und Erklärungen wichtiger biologischer Fachbegriffe. Ein Klick genügt und Sie können Ihr Wissen schnell überprüfen.



Viel Erfolg bei der Arbeit mit diesem Band und im Abitur wünscht Ihnen

Brigitte Meinhard

Brigitte Meinhard

5 Zytogenetik

Bei der Untersuchung von teilungsaktiven pflanzlichen Geweben wurden gut färbare, fadenförmige Gebilde entdeckt und als **Chromosomen** bezeichnet (griech. *chroma*: Farbe; *soma*: Körper). Weil sie bei der Zellteilung in allen lebenden Zellen gleichmäßig verteilt vorkamen, wurde ihnen schon bald eine grundlegende Bedeutung für die Vererbung zugeschrieben.

5.1 Bau der Chromosomen

Metaphase-Chromosomen der Eukaryoten bestehen aus zwei identischen Spalthälften, den **Chromatiden**, die an einer Stelle zusammengehalten werden, dem **Zentromer**. Die beiden Chromatiden eines Chromosoms besitzen identisches Erbgut und werden deshalb auch als Schwesterchromatiden bezeichnet.

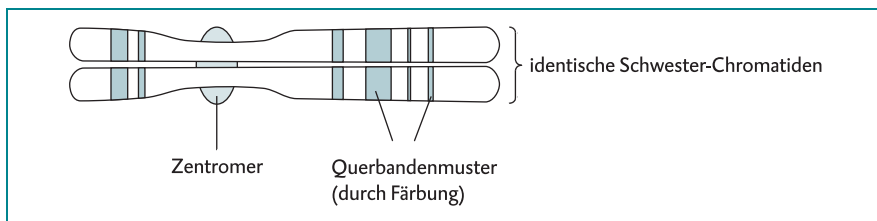


Abb. 65: Schema eines Metaphase-Chromosoms

Das Lichtmikroskop liefert keinen genaueren Aufschluss über den inneren Bau eines Chromosoms. Elektronenmikroskopische, autoradiografische und biochemische Untersuchungen ergaben, dass jede Chromosomenhälfte in der Metaphase (siehe S. 98) aus einem durchgehenden DNA-Doppelstrang (siehe Abb. 45, S. 65) besteht, der Histonproteine (basische Proteine) umschlingt. **Histone** sind kugelförmige Partikel, zusammengesetzt aus acht Histon-Protein-Molekülen. Ein solcher Proteinkern, der vom DNA-Doppelstrang zweifach umwunden ist, wird als **Nukleosom** bezeichnet. Die Nukleosomenkette ist regelmäßig zu einer 30 nm dicken **Chromatinfaser** gewunden. Diese liegt während der Metaphase stark spiralisiert und mehrfach gewunden vor (Transportform: kompakt, gut färbbar, daher im Lichtmikroskop gut sichtbar), in der Interphase ist er entknäuelte (Arbeits- oder Funktionsform: fädig, kaum spiralisiert, nur elektronenmikroskopisch sichtbar).

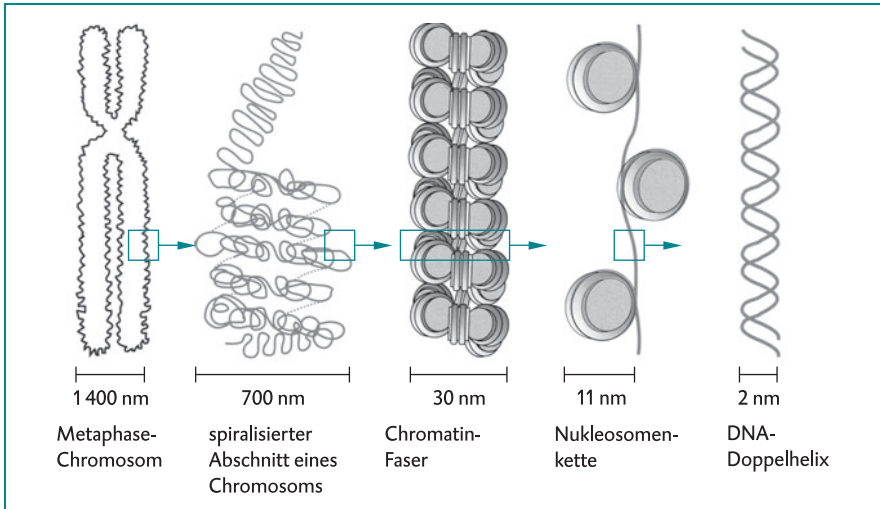


Abb. 66: Feinbau eines Metaphase-Chromosoms

Die Chromosomen des Menschen

Um einen Überblick über die Chromosomen des Menschen zu erhalten, wird ein **Karyogramm** (bildliche Darstellung aller Chromosomen einer Zelle, geordnet nach Zahl, Größe, Form und Bandenmuster) angefertigt.

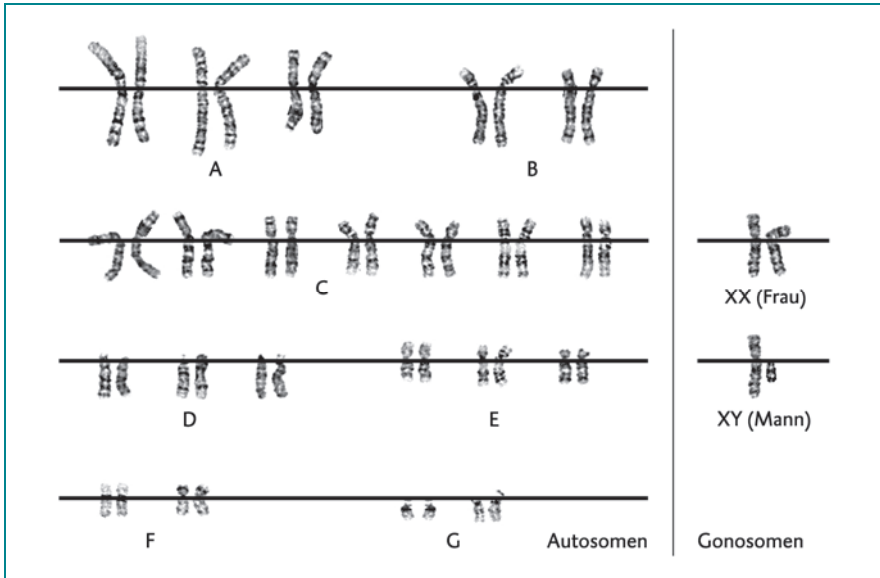


Abb. 67: Geordnetes Karyogramm des Menschen

Im Karyogramm des Menschen lassen sich 44 Chromosomen nach abnehmender Größe und gemäß der Lage ihres Zentromers zu 22 Chromosomenpaaren ordnen und auf sieben Gruppen (A bis G) verteilen. Sie sind bei beiden Geschlechtern gleich (**Autosomen**).

Ihnen steht das 23. Chromosomenpaar, die **Gonosomen** oder Geschlechtschromosomen, gegenüber. Sie sind für die Geschlechtsbestimmung verantwortlich. Beim Mann liegen zwei verschiedene Gonosomen vor, das größere heißt **X-**, das kleinere **Y-Chromosom**. Die Frau besitzt zwei gleich strukturierte (homologe) X-Chromosomen.

In einer Kurzformel, dem **Karyotyp**, kann das Karyogramm des Menschen mit 46, XX (44 **Autosomen**, 2 gleiche **Gonosomen** bei einer Frau) bzw. 46, XY (44 Autosomen, 2 unterschiedliche Gonosomen bei einem Mann) beschrieben werden.

In den normalen Körperzellen des Menschen sind die Chromosomen jeweils doppelt vorhanden. Es liegt ein doppelter (**diploider**) Chromosomensatz vor: $2n = 46$. Männliche und weibliche Keimzellen besitzen nur die Hälfte der für die Art charakteristischen Chromosomenausstattung. Es liegt ein einfacher (**haploider**) Chromosomensatz vor: $n = 23$.

Da jeweils zwei Chromosomen im charakteristischen Bandenmuster (stark färbare Abschnitte der Chromosomen) und in der Größe übereinstimmen, spricht man von **homologen Chromosomen**. Der eine Partner eines homologen Chromosomenpaares stammt vom Vater, der andere von der Mutter.



5.2 Zellzyklus und Mitose

Bei allen Eukaryoten vollzieht sich die normale Zellteilung grundsätzlich auf die gleiche Weise. Bevor sich die Zelle teilt, muss die Teilung des Zellkerns erfolgt sein.

Die Chromosomenverteilung bei der Kernteilung heißt **Mitose**.

Die Mitose beinhaltet Kernteilungsvorgänge, durch die aus diploiden Körperzellen wiederum diploide Tochterzellen hervorgehen. Dazu müssen die beiden identischen Schwesterchromatiden eines Chromosoms voneinander getrennt und auf die Tochterzellen verteilt werden. Die Mitose führt also dazu, dass während der Entwicklung eines Lebewesens Zellen entstehen, die untereinander

der alle eine identische chromosomale und genetische Ausstattung haben. Sie ist damit Voraussetzung für Wachstum und Regeneration (Ersatz abgestorbener Zellen).

Der Ablauf der Mitose

Der Teilungsvorgang ist in vier Phasen untergliedert.

1 Prophase

- Die Chromosomen verkürzen sich stark (**Spiralisierung**) und die beiden Schwesterchromatiden werden sichtbar (Transportform).
- Das Zentriolenpaar (Zentralkörperchen, Zentrosomen) trennt sich. Je eines wandert zu den entgegengesetzten Polen. Zwischen ihnen bildet sich der **Spindelfaserapparat** aus, der die beiden Chromatiden später voneinander trennt. Pflanzenzellen fehlt das Zentriol. Bei ihnen entstehen die Spindelfasern aus der Kernmembran.
- Die Kernmembran und das Kernkörperchen (Nukleolus) lösen sich allmählich auf.

2 Metaphase

- Die Chromosomen haben ihre maximale Verkürzung erreicht und liegen nun in der kompakten, inaktiven Transportform vor. Sie wandern in die Äquatorialebene des Spindelfaserapparates und **ordnen sich nebeneinander an**.
- An den Zentromeren der Chromosomen befinden sich jeweils zwei Spindelfaseransatzstellen, an die sich eine Spindelfaser von jedem der beiden Spindelpole anheftet.
- Kernmembran und Kernkörperchen sind vollständig verschwunden.

3 Anaphase

- Die Zentromere der Chromosomen teilen sich.
- Die Chromosomenspalthälften ([Schwester-]Chromatiden), Einchromatid-Chromosomen genannt, bewegen sich mithilfe der Spindelfasern **zu den entgegengesetzten Polen** der Zelle.

4 Telophase

- Allmähliche **Entspiralisierung** der Einchromatid-Chromosomen, sie werden lang und dünn und somit unsichtbar (Arbeits- oder Funktionsform der Chromosomen). Der Spindelfaserapparat wird zurückgebildet.
- Durch die **Teilung des Zellplasmas** entstehen zwei neue Zellen.
- Jede Tochterzelle bildet eine neue Kernmembran und einen Nukleolus aus.

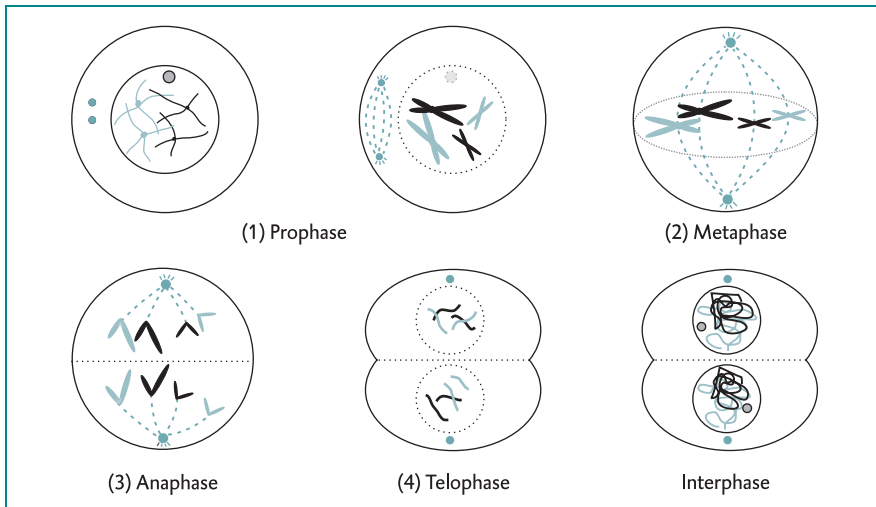


Abb. 68: Schematische Darstellung der Mitose

Die Interphase

Soll eine weitere Zell- und damit Kernteilung stattfinden, muss eine Zelle einen Abschnitt durchlaufen, in dessen Verlauf die Einchromatid-Chromosomen wieder zu Vollchromosomen (Zweichromatid-Chromosomen) verdoppelt werden. Dieses Stadium zwischen zwei Zellteilungen wird **Interphase** genannt. In der fädigen, kaum spiralisierten Arbeitsform der Chromosomen kann die DNA repliziert werden und ihre genetische Information zur Synthese von Proteinen nutzbar gemacht werden.

Autoradiografische Untersuchungen bei Interphasekernen lassen den Schluss zu, dass die Interphase in drei Abschnitte untergliedert werden kann:

- 1 **G1-Phase** (engl. *gap*, Lücke)
 - Vermehrung des Zellplasmas (**Proteinbiosynthese**, siehe S. 70)
 - Bereitstellung von DNA-Vorstufen (Nukleosidtriphosphaten)
- 2 **S-Phase** (Synthese-Phase)
 - Verdoppelung der Einchromatid-Chromosomen (**Replikation** der DNA, siehe S. 66)
 - Synthese von Histon-Proteinen
- 3 **G2-Phase**

Synthese weiterer Stoffe, die unentbehrlich für den Eintritt in die nächste Mitose sind (**Mitohormone**)

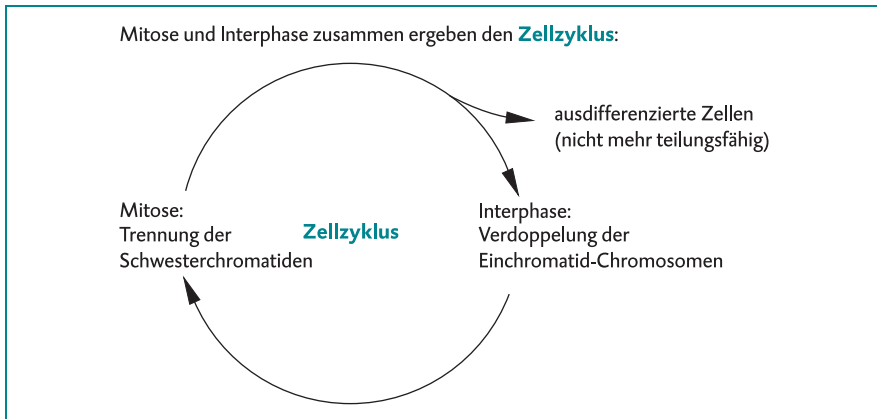


Abb. 69: Schematische Darstellung des Zellzyklus

Zellenart (Beispiel)	Mitose	Interphase			gesamte Dauer
		G ₁	S	G ₂	
Zelle der Wurzelspitze (Gartenbohne)	2,0 h	5,0 h	7,5 h	5,0 h	19,5 h
Hornhautzelle (Maus)	0,5 h	87,0 h	11,5 h	3,5 h	102,0 h
embryonale Bindegewebszelle (Mensch)	1,0 h	6,0 h	6,0 h	4,0 h	17,0 h

Tab. 4: Zeitdauer der Zellzyklus-Abschnitte Mitose und Interphase im Überblick

Die biologische Bedeutung der Mitose

Der Ablauf der Mitose sichert die **exakte Weitergabe der Erbinformation** bei der Teilung von Körperzellen eines Individuums. Die Tochterzellen werden mit der identischen Erbinformation ausgestattet wie die Mutterzelle.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK