



**MEHR  
ERFAHREN**



**ABITUR-TRAINING**

Gymnasium

**Biologie 1**

Zellbiologie · Stoffwechsel  
Genetik und Gentechnik · Ökologie



**STARK**

# Inhalt

Vorwort

<b>Strukturelle und energetische Grundlagen des Lebens</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Organisation und Funktion der Zelle</b> .....	<b>2</b>
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
 <b>2 Energiebindung und Stoffaufbau durch Fotosynthese</b> .....	<b>27</b>
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
<b>3 Grundprinzipien der Energiefreisetzung durch Stoffabbau</b> .....	<b>49</b>
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*


<b>Genetik und Gentechnik</b> .....	<b>61</b>
<b>4 Molekulargenetik</b> .....	<b>62</b>
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
<b>5 Zytogenetik</b> .....	<b>95</b>
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
<b>6 Klassische Genetik</b> .....	<b>112</b>
6.1 Die mendelschen Regeln .....	112
6.2 Genkopplung und Genaustausch .....	121
6.3 Additive Polygenie .....	123
Aufgaben .....	125
<b>7 Humangenetik</b> .....	<b>128</b>
7.1 Vererbung der Blutgruppen .....	128
7.2 Erbgänge von Erbkrankheiten beim Menschen .....	132
7.3 Genetische Familienberatung und pränatale Diagnostik .....	135
Aufgaben .....	144
<b>8 Gentechnik</b> .....	<b>149</b>
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.

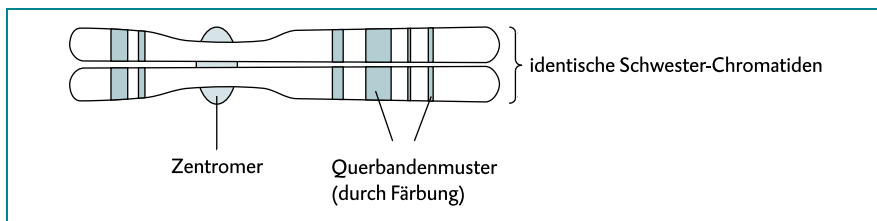


Abb. 65: Schema eines Metaphase-Chromosoms

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).

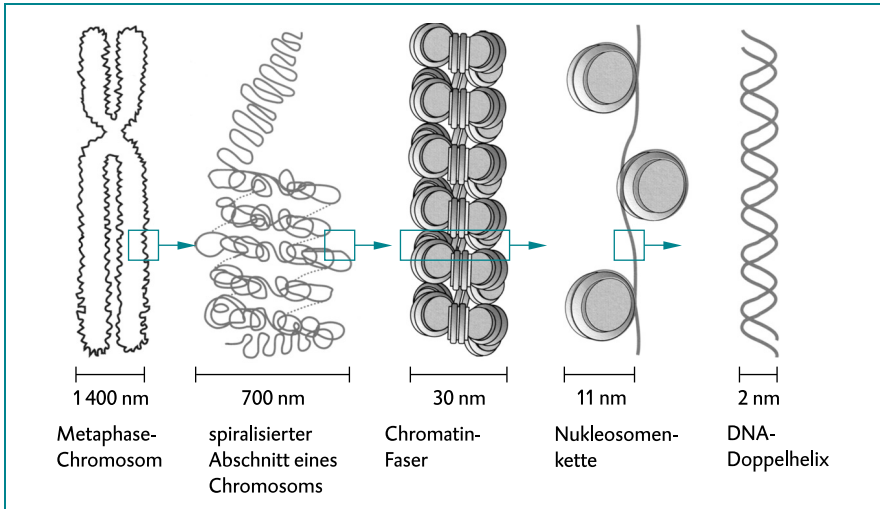


Abb. 66: Feinbau eines Metaphase-Chromosoms

### 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.

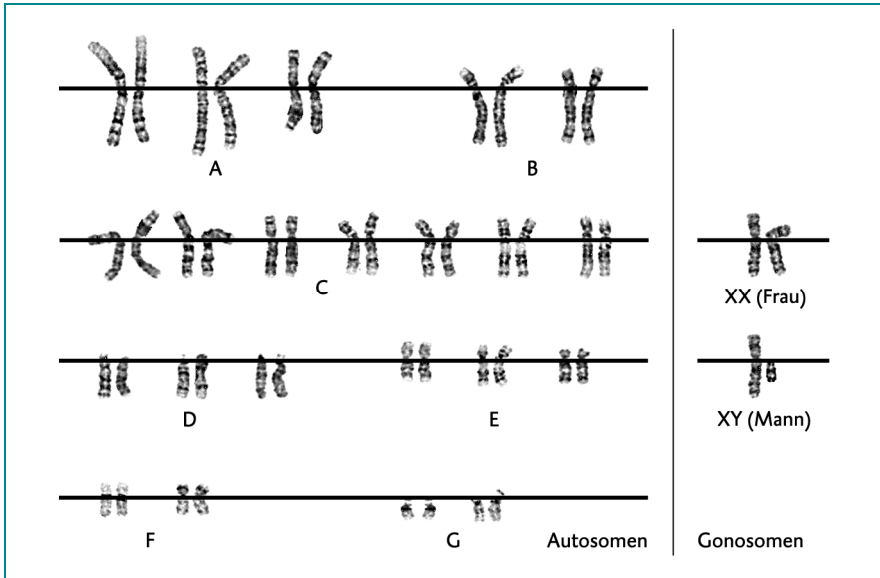


Abb. 67: Geordnetes Karyogramm des Menschen



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.

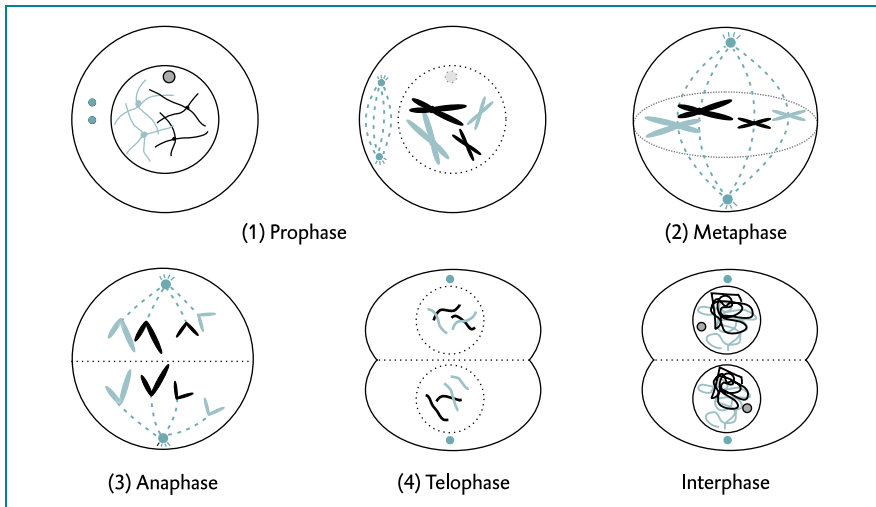


Abb. 68: Schematische Darstellung der Mitose

### 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**)

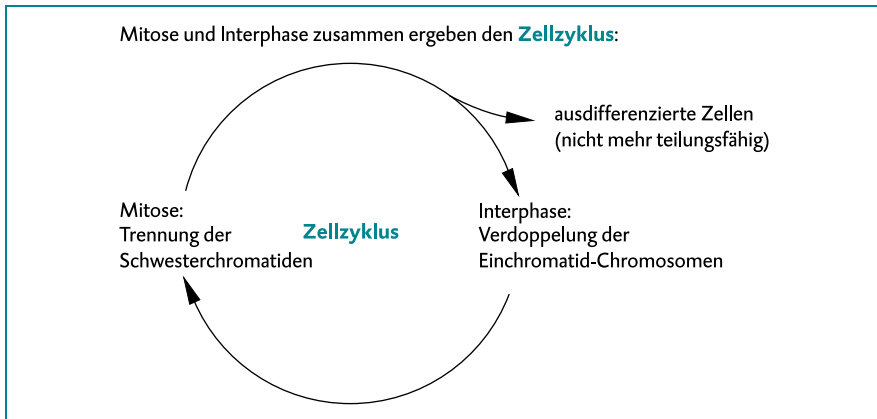


Abb. 69: Schematische Darstellung des Zellzyklus

Zellenart (Beispiel)	Mitose	Interphase			gesamte Dauer
		G <sub>1</sub>	S	G <sub>2</sub>	
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](http://www.stark-verlag.de)

[info@stark-verlag.de](mailto: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**