

Kapitel 6.1: Einführung in die Mikroskopie und Wiederholung bekannter Begriffe

Inhalt

Kapitel 6.1: Einführung in die Mikroskopie und Wiederholung bekannter Begriffe	1
Inhalt.....	2
Was ist Zellbiologie (Cytologie)?.....	3
Kennzeichen aller Lebewesen.....	4
Tierische Zellen:.....	4
Pflanzliche Zellen.....	4
Merkmale des Lebens.....	5
Auflösungsvermögen.....	6
Optische Untersuchungsgeräte in der Biologie I - Die Lupe.....	6
Optische Untersuchungsgeräte II - Das Lichtmikroskop als Werkzeug der Biologie.....	7
Die Begründer der Mikroskopie und der Zellenlehre.....	7
Aufbau des Lichtmikroskops.....	7
Optische Untersuchungsgeräte III - Das Elektronenmikroskop (EM).....	8
Die historische Entwicklung der Mikroskopie.....	9
Fragen zur Wiederholung.....	10

Was ist Zellbiologie (Cytologie)?

Die Cytologie erforscht die Zelle. Sie wird auch Zellbiologie genannt. Von besonderem Interesse sind dabei Zellbestandteile und die in Zellen ablaufenden Reaktionen

Auch Beziehungen zwischen Zellen und Vorgänge zur Vermehrung sind Gegenstand der Forschung

Die Zellbiologie ist Bestandteil vieler biologischer Disziplinen. Man findet sie in der Botanik, Biochemie, , Entwicklungsbiologie, Immunologie, Molekularbiologie, Physiologie und der Zoologie.

Cytologie = Lehre von den Zellen

Zusatzinformationen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Zellbiologie>

Kennzeichen aller Lebewesen

Woraus bestehen alle Lebewesen?

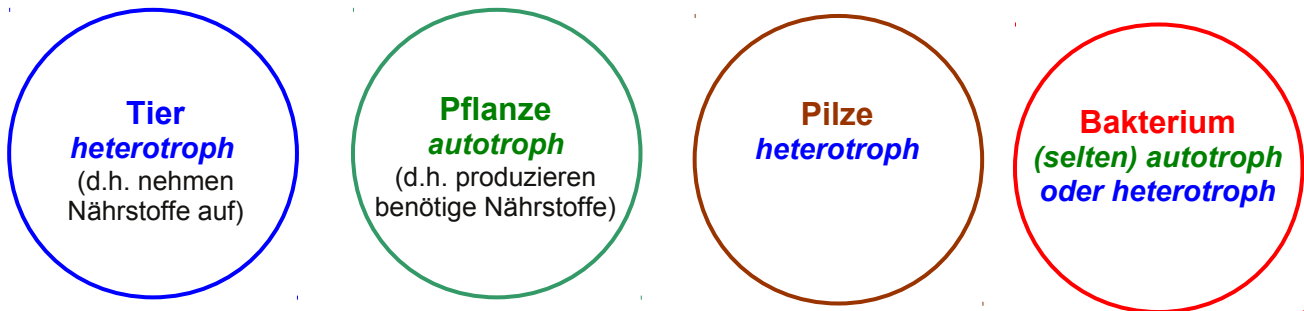
⇒ **kleinste Einheit des Lebens ist die Zelle**

Viele Zellen vom gleichen Zelltyp lagern sich zu einem Gewebe bzw. ORGAN zusammen.

Bsp.: Die Haut (2m²), Muskeln, Gehirn, Herz, Sinnesorgane, Skelett¹, usw....

Nenne die Gruppen der Lebewesen?

⇒ **Zu den Lebewesen gehören 4 Gruppen (Reiche): Tiere, Pflanzen, Pilze und Bakterien.**



Tierische Zellen:

Stoffwechsel „heterotroph“ (d.h. sie müssen Nährstoffe aufnehmen)

Zell-Atmung:



Zusatzinformationen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Tiere>

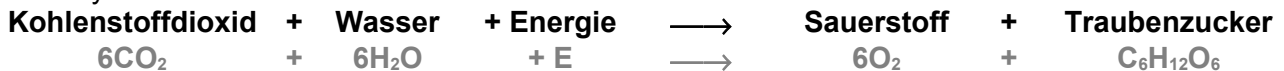
Pflanzliche Zellen

Drei Merkmale:

- große Zellsaftvakuole
- Zellwand (welche über der Zellmembran liegt)
- Chloroplasten (Ort der Photosynthese)

Stoffwechsel „autotroph“ (d.h. sie machen ihre Nährstoffe selbst)

- Photosynthese:



- Zell-Atmung (*heterotroph*):



Zusatzinformationen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pflanzen>

Bakterienzellen

- haben keinen Zellkern
- sind kleiner als Tier oder Pflanzenzellen
- die DNA ist ringförmig
- haben eine Zellwand (die aber nicht aus Zellulose aufgebaut ist)
- Jede Art von Stoffwechsel ist bei Bakterien zu finden: Photosynthese, Atmung, Gärung u.a.

Zusatzinformationen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bakterien>

¹ auch das Skelett ist ein Organ - es besteht aus Knochen (etwa 200) und Knorpel

Merkmale des Lebens

Woran kannst du ein Lebewesen erkennen?

Die naturwissenschaftliche Definition von Leben ist genau genommen eine Beschreibung von charakteristischen Merkmalen, die in ihrer Gesamtheit ein Lebewesen definieren:

a) Ernährung und Stoffwechsel

- Photosynthese: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Sonnenenergie} \longrightarrow 6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (=Traubenzucker)
- Zell-Atmung: $6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{biologische, chemische Energie}$

b) Das Wachstum

c) Fortpflanzung und Vermehrung

d) Eigene Bewegung

e) die Wahrnehmung von Reizen und die Reaktion darauf, Reizbarkeit (z.B. bei Venusfliegenfalle, Mimose)

f) Aufbau aus Zellen

Alle bekannten Lebensformen, wie Bakterien, Pilze, Pflanzen und Tiere verwenden die gleichen chemischen Moleküle (z.B. Nucleinsäuren RNA und DNA sowie Proteine). Das Leben auf unserem Planeten begann vor etwa 3,5 bis 3,9 Milliarden Jahren.

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Leben>

Auflösungsvermögen

Unter Auflösungsvermögen versteht man den Mindestabstand, den zwei Punkte haben müssen, um getrennt voneinander erkannt zu werden.

Menschliches Auge: Auflösung 0,25 mm = 250µm

Lichtmikroskop: 0,25 µ

Auflösung von Wellenlänge des eingestrahltten Lichts abhängig.

Linse nicht beliebig durchlässig für kleinere Wellenlängen.

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Auflösungsvermögen>

Optische Untersuchungsgeräte in der Biologie I - Die Lupe

Eine Lupe hat eine Konvexlinse mit kleiner Brennweite. Sie bildet einen Gegenstand innerhalb der Brennweite vergrößert und aufrecht ab.

Überlege Dir mal, wie man die Brennweite ermitteln kann?

Kannst Du auch einen Versuch zur Abschätzung des Vergrößerungsfaktors einer Linse entwickeln?

$$V = \frac{25 \text{ cm}}{f_L}$$

← deutliche Sichtweite des Auges

← Brennweite der Linse

$$V = \frac{25 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = 10$$

Zusatzinformationen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Lupe>

Aufgaben

1. Wieso ist eine Pflanze ein Lebewesen?
2. Warum ist eine Kerzenflamme kein Lebewesen?
(→ Besteht nicht aus Zellen, keine aktive Reizantwort)
3. Welches Lebenskennzeichen erfüllt eine Flugabwehrrakete nicht?
(Reizbarkeit: selbst ins Ziel steuern)
4. Zusammenhang zwischen Linsenkrümmung und Vergrößerung
5. Linsenformel
6. Wie muss man die Linse für eine Lupe schleifen, wenn man eine Vergrößerung von 12,5 erreichen will? (Brennweite: 2 cm)

Optische Untersuchungsgeräte II - Das Lichtmikroskop als Werkzeug der Biologie

Die Begründer der Mikroskopie und der Zellenlehre

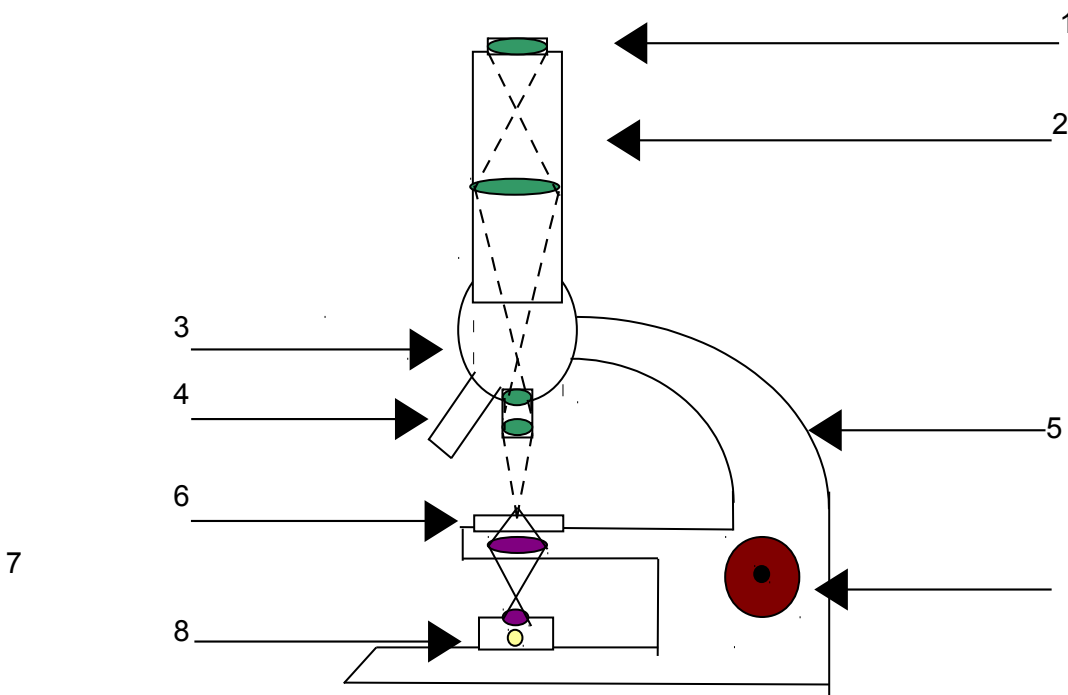
a) Antoni van Leuwenhoek: Der Amsterdamer ließ sich Linsen schleifen¹ und beobachtet ab 1660 mit seinen Linsen Wasserbakterien, Wimperntiere und Spermien. Er entdeckte unter anderem 1668 die roten Blutkörperchen und 1675 unzählige „kleine Lebewesen“ im Regenwasser. 1683 entdeckte er Bakterien zwischen seinen Zähnen. 1677 entdeckte er die Samenzellen und widersprach der vorherrschenden Theorie von der Spontanzeugung der kleinsten Lebewesen und wies nach, dass sich Flöhe und Muscheln aus Eiern entwickeln und nicht, wie man damals glaubte, spontan aus Schmutz oder Sand entstehen würden.

b) Robert Hooke baute 1665 dann das erste Mikroskop und beschrieb damit das Aussehen von Flaschenkork. Er hatte damit das Auflösungsvermögen des Auges um den Faktor einhundert verbessert.

Auflösevermögen: Eigenschaft eines optischen Systems, nahe beieinander liegende Punkte getrennt voneinander abzubilden. Gute Lichtmikroskope haben einen Vergrößerungsfaktor von > 2000.

Auflösevermögen	minimale Entfernung zweier Punkte
des menschlichen Auges	~0,2 mm
des Lichtmikroskops	~0,00025mm = 0,25µm
des Elektronenmikroskops	~ 0,0002 µm

Aufbau des Lichtmikroskops



Ein Mikroskop² besteht aus mindestens zwei Linsen, dem **Okular** und dem **Objektiv**. Beide sind an den gegenüberliegenden Enden eines geschlossenen Rohres (**Tubus**) angebracht. Sie erzeugen ein vergrößertes, reelles Abbild des zu untersuchenden Gegenstandes.

Die Gesamtvergrößerungsleistung eines Mikroskops wird durch die Brennweiten der beiden Linsensysteme bestimmt:

Gesamtvergrößerung = •

Zusatzinformationen: http://de.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek

² Lösung: 1. Okularlinse, 2. Tubus, 3. Revolver, 4. Objektivlinse, 5. Griff, 6. Objekttrichchen, 7. Stellrad, 8. Lichtquelle

Optische Untersuchungsgeräte III - Das Elektronenmikroskop (EM)

Elektronenstrahlen verhalten sich bei hoher Geschwindigkeit wie extrem kurzwelliges Licht. Deshalb hat man zum Betrachten extrem kleiner Gegenstände das Elektronenmikroskop entwickelt welches Gegenstände mit Elektronen abbilden kann.

Die Auflösungsgrenze des Auges liegt bei etwa 0,1mm. Mit Elektronenmikroskopen lässt sich eine maximale Auflösung von etwa 500nm erreichen. Der Grund liegt in der viel kleineren Wellenlänge der Elektronenstrahlung im Vergleich zum sichtbaren Licht. Da keine kleineren Strukturen als die Größe der Wellenlänge abgebildet werden können, ist mit einem Elektronenmikroskop eine deutlich höhere Auflösung (derzeit etwa $1/1000\ 000\ 000\text{m} = 1\text{nm}$) erreicht werden als mit einem Lichtmikroskop (etwa $1/1000\ 000\text{m} = 1\ \mu\text{m}$).

Außerdem lässt sich mit heutigen Lichtmikroskopen nur maximal eine etwa 1000fache Vergrößerung erreichen, während man mit aktuellen Transferelektronenmikroskopen (=TEM) eine Vergrößerung von 1 000 000 erreicht werden. (Der Grund dafür liegt in der Wellenlänge, die beim sichtbaren Licht mindestens bei 380nm liegt, aber bei Elektronen (bei 100kV) nur 0,0038nm beträgt.)

Aufbau des EM:

1. Vom Prinzip liegt eine ähnliche Konstruktion wie beim LM vor
2. Elektronenstrahlen (Elektronen sind negativ geladene Teilchen) anstelle von Licht werden verwendet. Sie bewegen sich mit 200.000 km/s und sind viel „dünner“ als Lichtstrahlen. Deshalb kann man mit ihnen auch so feine Details abbilden.
3. Zum Betrachten muss der Untersuchungsgegenstand im Vakuum sein!

Es gibt zwei verschiedenen Prinzipien der Elektronenmikroskopie:

- a) Rasterelektronenmikroskop: die Oberfläche des Untersuchungsgegenstandes wird durch auftreffende Elektronen abgebildet. Das Bildsignal entsteht also durch eine Reflexion oberhalb der Probe
- b) Transmissionselektronenmikroskop: die Probe wird von den Elektronen durchdrungen. Das Bild entsteht unterhalb der Probe.

Als Strahlenquelle wird beim Elektronenmikroskop ein Elektronenstrahl benutzt. Dieser wird von einer Wolframheizkathode (oder einer Feldemissionskathode) freigesetzt und mittels elektromagnetischer Felder (entsprechen also den Linsen des LM!) auf die Ebene der Probe gebündelt. Elektronen, die die Probe durchdringen, werden durch eine Serie von Objektiv- und Projektorlinsen fokussiert und erzeugen auf einem fluoreszierenden Bildschirm ein vergrößertes Bild der Probe. Dies kann zusätzlich betrachtet werden oder mit einer eingebauten Kamera photographiert werden. In der gesamten Mikroskopsäule muss ein Vakuum bestehen.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektronenmikroskop>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtmikroskop>

Die historische Entwicklung der Mikroskopie

1605 Cornelis Jacobszoon Drebbel beschäftigte sich mit Linsen und erforscht Vergrößerungen (http://de.wikipedia.org/wiki/Cornelis_Jacobszoon_Drebbel)

1665 Robert Hooke baut mit Linsen das erste (dokumentierte) zweilinsige Lichtmikroskop. Damit erstellt er bis dahin unbekannte mikroskopische Zeichnungen pflanzlicher Zellen. Er veröffentlicht sein Buch „Micrographia“ 1665 mit zahlreichen mikroskopische Zeichnungen (http://de.wikipedia.org/wiki/Robert_Hooke)

1680 Antoni van Leeuwenhoek lernte Linsen besonders hoher Qualität zu schleifen und baute erste Mikroskope (mit bis zu 270facher Vergrößerung!). Er untersuchte u.a. das Kapillarsystem und Bakterien in Teichwasser und im menschlichen Speichel. Zur Besseren Darstellung und Kontrastierung experimentierte er mit Farbstoffen und führte wahrscheinlich als erster Färbungen mikroskopischer Präparate durch. (http://de.wikipedia.org/wiki/Antoni_Van_Leeuwenhoek)

1810 Entdeckung der Lichtbrechung und der Polarisierung des Lichtes durch Étienne Louis Malus. (http://de.wikipedia.org/wiki/Louis_Malus)

1852 Sir Georg Stokes entdeckt am Mineral Flussspat die Fluoreszenz

1880 Der Arzt Paul Ehrlich färbte schon in seiner Jugend mikroskopische Präparate. Er setzte die Mikroskopie konsequent zur Bekämpfung von Krankheiten ein und gilt u.a. als Vater der Chemotherapie. (http://de.wikipedia.org/wiki/Paul_Ehrlich)

1884 Hans Christian Gram entwickelt eine Färbetechnik für bestimmte Bakterien. Heute so genannte „grampositive Bakterien“ färben sich damit violett. Das ist deshalb von Bedeutung, da grampositive Bakterien anders auf Antibiotika reagieren als gramnegative. (http://de.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_Gram, <http://de.wikipedia.org/wiki/Gram-Färbung>)

1938 Ernst August Friedrich Ruska (http://de.wikipedia.org/wiki/Ernst_Ruska) Max Knoll (http://de.wikipedia.org/wiki/Max_Knoll) und Bodo von Borries (http://de.wikipedia.org/wiki/Bodo_von_Borries) entwickeln das erste Elektronenmikroskop

1986 Nobelpreis für Physik für Heinrich Rohrer (http://de.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Rohrer) und Ernst Ruska des für die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops (bis 1982).

Fragen zur Wiederholung

Aufgaben:

1. Nenne Unterschiede zwischen Tieren und Pflanzen
2. Nenne die kleinste Einheit des Lebens und nenne Beispiele
3. Nenne Merkmale des Lebens
4. Was ist der Unterschied zwischen Reizbarkeit und Reaktion auf Reize?
5. Ist Wachstum ein Merkmal des Lebens? Erwachsene Menschen leben doch auch, oder?
6. Nenne Beispiele für Pflanzenbewegung
7. Warum werden Pflanzen in der Ökologie als Produzenten, Tiere als Konsumenten bezeichnet?
8. Welche Energieformen können in den beiden RG vorkommen
9. Atmen Pflanzen?
10. Oberstufe: Erkläre die Begriffe „autotroph“ und „heterotroph“