

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Die Endosymbiontentheorie - Der Ursprung der eukaryotischen Zelle

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

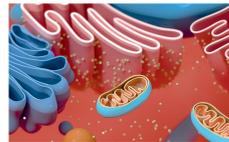


II.A.1.6

Cytologie – Organisation der Zelle

Die Endosymbiontentheorie – der Ursprung der eukaryotischen Zelle

Dr. Christoph Weglin



Im Zentrum dieser Einheit steht ein verteiltes Forschungskolleg der modernen Zelle und ihrer Organellen, die Frage nach dem Ursprung der eukaryotischen Zelle aus prokaryotischen Vorläufern. Ihre Lernenden ergründen prinzipielle Zusammenhänge und stellen die Frage, wie Mitochondrien und Chloroplasten ihre DNA erworben haben. Die Endosymbiontentheorie ist ein Phänomen der Evolution und die Entstehung der eukaryotischen Zelle. Abschließend lernen die Lernenden experimentelle Fallbeispiele aus der Zellbiologie, die die Endosymbiontentheorie stützen, kennen und diskutieren sie.

KOMPETENZPROFIL

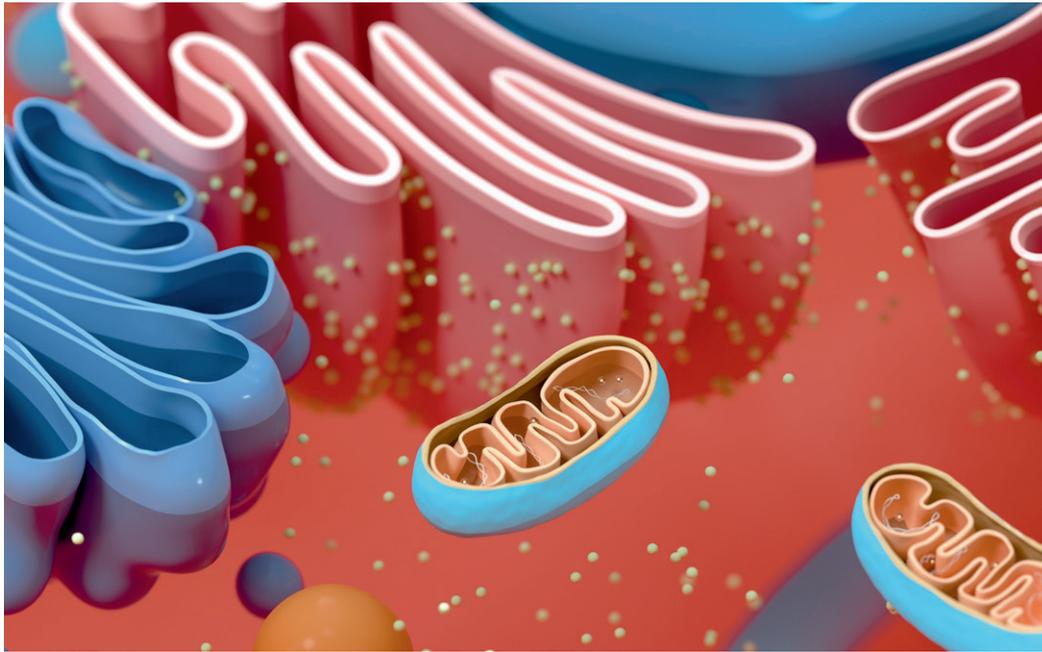
Klassenstufe: 11, 12, 13
Dauer: 6 Unterrichtsstunden (90 Minuten à 45)
Kompetenzbereich: Sachkompetenz, Sozialkompetenz
Inhalt: Evolution, Zellbiologie, Mitochondrium, Chloroplast, Membrantransport, Phagozytose, Protein import

II.A.1.6

Cytologie – Organisation der Zelle

Die Endosymbiontentheorie – der Ursprung der eukaryotischen Zelle

Dr. Christoph Weiglin



© RAABE 2024

© Jian Fan/iStock/Getty Images Plus

Im Zentrum dieser Einheit steht ein zentrales Forschungsfeld der modernen Evolutionsbiologie: die Frage nach dem Ursprung der eukaryotischen Zellen aus prokaryotischen Vorläufern. Ihre Lernenden vergleichen pro- und eukaryotische Zellen und stellen den Bezug zu Mitochondrien und Chloroplasten her. Sie erarbeiten sich die Endosymbiontentheorie als Phagozytoseprozess und betrachten Belege dieser Theorie. Abschließend betrachten die Lernenden experimentelle Fallbeispiele aus der Zellbiologie, die den endosymbiontischen Ursprung der Mitochondrien und Chloroplasten belegen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11, 12, 13
Dauer:	6 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 4)
Kompetenzen:	Sachkompetenz, Bewertungskompetenz
Inhalt:	Evolution, Zellbiologie, Mitochondrium, Chloroplast, Biomembran, Phagozytose, Prokaryoten,

Fachliche Hinweise

Die beiden Begründer der Deszendenztheorie, Charles Darwin und Alfred Russell Wallace, waren in erster Linie „organismisch“ denkende Naturforscher, die durch Studien intakter Lebewesen in ihrer natürlichen Umwelt (oder im Zustand der Domestikation) unabhängig voneinander in der Mitte des 19. Jahrhunderts zur Theorie des Artenwandels durch natürliche Auslese kamen. Im Schatten dieser „organismisch“ ausgerichteten Abstammungslehre entwickelte sich bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die nur wenig beachtete Zellforschung. So erkannte bereits der russische Forscher Konstantin Mereschowski im Jahr 1905, dass Chloroplasten fremde, fotosynthetisch aktive Organismen sind, die vor langer Zeit in das Zytoplasma fremder Zellen gelangt sind und dort in Form von Symbionten weiter existierten. Im Jahr 1927 konnte diese „Symbiogenesishypothese“ durch Ivan Wallin auch für Mitochondrien bestätigt werden. Mereschowski führte damit ein neues Teilgebiet der Biologie ein: Die evolutionäre experimentelle Zellforschung, die seit etwa 1990 im Zentrum des Interesses zahlreicher Evolutionsforscher steht. Durch die Einführung des Transmissionselektronenmikroskops in den 1950er-Jahren und weitere Erkenntnisse der Molekulargenetik in den 1970er- und 1980er-Jahren konnten entscheidende Resultate zur Untermauerung der „Symbiogenesishypothese“ erarbeitet werden, die heute durch zahlreiche Beweise weitgehend als Endosymbiontentheorie akzeptiert ist.

Didaktisch-methodische Hinweise

Im Rahmen des Kursunterrichts der gymnasialen Oberstufe beschäftigen sich die Lernenden im ersten Qualifikationssemester (Q1) intensiv mit den Strukturen und Funktionen von pro- und eukaryotischen Zellen und lernen in diesem Zusammenhang auch die Zellorganellen, ihre Feinstruktur und ihre Aufgaben kennen. Im Themenfeld „Molekulargenetische Grundlagen des Lebens“ (Q3) werden die molekularbiologischen Grundlagen der Genomanalyse erarbeitet. Im vierten Qualifikationssemester (Q4) erfolgt die Bearbeitung des Inhaltsfelds Evolution. Hier steht im Wesentlichen die „organismische“ Evolution mit Themen wie die synthetische Theorie der Evolution, Artbildung, Evolutionsfaktoren, stammesgeschichtliche Entwicklung etc. im Vordergrund. Die Endosymbiontentheorie vernetzt die Inhaltsfelder der Zellbiologie und Molekulargenetik mit der Evolution. Durch diese inhaltliche Vernetzung bietet diese Unterrichtssequenz den Lernenden die Möglichkeit, ihre Kompetenzen zur Zellbiologie und Molekulargenetik zu vertiefen und in einen neuen Kontext zu bringen. Die Lernenden sollen an wissenschaftspropädeutisches Arbeiten herangeführt werden und den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nachvollziehen. Sie erstellen selbstständig schlüssige Hypothesen und prüfen diese, indem sie Informationen erarbeiten und deuten.

Wie ist die Unterrichtseinheit aufgebaut?

In der **ersten und zweiten Unterrichtsstunde** reaktivieren bzw. wiederholen die Lernenden ihr entsprechendes Vorwissen zur Zellbiologie mithilfe von zwei Arbeitsblättern (**M 1** und **M 2**). In **M 1** erarbeiten sich die Lernenden zunächst die grundlegenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Prokaryoten und Eukaryoten. Hier kommt ein Tandembogen zum Einsatz. Im Anschluss erarbeiten sich Ihre Lernenden mit **M 2** die Unterschiede zwischen Eubakterien und Archaeen. Sie erkennen die tiefgreifenden Unterschiede dieser beiden Domänen und lernen den horizontalen Gentransfer kennen. Dieser Zusammenhang führt zu einem vertieften Verständnis des horizontalen Gentransfers im Zusammenhang mit der Endosymbiontentheorie.

Aufgabe 4 kann als Hausaufgabe oder Zusatzaufgabe genutzt werden.



In der **dritten und vierten Unterrichtsstunde** erarbeiten sich die Lernenden mithilfe von **M 3** die Endosymbiontentheorie und formulieren die schrittweise Entwicklung der Endosymbiose in zentralen Aussagen. So soll durch den Vergleich von Prokaryoten und Eukaryoten die Hypothese gebildet werden, dass die große Ähnlichkeit der Zellorganellen mit prokaryotischen Zellen durch Verwandtschaft zu erklären ist.

Zu Beginn der **fünften und sechsten Unterrichtsstunde** werden mit **M 4** weitere wichtige Belege für die Richtigkeit der Endosymbiontentheorie vorgestellt. Hier steht die wichtige Erkenntnis im Vordergrund, dass die Endosymbiose mehrfach erfolgt ist und zu komplexen Plastiden mit drei oder vier Membranen geführt hat. Das Arbeitsblatt **M 5** liefert anschließend den Kontext für eine vertiefende Auseinandersetzung mit der Endosymbiontentheorie. Durch den Vergleich der unvollständigen Endosymbiose des Geißeltierchens *Hatena* mit seinem Endosymbionten, der Alge *Nephroselmis*, erhalten die Lernenden einen Einblick in die einzelnen Schritte bei der Entwicklung einer Endosymbiose. Ähnliches gilt für das wissenschaftlich hochinteressante Wechseltierchen *Paulinella Chromatophora*, deren Endosymbiont ein evolutionäres Zwischenstadium zwischen dem aufgenommenen Prokaryoten und einem, dem Chloroplasten ähnlichen, fotosynthetisch aktiven Chromatophor darstellt.

Die zwei Materialien können in Einzelarbeit oder von zwei bzw. mehreren Lernenden kooperativ bearbeitet werden. Bei Bedarf können die drei Informationstexte auch Grundlage für ein Gruppenpuzzle bieten.



Weiterführende Medien

Internetseiten

- <https://studyflix.de/biologie/archaeen-2068>
In diesem 6,5-minütigen Video von *Studyflix* erfahren Ihre Lernenden alles über den Aufbau, den Stoffwechsel und das Vorkommen der Archaeen. Das Video kann unterstützend zu **M 2** eingesetzt werden.
- <https://studyflix.de/biologie/cyanobakterien-3609> Das 3-minütige Erklärvideo von *Studyflix* kann ebenfalls in **M 2** zur Unterstützung eingesetzt werden. Das Video behandelt den Aufbau, den Stoffwechsel und die Lebensräume der Zyanobakterien.
- <https://studyflix.de/biologie/endosymbiontentheorie-2137>
In diesem Video von *Studyflix* erfahren Ihre Lernenden innerhalb von knapp 5 Minuten, worum es sich bei der Endosymbiontentheorie handelt und welche Belege für diese Theorie sprechen.
- <https://www.youtube.com/watch?v=9LTMDLDsL98>
In einem visuell ansprechenden Video (ca. 5 Minuten) der Max-Planck-Gesellschaft auf YouTube wird der Ursprung der Mitochondrien und Chloroplasten gezeigt. Das Video kann für die dritte Unterrichtsstunde bzw. **M 3** als Einstieg genutzt werden.

[letzter Abruf: 01.03.2024]

Auf einen Blick

1./2. Stunde

Thema: **Reaktivierung des Vorwissens zur Zellbiologie**

M 1 Protozyten und Euzyten – ein Vergleich

M 2 Eubakterien, Zyanobakterien und Archaeen

3./4. Stunde

Thema: **Grundlage und Belege der Endosymbiontentheorie**

M 3 Die Endosymbiontentheorie

Benötigt: ggf. das Video <https://raabe.click/Endosymbiontentheorie> für den Einstieg

5./6. Stunde

Thema: **Weitere Belege und Beispiele für die Endosymbiontentheorie**

M 4 Sekundäre Endosymbiose

M 5 Endosymbiose – auf frischer Tat ertappt!

Minimalplan

Falls Sie weniger Zeit für diese Unterrichtseinheit haben, wenn diese beispielsweise im Grundkurs unterrichtet wird, geben Sie **M 1** als vorbereitende Hausaufgabe auf. Starten Sie in der darauffolgenden Stunde mit **M 2**. **M 3** bildet das Herzstück der Einheit und sollte nicht entfallen. **M 4** und **M 5** sind als Erweiterungen und Vertiefungen der Einheit zu betrachten. Die Inhalte könnten alternativ in Form von Präsentationen von Lernenden vermittelt werden.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		Selbsteinschätzung

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Die Endosymbiontentheorie - Der Ursprung der eukaryotischen Zelle

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

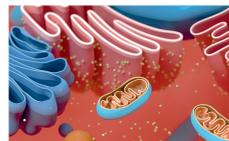


II.A.1.6

Cytologie – Organisation der Zelle

Die Endosymbiontentheorie – der Ursprung der eukaryotischen Zelle

Dr. Christoph Weglin



Im Zentrum dieser Einheit steht ein verteiltes Forschungskolleg der modernen Zelle und ihrer Organellen, die Frage nach dem Ursprung der eukaryotischen Zelle aus prokaryotischen Vorläufern. Ihre Lernenden ergründen prinzipielle Zusammenhänge und stellen die Frage, wie Mitochondrien und Chloroplasten ihre DNA erworben haben. Die Endosymbiontentheorie ist ein Phänomen der Evolution und die Entwicklung der eukaryotischen Zelle. Die Endosymbiontentheorie ist ein Phänomen der Evolution und die Entwicklung der eukaryotischen Zelle.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 11, 12, 13
Dauer: 6 Unterrichtsstunden (90 Minuten à 45)
Kompetenzbereich: Sachkompetenz, Sozialkompetenz
Inhalt: Evolution, Zellbiologie, Mitochondrium, Chloroplast, Membrantransport, Phagozytose, Proteinimport