

Vorwort

In seinem ersten Durchgang hat der Plan Wunschcharakter. Es muss sich erst noch erweisen, ob die Inhalte sämtlich bearbeitet werden können. Insbesondere ist unklar, wie viel Zeit für praktische Arbeiten bleibt. Wahrscheinlich werden einige Inhalte nur sehr oberflächlich angesprochen. Darüber muss später konferiert werden.

Die Unterrichtsvorhaben sind zunächst einmal so beschlossen.

Sie enthalten die notwendigen Kompetenzerwartungen.

Sie enthalten Wünsche für Schwerpunktsetzungen.

Die Kolleginnen und Kollegen, die in diesem Schuljahr in der Einführungsphase unterrichten, berichten nach dem ersten und zweiten Halbjahr über ihre Erfahrungen, so dass dann die konkretisierten Kompetenzerwartungen mit Vorschlägen für verbindliche Elemente des Unterrichts diskutiert und dann beschlossen werden.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Einleitung	2
Zeitlicher Rahmen	2
Themen, Kontexte, Kompetenzen	2
Inhalte	2
Lernstandsüberprüfung und Leistungsbewertung	2
Einführungsphase Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle	3
Unterrichtsvorhaben I: Bau und Funktion von menschlichen und pflanzlichen Zellen	3
15 Unterrichtsstunden=5 Wochen	
<i>Kontext: Zusammenfassung des Wissens aus der Sekundarstufe I</i>	<i>3</i>
Unterrichtsvorhaben II: Zellmodellbau mithilfe von Elektronenmikroskop und Ultrazentrifuge	4
15 Unterrichtsstunden=5 Wochen	
<i>Kontext: Zellbausteine im Kontext von Lebensfunktionen</i>	<i>4</i>
Unterrichtsvorhaben III: Die Rolle des Zellkerns wird erforscht	5
18 Unterrichtsstunden=6 Wochen	
<i>Kontext: Merkmale von Lebewesen - Information, Kommunikation, Steuerung, Regelung, Vererbung</i>	<i>5</i>
Unterrichtsvorhaben IV: Bau und Funktion der halbdurchlässigen Membranen	6
15 Unterrichtsstunden=5 Wochen	
<i>Kontext: Das Verhältnis von Zellbestandteilen und Zellen zu ihrer Umgebung</i>	<i>6</i>
Einführungsphase Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel	7
Unterrichtsvorhaben V: Bau und Funktion von Enzymen	7
24 Unterrichtsstunden=8 Wochen	
<i>Kontext: Stoffwechselspezialisten innerhalb und außerhalb der Zelle - Enzyme</i>	<i>7</i>
Unterrichtsvorhaben VI: Energiestoffwechsel	8
24 Unterrichtsstunden=8 Wochen	
<i>Kontext: Das Zusammenspiel von Organismus und Zellen bei körperlicher Aktivität</i>	<i>8</i>

Einleitung

Zeitlicher Rahmen

Es sind 37 von 40 Schulwochen im Plan enthalten. In diese Zeit müssen die Klausuren fallen. Bisheriger Beschluss: Eine Klausur im ersten Halbjahr, zwei Klausuren im zweiten. Die Dauer der Klausuren beträgt jeweils 2 Unterrichtsstunden.

Erfahrungsgemäß finden die restlichen möglichen 9 Unterrichtsstunden wegen systematischen oder zufälligen Unterrichtsausfalls nicht statt (Praktikum, Brückentage, Ferientage, Projekttag).

Themen, Kontexte, Kompetenzen

Die Kontexte sind so ausgesucht und formuliert, dass sie für die Themen der Unterrichtsvorhaben einen fokussierenden oder begründenden Rahmen liefern.

Die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung sind in den Übersichtsseiten relativ detailliert aufgeführt.

Wichtig ist, dass sämtliche übergeordneten Kompetenzen des Lehrplans im Schuljahr berücksichtigt werden.

Dabei ist es notwendig, dass jede Kompetenz mehrmals im Jahr im Unterricht explizit beachtet wird. Durch den Eintrag bei mehreren Unterrichtsvorhaben entstehen diesbezügliche Hinweise.

Inhalte

Die inhaltlichen Schwerpunkte sind aus sämtlichen Angaben zu den Inhaltsfeldern des Kernlehrplans zusammengefasst worden. Die dazu erwünschten Tätigkeiten der Schülerinnen und Schüler stehen im Lehrplan als konkretisierte Kompetenzerwartungen. Einige wenige Punkte wurden ergänzt weil sie notwendiges Vorwissen darstellen, das die Schüler nicht mitbringen – zum Beispiel Wissen über chemische Reaktionen als Voraussetzung für einen Unterricht zu enzymatisch gesteuerten chemischen Reaktionen.

Lernstandsüberprüfung und Leistungsbewertung

Es müssen noch zu sämtlichen „konkretisierten Kompetenzen“ Maßnahmen überlegt werden, mithilfe derer man das Erreichen der Kompetenzen überprüft. Das einmalige Durchführen einer Handlung, die der Formulierung einer „konkretisierten Kompetenz“ entspricht, garantiert nicht, dass die Kompetenz erreicht wurde. Man wird nicht alles in Klausuren abfragen können.

Daher sind Ideen gefragt, die vor allem sicher stellen, dass man als Lehrerin oder Lehrer eine entsprechende Aufgabe auch wirklich leisten kann.

Eine Möglichkeit ist, am Anfang jeder Unterrichtsstunde einen Kurztest zum Stoff der vorherigen Stunde zu machen, den die Schüler untereinander korrigieren, wobei die Lehrerin oder der Lehrer herumgeht und kontrolliert, wer Probleme hat und wer nicht. Dabei kann man sich kurze Notizen machen, wenn einzelne Schülerinnen oder Schüler trotz Übens bestimmte Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht erreichen, beziehungsweise, wenn die Kompetenz offensichtlich erreicht wurde.

Es wäre gut, wenn alle Kolleginnen und Kollegen so vorgehen würden. Dazu wären auch Beispielaufgaben gut. Die erstellen sich nicht im Handumdrehen, etwa wie in Fächern mit einem riesigen Aufgabenpool, zum Beispiel Mathematik.

Einführungsphase Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle***Unterrichtsvorhaben II: Zellmodellbau mithilfe von Elektronenmikroskop und Ultrazentrifuge******15 Unterrichtsstunden=5 Wochen******Kontext: Zellbausteine im Kontext von Lebensfunktionen*****Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- Umgang mit Fachwissen: 1 Wiedergabe
3 Systematisierung
4 Vernetzung
- Erkenntnisgewinnung: 1 Probleme und Fragestellungen
3 Hypothesen bilden
6 Modelle
- Kommunikation: 1 Dokumentation
3 Präsentieren

Hier sollten Artefakte bei der Elektronenmikroskopie und Modellbildung besprochen werden.

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Zellaufbau ◆ Eukaryot ◆ Prokaryot ◆ Zellorganellen
- ◆ Zellkompartimentierung
- ◆ Elektronenmikroskopie
- ◆ Ultrazentrifugation
- ◆ Reaktionsräume im Überblick
- ◆ Endosymbiose

Einführungsphase Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle***Unterrichtsvorhaben III: Die Rolle des Zellkerns wird erforscht******18 Unterrichtsstunden=6 Wochen******Kontext: Merkmale von Lebewesen - Information, Kommunikation, Steuerung, Regelung, Vererbung*****Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- Umgang mit Fachwissen: 1 Wiedergabe
2 Auswahl
3 Systematisierung
- Erkenntnisgewinnung: 1 Probleme und Fragestellungen
3 Hypothesen bilden
5 Auswertung
7 Arbeits- und Denkweisen
- Kommunikation: 1 Dokumentation
4 Argumentation
- Bewertung: 1 Kriterien

Hier sollten die Bezüge zum genannten Kontext graphisch dargestellt werden.

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Funktion des Zellkerns
- ◆ Chromosomen
- ◆ Zellkommunikation
- ◆ radioaktive Markierung (Tracing)
- ◆ Eiweißsynthese im Überblick ◆ Bau von Eiweißmolekülen ◆ Makromolekül
- ◆ Zellverdopplung und DNA
- ◆ Bau und Funktion des DNA-Moleküls im Überblick
- ◆ Replikation als Phänomen
- ◆ Mitose ◆ Zellzyklus
- ◆ Zelldifferenzierung
- ◆ Klonierung

Einführungsphase Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle***Unterrichtsvorhaben IV: Bau und Funktion der halbdurchlässigen Membranen******15 Unterrichtsstunden=5 Wochen******Kontext: Das Verhältnis von Zellbestandteilen und Zellen zu ihrer Umgebung*****Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- Umgang mit Fachwissen: 1 Wiedergabe
4 Vernetzung
- Erkenntnisgewinnung: 1 Probleme und Fragestellungen
5 Auswertung
6 Modelle
7 Arbeits- und Denkweisen
- Kommunikation: 1 Dokumentation
3 Präsentieren
4 Argumentation

Hier sollte eine fertige Argumentation nachvollzogen werden. Ein Erarbeiten ist für die meisten Schüler zu schwierig, weil ihnen die nötigen Kenntnisse aus Physik und Chemie fehlen. Dieses Kapitel enthält viel Lernstoff. Ein wenig Entlastung bietet Unterrichtsvorhaben I.

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Biomembranen
- ◆ Bau und Funktion von Lipiden und Proteinen in Biomembranen
- ◆ Modelle von Biomembranen
- ◆ Beispiele für Erkenntnisfortschritte über Biomembranaufbau
- ◆ Strukturen auf der Zellmembranaußenseite
- ◆ Modellvorstellungen zum Transport durch die Membran
- ◆ Stofftransport zwischen Kompartimenten ◆ Endocytose ◆ Exocytose ◆ Golgi-Apparat
- ◆ Diffusion ◆ Osmose ◆ Osmoregulation ◆ Teilchenmodell zur Erklärung der Diffusion
- ◆ Cytoskelett

Einführungsphase Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel

Unterrichtsvorhaben V: Bau und Funktion von Enzymen

24 Unterrichtsstunden=8 Wochen

Kontext: Stoffwechselspezialisten innerhalb und außerhalb der Zelle - Enzyme

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- Umgang mit Fachwissen: 1 Wiedergabe
2 Auswahl
3 Systematisierung
4 Vernetzung
- Erkenntnisgewinnung: 1 Probleme und Fragestellungen
2 Wahrnehmung und Messung
3 Hypothesen bilden
4 Untersuchungen und Experimente
5 Auswertung
6 Modelle
7 Arbeits- und Denkweisen
- Kommunikation: 1 Dokumentation
2 Recherche
3 Präsentation
4 Argumentation
- Bewertung: 4 Möglichkeiten und Grenzen

Die konkretisierten Kompetenzerwartungen enthalten Bezüge zu sehr vielen Kompetenzen. Erkenntnisgewinnung und Kommunikation könnten in diesem Vorhaben Schwerpunkte sein. Dennoch muss spätestens zum Abschluss der Bereich „Umgang mit Fachwissen“ beachtet werden.

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Enzyme
- ◆ Struktur und Funktion von Enzymen
- ◆ Enzyme im Stoffwechsel, Substrat- und Wirkungsspezifität
- ◆ Chemische Reaktion, Atom, Molekül, Energie
- ◆ Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren
- ◆ Abhängigkeit enzymatisch gesteuerter Reaktionen von verschiedenen Faktoren
- ◆ Regelung enzymatisch gesteuerter Reaktionen, insbesondere Hemmung
- ◆ Modellbildung und Modellverwendung zur Erklärung enzymatisch gesteuerter Reaktionen
- ◆ Durchführung von Experimenten
- ◆ Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen

Einführungsphase Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel

Unterrichtsvorhaben VI: Energiestoffwechsel

24 Unterrichtsstunden=8 Wochen

Kontext: Das Zusammenspiel von Organismus und Zellen bei körperlicher Aktivität

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- Umgang mit Fachwissen: 1 Wiedergabe
2 Auswahl
3 Systematisierung
4 Vernetzung
- Erkenntnisgewinnung: 6 Modelle
7 Arbeits- und Denkweisen
- Kommunikation: 1 Dokumentation
3 Präsentation
4 Argumentation
- Bewertung: 1 Kriterien
2 Entscheidungen
3 Werte und Normen

Hier bietet sich die Chance, Rückbezug auf Unterrichtsvorhaben I zu nehmen. Gemäß Lehrplan dürfen sämtliche Schemata vereinfacht sein. Das Lernen selbst geschieht ebenfalls anhand der Schemata, ist also Ergebnis von Instruktion, weniger von Erarbeitung. Elaboration von wahrscheinlich von der Lehrerin oder dem Lehrer selbst zu erstellenden Texten wird eine wichtige Arbeitsgrundlage sein. Daher kann also ein Schwerpunkt auf Vernetzung des Fachwissens gelegt werden. Dies wäre verknüpft mit von Schülerinnen und Schülern selbst erstellten Präsentationen sowie mit fachlich angemessenen Argumentationen. Ein möglicher Schwerpunkt kann allerdings auch im Experimentellen gesetzt werden, falls man Zeit dazu hat. Die Energieumsatzmessungen sind anspruchsvoll und gedanklich schwierig, weil von der makroskopischen bis auf die submikroskopische Ebene Verknüpfungen hergestellt werden müssen.

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Dissimilation
- ◆ Mitochondrium
- ◆ Energieumwandlung
- ◆ Schemata zur Dissimilation
- ◆ NAD⁺ und ATP bei aerober und anaerober Dissimilation
- ◆ Schemata zur ATP-Synthese im Mitochondrium
- ◆ Stellung des Zitronensäurezyklus mit einfachen Schemata
- ◆ Tracermethode zur Aufklärung der Dissimilation
- ◆ Körperliche Aktivität und Stoffwechsel
- ◆ Grundumsatz ◆ Leistungsumsatz ◆ Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes
- ◆ Muskulatur ◆ Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur
- ◆ Aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlicher Aktivität
- ◆ Trainingsformen und Trainingsziele
- ◆ Leistungssteigernde Substanzen bewerten

Ende

Unterrichtsvorhaben I: Bau und Funktion von menschlichen und pflanzlichen Zellen 15 Unterrichtsstunden=5 Wochen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Vorwissen aus der Sekundarstufe I zu Zelle, Gewebe, Organ, Organismus	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau eukaryotischer Zellen • beschreiben Aufbau und Funktion lichtmikroskopisch sichtbarer Zellorganellen • ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion 	Orientierung liefert das Tierschema, s. Anhang. Abbildungen aus bioskop 7-9 Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen Multiple-Choice-Test zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)</p> <p><i>Es werden individuelle Arbeitszeiten zur Einzelarbeit festgelegt. Die schriftliche Ausarbeitung führt zu einem Kurzvortrag.</i></p> <p>Verbindlicher Beschluss: Der Lernerfolg zur Sicherung der Voraussetzungen aus der Sekundarstufe I wird benotet.</p> <p><i>Der Zusammenhang von Bau und Funktion ist häufig eine Passung, aber nie die einzige Möglichkeit (Schülerfehler aufmerksam registrieren: „Struktur folgt Funktion“ und ggf. korrigieren).</i></p>
Wissenschaftliche Methoden zur Absicherung des Vorwissens I; das Objekt wird verändert Lichtmikroskopie Färbemethoden	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt durch Lichtmikroskopie und Färbemethoden dar (E7). 	Lichtmikroskopie (Mundschleimhaut, Zwiebel-epidermis, Elodea, Banane) Färbung mit Methylenblau, Lugolscher Lösung und Karminessigsäure im Vergleich Verschiedene Abbildungen von Objekten, die unterschiedlich gefärbt wurden	<p><i>Naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinn durch hypothetisch-deduktives Vorgehen ist grob aus der SI bekannt.</i></p> <p><i>Neu ist:</i> <i>Artefaktproblem in der Wissenschaft:</i> <i>Alle Aussagen sind Hypothesen!</i> <i>Diese Art zu Denken war sehr erfolgreich.</i></p>
Wissenschaftliche Methoden zur Absicherung des Vorwissens II; das Objekt wird beeinflusst Plasmolyse	<ul style="list-style-type: none"> • führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge • beschreiben Semipermeabilität und Transportvorgänge bei Membranen als Phänomen, das mit einfachen Modellvorstellungen erklärt werden kann. 	„Nachweis“ des Plasmalemmas und auch des Tonoplasten durch Plasmolyse	<p><i>Hypothesenbildung, Zusammenhang von Untersuchung und Hypothesen</i></p> <p><i>Die Erklärung zur Plasmolyse bleibt naiv und trainiert die zugrundeliegenden Begriffe zur Konzentration von Stoffen und zum Konzentrationsgefälle. Keine Erklärungsansätze auf Teilchenebene.</i></p> <p><i>Die Semipermeabilität legt zunächst ein Filtrationsmodell nahe. Dieses kann toleriert werden.</i></p>
Wissenschaftliche Methoden zur Absicherung des Vorwissens III; das Objekt wird hypothesengeleitet beobachtet Plasmaströmung als Kennzeichen des Lebendigen auf zellulärer Ebene Bewegung bei Einzellern, z.B. Wimpern-	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport (UF3, UF1). 	Elodea oder Zwiebelepidermis Kennzeichen des Lebendigen finden sich auf zellulärer Ebene Fluoreszenzmikroskopische Bilder vom Cytoskelett Filme zur Bewegung bei Einzellern	<p><i>Was ist eine Theorie?</i> <i>Erste Erläuterung der Zelltheorie</i></p> <p><i>Beobachten als wissenschaftliche Methode wird wiederholt oder von der Lehrerin oder dem Lehrer vorgemacht.</i></p>

tierchen und Amöbe		Arbeitsblatt zum Beobachten mit Hypothese und zugehöriger Deduktion	
<p>Wissenschaftliche Methoden zur Absicherung des Vorwissens IV; Objekte werden kriteriengeleitet verglichen</p> <p>Zelldifferenzierung: Entwicklung von Fragen danach, wie es zur Differenzierung kommt? (Zelle, Gewebe, Organe, Kennzeichen des Lebendigen); Korrelation und Kausalität beim Struktur-Funktions-Zusammenhang</p>	<ul style="list-style-type: none"> ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1). 	<p>Lichtmikroskopie Blattquerschnitt mit Fertigpräparaten</p> <p>Abbildungen differenzierter menschlicher Zellen nebst Angabe ihrer Funktionen (Bsp. Sinnes- und Nerven- und Muskelzellen oder Blutzellen oder Zellen des Verdauungstrakts, vgl. auch bioskop 7-9)</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Hier finden Kennübungen statt. Das geht besser mit Mikrophotos als mit selbst mikroskopierten Objekten.</p> <p><i>Die Kennzeichen des Lebendigen helfen Fragen aufzuwerfen, die den folgenden Unterricht strukturieren können.</i></p>
<p>Arbeitsteilung in der Zelle am Beispiel Energie; Ausblick auf einen neuen Schwerpunkt im Fach Biologie: <i>Chemische Reaktionen in der Zelle</i></p> <p>Energiegewinnung aus Glucose ohne Details, auf Niveau des Vorwissens aus der Sekundarstufe I</p> <p>ATP-Bildung als Funktion der Mitochondrien</p> <p>Energetische Kopplung: Bewegung am Cytoskelett benötigt ATP; Bewegung in Muskelzellen benötigt ATP</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Funktion von einigen Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1). 	<p>Am Tierschema kann man den Zusammenhang von äußerer Atmung und Zellatmung veranschaulichen. Die Arbeitsteilung im Organismus dient als Modell für die Arbeitsteilung in der Zelle</p> <p>Demonstration von Zwiebelzellen bei 100facher Objektivvergrößerung mit dem Immersionsölobjektiv zeigt Endoplasmatisches Retikulum und Mitochondrien</p> <p>3D-Modelle zu pflanzlichen Zellen</p> <p>Bilder aus bioskop 7-9</p>	<p><i>Schematische Darstellung einer Zelle mit Mitochondrium und Cytoskelett zur Veranschaulichung der energetischen Kopplung trotz räumlicher Distanz</i></p> <p><i>Organellen sind keine Organe. Hier gibt es einen sprachlichen „Fallstrick“.</i></p>

<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Vorwissen aus der Sekundarstufe I wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen); möglichst stündliche oder wöchentliche Kurztests mit gegenseitiger Korrektur 	<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Multiple-Choice-Tests zu Zelltypen und wissenschaftlichen Methoden ggf. Teil einer Klausur
---	---

Unterrichtsvorhaben II: Zellmodellbau mithilfe von Elektronenmikroskop und Ultrazentrifuge 15 Unterrichtsstunden=5 Wochen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Stand des Wissens; Einblick in die Feinstruktur von Zellen Organellen pflanzlicher und tierischer Zellen im elektronenmikroskopischen Bild und im Modell Das Zusammenpassen von Schnittflächen und räumlicher Gestalt wird anschaulich</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen • erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle 	<p>3D-Modell vom lichtmikroskopischen Bild einer pflanzlichen Zelle 3D-Modell vom elektronenmikroskopischen Bild einer tierischen Zelle große Photokopien von elektronenmikroskopischen Bildern verschiedener Zellorganellen und -bereiche Eine große Kugel, die aus Knetgummi verschiedener Farbe zusammengerollt wurde, wird in mehrere Scheiben geschnitten, und die Schnittflächen werden betrachtet. Tabelle, in der die Funktionen wesentlicher Zellorganellen zusammengefasst ist.</p>	<p><i>Zusammenleben eines großen zweidimensionalen Bildes von einer tierischen Zelle mithilfe von Photographien elektronenmikroskopischer Bilder</i></p> <p><i>In das Klebebild werden die mitgeteilten Funktionen eingetragen und aus diesen Mitteilungen wird erschlossen, welche funktionalen Zusammenhänge zwischen den Zellorganellen vorhanden sein müssen. Ein Gruppenvortrag ist möglich.</i></p>
<p>Stand des Wissens; Der Einfluss verschiedener technischer Hilfsmittel Lichtmikroskopisches, fluoreszenzmikroskopisches und elektronenmikroskopisches Bild einer Zelle im Vergleich</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau von Zellorganellen • stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie an Beispielen dar (E7). • erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport (UF3, UF1). 	<p>Braunsche Röhre aus der Physiksammlung zur Veranschaulichung der Funktionsweise eines Elektronenmikroskops Vergleich lichtmikroskopischer, speziell auch fluoreszenzmikroskopischer und elektronenmikroskopischer Abbildungen zu Mitochondrien und zum Endoplasmatischen Retikulum Alte und neue lichtmikroskopische, sowie alte und neue elektronenmikroskopische Bilder zur Darstellung des jeweiligen technischen Fortschritts Bilder, die den Einfluss von Färbung, Kontrastierung und Markierung zeigen Fluoreszenzmikroskopische Filme zum zellulären Transport am Cytoskelett und im Endoplasmatischen Retikulum</p>	<p><i>Braunsche Röhre und Artefaktproblem können bei dem vorgegebenen Zeitrahmen lediglich im Lehrervortrag eingesetzt werden, obwohl dies absolut unbefriedigend ist.</i></p> <p><i>Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.</i></p>
<p>Stand des Wissens; Funktion einzelner Zellbestandteile Gewinnung von Zellbestandteilen mithilfe von Ultrazentrifugation In-vitro-Untersuchungen von Zell-</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen • interpretieren Daten bezüglich einer Fragestellung und leiten daraus qualitative Zusammenhänge ab. 	<p>Film zur Gewinnung von Zellbestandteilen Modellversuch mit der Tischzentrifuge Experimente zur Gewinnung einer Chloroplastensuspension sowie einer Mitochondriensuspension mit anschließender Funktionsprüfung</p>	<p><i>In vitro Prüfung kann als Problem behandelt werden. Dann würde sich hier ein weiterer Aspekt biologischer Forschung erschließen. Die Experimente werden auf dem Niveau der Sekundarstufe I ausgewertet: Sauerstoffproduktion oder -verbrauch.</i></p>

und Organellsuspensionen	(E5) <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle 	Zellschemazeichnung mit eingetragenen Funktionen	<i>Ein Kurzvortrag zur Zusammenfassung der Bedeutung der Kompartimentierung ist möglich.</i>
Suche nach Struktur-Funktions-Zusammenhängen Procyte, einfach gebaut?	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3). erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume in der Zelle 	elektronenmikroskopische Bilder sowie Schemazeichnungen zu bakteriellen Zellen Schemazeichnungen von Euzyten vgl. Anhang Bakterienzelle	<i>Die Schemazeichnungen von Bakterienzellen geben häufig zu wenige Strukturen wieder. Die Hypothese, dass an Membranstrukturen gebundene Reaktionen möglich sind, sollte erstellt werden, damit kein plakatives Wissen über Prokaryonten entsteht.</i>
Evolution der Eucyte Bau und Funktion von Zellorganellen untermauern eine Theorie	<ul style="list-style-type: none"> präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1). 	einfache Lehrbuchtexte zur Endosymbiosetheorie der Entstehung der Eucyte	<i>Sowohl genetische als auch stoffwechselphysiologische Argumente können lediglich gestreift werden.</i>
Das Modell einer Eucyte	<ul style="list-style-type: none"> an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben (E7) 	sämtliches Arbeitsmaterial zu diesem Unterrichtsvorhaben eine Begriffsliste zum Thema	<i>Die Schülerinnen und Schüler erläutern in einem kurzen Aufsatz selbständig, dass verschiedene Methoden und Untersuchungen zusammenkommen müssen, um das heutige Modell von einer Eucyte zu erstellen.</i>

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> Concept-Map zu Bau und Funktion der Zellbestandteile Kurzvorträge zu den Untersuchungsmethoden 	<u>Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> Multiple-Choice-Test zu Bau und Funktion der Zellorganellen und wissenschaftlichen Methoden in der Klausur eine Aufgabe zur Untersuchung isolierter Zellbestandteile oder eines Zellhomogenats
---	--

Unterrichtsvorhaben III: Die Rolle des Zellkerns wird erforscht

18 Unterrichtsstunden=6 Wochen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Informationsgehalt von Zellkernen Der Informationsgehalt von Zellkernen differenzierter und embryonaler Zellen im Vergleich Klonierung, ein Verfahren mit Erkenntnisgewinn</p>	<ul style="list-style-type: none"> werten Klonierungsexperimente aus, insbesondere zum Kerntransfer bei Xenopus 	<p>Gemeinsames Zusammenfassen des Vorwissens zur Bedeutung des Zellkerns für eine Zelle und einen Organismus, Tafelanschrieb Gewebekultur, S. 227 in bioskop 7-9 Zellteilungen im menschlichen Leben, S. 211 in bioskop 7-9 Versuche zu Krallenfröschen, S. 205 in bioskop 7-9</p>	<p><i>Die Spezialisierung eines Zellkerns in einer differenzierten Zelle muss besonders gründlich erarbeitet werden. Dazu ist es wichtig, darzustellen, dass die Kerntransplantationen nicht mit jedem Zellkern möglich sind. Erst dadurch ist den Schülern eine logische Schlussfolgerung zur geforderten Auswertung eines Experiments möglich.</i></p>
<p>Kommunikation, Steuerung und Regelung – Beziehungen zwischen Zellkern und übrigen Zellinhalt Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7). 	<p>Fotos verschiedener Acetabularia-Arten Abbildung und Erläuterung zum Entwicklungszyklus von Acetabularia, insbesondere zur Änderung des Zellkerns Abbildungen zu Acetabularia-Experimenten, u.a. S. 205 in bioskop 7-9 Ein Wechsel zwischen frontaler Erläuterung durch den Lehrer, Einzel- und Partnerarbeit ermöglicht das Einüben naturwissenschaftlichen Denkens.</p>	<p><i>Die Experimente werden zunächst ausgewertet. Danach werden die zugrundeliegenden Fragestellungen erschlossen. Die Rekonstruktion der Forscherhaltung ist erfahrungsgemäß schwierig, weil vielen Schülern das Problembewusstsein fehlt. Besonders wichtig ist die Ableitung der wechselseitigen Kommunikation zwischen Zellkern und übrigen Zellinhalt. U.a. die Abbildung zum Regenerationsgradienten lässt auf eine stoffliche Natur der Information des Zellkerns in das Plasma schließen.</i></p>
<p>Der Zellkern steuert, im Zellplasma wird gebaut Erforschung des Orts der Eiweißsynthese</p>	<ul style="list-style-type: none"> ordnen Proteine verschiedenen zellulären Strukturen zu und erläutern ihren Aufbau als Makromolekül erläutern die Bedeutung von radioaktiver Markierung für die Datengewinnung beschreiben Funktionen von Zellkern, Mitochondrien, Endoplasmatischem Retikulum und Ribosomen bei der Eiweißsynthese 	<p>Tabelle zur prozentualen Zusammensetzung verschiedener Zellorganellen aus biologisch bedeutsamen Stoffen Arbeitsblätter zur fraktionierten Zentrifugation eines Zellhomogenats, s. Anhang</p>	<p><i>Die Primärstruktur der Proteine sollte vorgestellt werden. Dabei sollte der Bau eines Aminosäuremoleküls dargestellt werden. Hier bietet sich einfache Instruktion an. Die Funktionen der Zellorganellen können anhand aus dem vorigen Unterrichtsvorhaben vorhandener Kenntnisse präzisiert werden. Daher bietet sich die Ergänzung eines Begriffsdiagramms an. Das Arbeitsblatt zur in-vitro-Analyse kann z.B. im Unterricht besprochen werden, das zur in-vivo-Analyse in einem Test. Hierbei lässt sich der Zusammenhang von Organismus, Organ und Zelle wiederholen.</i></p>
<p>Der Zellkern steuert Der Stoff, aus dem die Gene sind</p>	<ul style="list-style-type: none"> ordnen den Chromosomen im Zellkern die DNA zu und erläutern ihre Funktion als Informationsträger bezüglich ihrer wesentlichen Moleküleigenschaften (UF1, 	<p>DNA-Modelle aus der Sammlung Informationsblatt mit Erklärung des Informationsproblems in der Zelle: Informationsgehalt liegt in der Basensequenz, weil der Rest der Struktur wenig Information enthält.</p>	<p><i>Dass die DNA wesentlicher Bestandteil der Chromosomen ist und Träger der Erbinformation ist, ist in der Regel allen Schülern bekannt. Der Informationstext sollte durchgearbeitet und danach der Inhalt wiedergegeben werden können. Genaueres kommt im Kurs Genetik.</i></p>

	<p>UF3, UF4).</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1). 		
<p>Informationsweitergabe von Zelle zu Tochterzelle; Vererbung von Information Mitose DNA-Verdopplung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4). • erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für die Mitose (UF3, UF1). • beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4). 	<p>Zellteilungen im menschlichen Leben, S. 211 in bioskop 7-9 Film zur Mitose fluoreszenzmikroskopisches Bild zur Mitose-spindel Text, in dem argumentativ vorgeführt wird, dass bei semikonservativer DNA-Replikation die identische Weitergabe der Information gesichert ist, so dass der Teil der Zelltheorie abgesichert ist, dass Zellen aus Zellen entstehen.</p>	<p><i>Die Zelltheorie lässt sich aus zeitlichen Gründen nicht thematisieren. Es werden lediglich die Hauptaussagen mitgeteilt, sowie die Bemerkung gemacht, dass die Diskussion dieser Theorie früher einmal bedeutsam war. Die Mitose wird als Gesamtvorgang beschrieben. Die frühe Anaphase ist für den Beweis der Chromosomenspaltung von Bedeutung.</i></p>
<p>Der Informationsgehalt von Zellen wird technisch genutzt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4). 	<p>Gewebekultur, S. 227 in bioskop 7-9 Hela-Zellen in der Forschung</p>	<p><i>Hier kann aus Zeitgründen lediglich beispielhaft gearbeitet werden.</i></p>

<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept-Map zu Bau und Funktion der DNA • Kurzvorträge zu den Untersuchungsmethoden 	<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple-Choice-Test zu Bau und Funktion der DNA und wissenschaftlichen Methoden • in der Klausur eine Aufgabe zur in vivo-Untersuchung der Proteinsynthese in der auch der Bau von Proteinmolekülen abgefragt wird.
---	---

Unterrichtsvorhaben IV: Bau und Funktion der halbdurchlässigen Membranen

15 Unterrichtsstunden=5 Wochen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Zellen „grenzen sich ab“ und sind „wählerisch“</p> <p>Bau und Funktion der Zellmembran Phospholipide Eiweißmoleküle mit verschiedenem Bau und verschiedener Funktion in der Membran Glykokalyx</p>	<ul style="list-style-type: none"> ordnen der Zellmembran Lipide, Proteine und Kohlenhydrate zu und erläutern Membranfunktionen bezüglich wesentlicher chemischer Eigenschaften dieser Stoffe und ihrer Moleküle (UF1, UF3). 	<p>Versuchsergebnisse zur Anreicherung von Stoffen in der Zelle aus der Umgebung, zur Ausscheidung von Stoffen beziehungsweise zur Verhinderung des Eintritts oder Austritts aus der Zelle, zum Beispiel auch Daten zu Nervenzellen</p> <p>Abbildung zu einem modernen Modell einer Zellmembran nebst Erläuterungen zur Funktion</p> <p>Abbildungen zum Molekülbau von Phospholipiden, zur Tertiärstruktur von Eiweißmolekülen und Mono- und Oligosacchariden</p>	<p><i>Die Versuchsergebnisse beschreiben die Phänomene, die durch das bestehende Modell erklärt werden. Die Prüfung der Erklärungskraft des Modells ist Ziel dieses Unterrichtsabschnitts.</i></p> <p><i>Die Moleküle sollen zunächst betrachtet und dann in ihrem Aufbau verglichen werden.</i></p> <p><i>Es lassen sich Hypothesen zur Abgrenzungsfunktion durch die gleichmäßig gebauten und angeordneten Phospholipide, zur Selektionsfunktion durch die unterschiedlich gebauten Eiweißmoleküle, die die Membran durchstoßen, sowie zur Erkennungsfunktion durch die unterschiedlich gebauten, aber lediglich auf der Zellaussenseite angeordneten Oligosaccharide sowie auch Proteine begründen.</i></p>
<p>Modellbildung am Beispiel der Biomembran</p> <p>Einsatz verschiedener Erkenntnismethoden:</p> <p>chemisch-analytische Ermittlung der Stoffzusammensetzung der Membran Chemische Folgerungen aus dem Molekülbau Elektronenmikroskopie Molekülmarkierung mithilfe von Antikörpern mit Fluoreszenzfarbstoffmolekülen</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4). recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3). recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3). 	<p>Arbeitsblätter, in denen die Methoden vorgestellt werden, enthalten Aufgaben und Material zu möglichen Befunden. Die Aufgaben fordern auf, bestimmte Bestandteile des Membranmodells zu begründen.</p> <p>Die Antigen-Antikörper-Reaktion ist aus der Sekundarstufe I bekannt und kann in bioskop 7-9 Seite 181 recherchiert werden.</p> <p>Versuchsergebnisse zum Verhalten von Öl auf einer Wasseroberfläche und von Spülmittel auf der Wasseroberfläche werden mit dem Bau von Fett- und Phospholipidmolekülen erklärt.</p> <p>Versuch zum Aussalzen von Proteinen aus einer wässrigen Lösung mit Ammoniumsulfat wird mit der Konkurrenz um die Wassermoleküle erklärt.</p>	<p><i>Die Schülerinnen und Schüler formulieren Fragestellungen zu den jeweiligen Experimenten, die auf den Arbeitsblättern vorgestellt wurden. Sie üben damit die Fähigkeit, passende Experimente zu bestimmten Fragestellungen zu finden.</i></p> <p><i>Die Schülerinnen und Schüler erstellen zum Abschluss dieser Einheit eine Tabelle, in der festgestellt wird, welcher Modellteil auf welche Untersuchungstechnik zurückgeführt werden kann.</i></p> <p><i>Das historisch-genetische Vorgehen wird explizit nicht als angemessen angesehen. Es dauert zu lange, die Argumente sind für die Schüler wegen mangelnden Vorwissens zu schwierig.</i></p> <p><i>Die aufgeführten Versuche haben lediglich illustrierenden Charakter.</i></p>
<p>Wege durch die Membran I; ein Porenmodell</p> <p>Deplasmolyse: Wasser geht durch die</p>	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf 	<p>Hypothese: Wenn bei der Plasmolyse Wasser aus der Vakuole ausgetreten ist, sollte Wasser durch die Zellmembran gehen. Wahrscheinlich</p>	<p><i>Erklärung der Plasmolyse und Deplasmolyse mithilfe der semipermeablen Membran und dem Phänomen, das Salz Wasser anzieht.</i></p>

<p>Membran Plasmolyse: Einige Salzionen gehen nicht durch die Membran Diffusion: Ein Phänomen, das Stoffbewegung erklärt Teilchenbewegung erklärt Diffusion</p>	<p>Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2). 	<p>geht es dann auch wieder zurück: hypothesengeleiteter Versuch zur Deplasmolyse. Versuch mithilfe eines Osmometers, der die Erklärung auf Zucker erweitert und die Nettowanderung von Wasser zum Ort seiner niedrigeren Konzentration illustriert. Versuch zur Diffusion mit Tinte oder Ähnlichem Würfelspiel zur Diffusion erklärt Diffusion im Teilchenmodell. Arbeitsaufträge zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge</p>	<p><i>Der Konzentrationsbegriff muss zunächst auf stofflicher Anschauungsebene wiederholt und oder geübt werden. Erfahrungsgemäß bereitet er zumindest sprachliche Schwierigkeiten.</i></p> <p><i>Bei der Osmose verwendet kann der Konzentrationsbegriff bei der Diffusion eingesetzt werden. Hier gelingt es dann strukturell identische Sätze herzustellen, die einerseits die stoffliche Anschauungsebene betreffen, andererseits die Teilchenebene.</i></p> <p><i>Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.</i></p>
<p>Wege durch die Membran II; spezielle Poren Passiver Transport Aktiver Transport</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6). 	<p>Auswertung entsprechender Experimentergebnisse im Vergleich mit den einschlägigen Modellen</p>	<p><i>Einzel- oder Partnerarbeit ist sinnvoll, weil jeder sämtliche Vorgänge genauer bearbeiten soll, so dass er sie behält.</i> <i>Modellgrenzen sind entweder trivial oder sehr schwierig zu beschreiben.</i></p>
<p>Wege durch die Membran III; Vesikel Endocytose Exocytose Transport zwischen Organellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose unter anderem am Golgiapparat (UF1, UF2) 	<p>Autoradiographisch gewonnenes elektronenmikroskopisches Bild der Verarbeitung von Aminosäuren durch eine Drüsenzelle, s. Anhang; Schemazeichnungen zum Vesikeltransport</p>	<p><i>Der Kontext einer Drüsenzelle stellt die Besprechung der Vesikeltransporte in einen sinnvollen Kontext.</i> <i>Gleichzeitig werden Markierungen von Molekülen (tracing) wiederholt.</i></p>

<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Concept-Map zu Bau und Funktion von Biomembranen Kurzvorträge zu den Untersuchungsmethoden 	<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Multiple-Choice-Test zu Bau und Funktion der Biomembran und wissenschaftlichen Methoden in der Klausur eine Aufgabe zur Erklärung eines osmotischen Phänomens auf stofflicher Anschauungsebene und auf Teilchenebene
--	---

Unterrichtsvorhaben V: Bau und Funktion von Enzymen

24 Unterrichtsstunden=8 Wochen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Zellen arbeiten mit chemischen Reaktionen</p> <p>Chemische Reaktionen in der Zelle führen bei der Zellatmung zur Energieübertragung auf ATP</p> <p>Glukoseumsetzung erfolgt anders als bei offener Verbrennung</p> <p>Enzyme sind beteiligt</p> <p>Enzyme sind substratspezifisch</p> <p>Enzyme arbeiten innerhalb und außerhalb von Zellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> erläutern am Beispiel der Reaktion von Glukose mit Sauerstoff das Wesen einer chemischen Reaktion, dass sämtliche Atome erhalten bleiben. erläutern, dass Enzyme Reaktionen bei Zimmertemperatur ablaufen lassen können, auch wenn diese es sonst nicht tun. erläutern, dass Enzyme substratspezifisch sind. 	<p>Verbrennung von Glukose mithilfe eines Katalysators</p> <p>Informationstext zu chemischen Reaktionen am Beispiel der Reaktion von Glukose mit Sauerstoff, Klärung der Begriffe Atom, Molekül, Energie</p> <p>Zellschema und Tierschema zur Veranschaulichung, wie die chemischen Reaktionen des Zellstoffwechsels in andere Körperfunktionen eingebettet sind.</p> <p>Am Beispiel der Verdauungsenzyme, die in der Sekundarstufe I schon angesprochen wurden, wird plausibel, dass Enzyme substratspezifisch sind, bioskop 7-9, S. 292-293</p> <p>Versuch mit gekeimten Gerstenkaryopsen auf Stärkeagar</p> <p>Stärkeverdauung mit Amylase im Reagenzglas</p>	<p><i>Erfahrungsgemäß reicht es nicht aus, die Schülerinnen und Schüler zu einer selbständigen Aufarbeitung chemischen Grundwissens zu verpflichten. Bevor eine Reaktionsgleichung zu einer enzymatisch gesteuerten Reaktion notiert wird, muss auf bekannte Reaktionsgleichungen zurück gegriffen werden.</i></p> <p><i>Das Keimen von Karyopsen kann als Hausaufgabe erfolgen, ebenso das Gießen von Stärkeagar und das Applizieren der aufgeschnittenen Karyopsen, so dass die Auswertung im Unterricht ohne große Verzögerung erfolgen kann.</i></p>
<p>Die molekulare Anschauungsebene bei enzymatisch gesteuerten Reaktionen</p> <p>Modellbildung: E und S müssen sich erkennen, vom Enzym reichen geringe Mengen</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität (E6). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4). 	<p>Vorgabe: $E + S \rightarrow ES \rightarrow E + P$ mit dem Arbeitsauftrag das Modell zu erläutern</p> <p>Versuch zur Abhängigkeit der Hefegärung von der Enzymkonzentration, dabei Ableitung einer Prognose aus der Modellgleichung</p> <p>Wasserbäder 40°C</p>	<p><i>Der Übergang von der stofflichen Anschauungsebene zur Teilenebene muss angeleitet werden, weil neben dem genannten Wechsel auch noch die Modellbildung als Problem auftritt.</i></p> <p><i>Die gedankliche Verknüpfung Organismusstoffwechsel und Zellstoffwechsel vollzieht sich bei Anwendung des Modells relativ einfach, sollte durch Skizzen veranschaulicht werden.</i></p>
<p>Das molekulare Modell im Test I; Abhängigkeit der Reaktion von Substratkonzentration</p> <p>Temperatur und pH-Wert</p> <p>Modellerweiterung:</p> <p>Aktives Zentrum</p> <p>Wechselzahl</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4). 	<p>Versuch zur Abhängigkeit der Hefegärung von der Substratkonzentration, das Modell taugt zur Erklärung, Arbeitsabbildungen mit entsprechenden graphischen Darstellungen zur Variation der Enzymmolekül- und Substratmolekülkonzentration</p> <p>Versuche zur Abhängigkeit der Hefegärung und der Amylasereaktion von der Temperatur; das Modell muss erweitert werden:</p> <p>$E + S \rightarrow [ES] \rightarrow E + P$, es kommt auf die genaue Passung von Substrat- und Enzymmolekül</p>	<p><i>Es gibt ein zusammenfassendes Arbeitsblatt, auf dem die Argumente bei der Bildung und Modifizierung des Modells zur Beschreibung molekularer Vorgänge bei enzymatisch gesteuerten Reaktionen eigenständig zusammengefasst werden sollen. Es enthält die charakteristischen Graphen.</i></p> <p><i>Der Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit muss explizit geübt werden, insbesondere bei der Beschreibung und Interpretation von graphisch dargestellten Versuchsergebnissen.</i></p> <p><i>Die Wechselzahl wird als Übungsaufgabe zur Anwendung des Modells problematisiert.</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5). 	<p>an, die entscheidende Stelle im Enzymmolekül heißt aktives Zentrum, Modellabbildungen, die die Schlüssel-Schloss-Situation abbilden, das neue Modell erklärt alles, was das alte auch schon erklärt hat</p> <p>Graphische Darstellungen von Versuchsergebnissen zur Abhängigkeit diverser enzymatischer Reaktion vom pH-Wert, Aufgaben zur Beschreibung der Versuchsergebnisse</p> <p>Hinweise zur Beschreibung und Interpretation von graphisch dargestellten Versuchsergebnissen</p>	
<p>Viele Enzyme sind Proteine. Bau und Funktion hängen zusammen:</p> <p>Aminosäuren Peptide, Proteine Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur Aktives Zentrum Denaturierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle der Proteine verschiedenen zellulären Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). 	<p>Zusammenfassung zum Aufbau und der Funktion von Proteinen, sowie einige Zusatzinformationen zum Hämoglobin, Rückbezug auf die Tabellen zur Zusammensetzung von Zellorganellen aus biologisch bedeutsamen Stoffen, zu Membranproteinen, zum Cytoskelett und zu Enzymen</p> <p>Gruppenarbeit</p> <p>Lernplakate zum Aufbau von Proteinen</p>	<p><i>Insbesondere die Tertiär- und die Quartärstruktur werden besprochen. Die Vielfalt der Proteine soll bleibenden Eindruck hinterlassen.</i></p> <p><i>Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.</i></p>
<p>Das molekulare Modell im Test II; Hemmung der Reaktion: kompetitive Hemmung, allosterische (nicht kompetitive) Hemmung Substrat und Endprodukthemmung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6). 	<p>Gruppenarbeit</p> <p>Versuchsergebnisse Allopurinol und Xanthin-Oxidase: kompetitiver Hemmung, Modell passt, Abb. im Anhang</p> <p>Versuchsergebnisse zu Trypsin und allosterischer Hemmung, Modell muss erweitert werden</p> <p>Substrat- und Endprodukthemmung lassen sich mithilfe des Modells erklären, obwohl die jeweiligen Mechanismen wahrscheinlich komplexer sind als reine Konkurrenz</p>	<p><i>Mit Bezug auf Skizzen zum Enzymmolekülzyklus bei enzymatisch gesteuerten Reaktionen werden eigene Skizzen entworfen, die die jeweilige Hemmsituation darstellen.</i></p> <p><i>Modelle zum Spielen können Lernsituationen entlasten. Sie sollten zwecks Methodenwechsel eingesetzt werden.</i></p>
<p>Wiederholung mithilfe eines Lernplakats, siehe Anhang</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4). 	<p>Eine Woche Lernzeit vor dem Test:</p>	<p><i>Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden anhand von Beispielgraphen gelernt:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Substrat- und Wirkungsspezifität</i> 2. <i>Abhängigkeit von den Reaktionspartnern</i> 3. <i>Abhängigkeit von Milieufaktoren</i> 4. <i>Steuerung</i> <p><i>Das vorgegebene Lernplakat muss noch erweitert werden.</i></p>

<p>Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme im Alltag <ul style="list-style-type: none"> - Technik - Medizin - u. a. 	<p>recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).</p> <p>geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).</p>	<p>siehe Anhang!</p> <p>(Internet)Recherche (z.B. Glucose-Teststäbchen, Waschmittel, ...) z.B. Frage „Ist es hygienisch unbedenklich, Wäsche bei 40°C/60°C zu waschen?“</p>	<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Verdollungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</p>

<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept-Map zu Bau und Funktion von Enzymen • Kurzvorträge zu Elementen des Lernplakats 	<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple-Choice-Test zum Thema • in der Klausur eine Aufgabe zur Beschreibung und Interpretation von graphisch und oder tabellarisch dargestellten Versuchsergebnissen, die mithilfe der erarbeiteten Modellvorstellung erklärt werden sollen.
---	---

Unterrichtsvorhaben VI: Energiestoffwechsel

24 Unterrichtsstunden=8 Wochen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Körperliche Bewegung benötigt Energieumwandlung I Organisationsebene Organismus: Energieumsatz Grundumsatz und Leistungsumsatz Belastungstest</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4). 	<p>Begriffsdefinition und Messverfahren</p> <p>Belastungstest mit Messung des Kohlenstoffdioxidgehaltes und des Atemvolumens, Auswertung von Daten Bruttoformel der Zellatmung zur Erklärung, weshalb der Messparameter angemessen ist Tierschema</p>	<p><i>Technisch unerfahrene Schülerinnen und Schüler benötigen mehr Zeit für das Verständnis der Messverfahren.</i></p>
<p>Körperliche Bewegung benötigt Energieumwandlung II Organisationsebene Organe und Gewebe: Energiezufuhr durch Nahrung Energiespeicherung in Leber und Muskulatur Abbau von Fett und Eiweiß bei Hunger</p>	<ul style="list-style-type: none"> ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle Kohlenhydrate, Lipide, Proteine und Nukleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). 	<p>Energiegehalt der drei Nährstoffgruppen</p> <p>Abbildung zum Hunger aus Purves, s. Anhang</p>	<p><i>Auswertung von Untersuchungsergebnissen und Reorganisation des Wissens sind wichtige Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler.</i></p>
<p>Körperliche Bewegung benötigt Energieumwandlung III Organisationsebene Zelle und chemische Reaktionen: Energiezufuhr durch Glucose Energiespeicherung in Leber- und Muskelzellen als Glykogen und in Muskelzellen als ATP Energieübertragung auf ATP bei Glykolyse und Zellatmung Energieumwandlung in den Mitochondrien Energieumwandlung in den Muskelzellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3). präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3). erläutern die Bedeutung von NAD⁺ und ATP für aerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4). 	<p>Experimente und chemiosmotische Theorie von Mitchell zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase; Messung des pH-Werts</p> <p>Experimente zum Nachweis, dass die Glykolyse nicht im Mitochondrium sondern im Zellplasma stattfindet, dabei radioaktive Markierung erläutern, insbesondere die Art der Datenerfassung</p> <p>Schemata, die Stoffwechselvorgänge wiedergeben und zusammenfassen</p> <p>Informationsmaterial zur Rolle des ATP bei der Muskelkontraktion, Umwandlung chemisch gebundener Energie in mechanische Energie</p>	<p><i>Die Schemata dienen als Lernplakate.</i></p> <p><i>Die Auswertung der Experimente ist erfahrungsgemäß nicht einfach. Eventuell sind Hilfen nötig.</i></p> <p><i>Konformationsänderung eines Moleküls kann als chemische Reaktion aufgefasst werden, wenn sich dabei der Energiegehalt ändert.</i></p> <p><i>Schemata, Schemata, Schemata: Die Schüler sind Stoffgänsen vergleichbar.</i></p>

		Animation zur Wanderung von Kinesinmolekülen	
Der Stoffwechsel ist vernetzt Alle Nährstoffgruppen können im Energiestoffwechsel beteiligt sein.	erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).	Arbeitsblatt mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel Bezug zum Arbeitsblatt „Hunger“	<i>Schemata, Schemata, Schemata: Die Schüler sind Stoffgänsen vergleichbar.</i>
Körperliche Bewegung benötigt Energieumwandlung IV Verschiedene Muskeltypen strukturelle und funktionelle Unterschiede zwischen roter und weißer Muskulatur Muskeltypen und spezifische Leistungsfähigkeit Energiestoffwechsel im Muskel und im Körper bei kurzer schwerer und lang andauernder körperlicher Aktivität	erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1).	Diagramme zur Auswertung vgl. z.B. Natura, Einführungsphase neu (2014)	<i>Schön, dass wir mal was davon gehört haben. Wegen mangelnder Zeit bleibt nur mangelnder Tiefgang.</i>
Körperliche Bewegung benötigt Energieumwandlung V Trainingseffekte zur Energieumwandlung	erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).	Erklärung der Wirksamkeit von Trainingsprogrammen auf zellulärer Ebene	<i>Schön, dass wir mal was davon gehört haben. Wegen mangelnder Zeit bleibt nur mangelnder Tiefgang.</i>
Körperliche Bewegung benötigt Energieumwandlung VI Leistungssteigernde Substanzen und Energieumwandlung	nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	Informationsmaterial zur Wirkung leistungssteigernder Substanzen	<i>Schön, dass wir mal was davon gehört haben. Wegen mangelnder Zeit bleibt nur mangelnder Tiefgang.</i>

<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept-Map zu Organisationsebenen und Energieumsatz • Kurzvorträge zu Untersuchungsmethoden 	<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple-Choice-Test zum Thema • in der Klausur eine Aufgabe zur Beschreibung und Interpretation von graphisch und oder tabellarisch dargestellten Versuchsergebnissen, die das Zusammenwirken von Organismus und Zellen beinhalten.
--	---