

Vorwort	4
I. Modell der Modellkompetenz	5
II. Methodisch-didaktische Hinweise	6
III. Unterrichtskonzepte	9
1. Einzeller (<i>Klasse 7/8</i>).....	9
2. Pflanzenzelle (<i>Klasse 7/8</i>)	14
3. Innerer Bau eines Fisches (<i>Klasse 7/8</i>)	19
4. Bau und Funktion der Fischhaut (<i>Klasse 7/8</i>)	23
5. Wirbelsäule (<i>Klasse 7/8</i>)	29
6. Transportmechanismus der Speiseröhre (<i>Klasse 7/8</i>)	34
7. Gleichgewichtssinn (<i>Klasse 9/10</i>).....	39
8. Bau und Funktion von Chromosomen (<i>Klasse 9/10</i>)	45
9. Entdeckung der DNS-Struktur (<i>Klasse 9/10</i>)	49
10. Biomembran (<i>Klasse 9/10</i>)	58
11. Saltatorische Erregungsleitung (<i>Klasse 9/10</i>)	67
Literatur/Bild- und Textquellen	72

I. Modell der Modellkompetenz

Die vorliegenden Unterrichtsideen sind speziell für die Förderung von Modellkompetenz im Biologieunterricht konzipiert worden. Sie basieren auf dem Modell der Modellkompetenz (Upmeier zu Belzen & Krüger 2010), mit dem eine Strukturierung von Modellkompetenz angeboten wird sowie Niveaus der Schülerkompetenz beschrieben werden. Damit lässt sich grundsätzlich in fünf Bereichen, die wir Teilkompetenzen nennen, eine wenig ausgeprägte (Niveau I) von einer stark ausgeprägten Modellkompetenz (Niveau III) unterscheiden.

Wir unterteilen Modellkompetenz in die fünf Teilkompetenzen *Eigenschaften von Modellen*, *Alternative Modelle*, *Zweck von Modellen*, *Testen von Modellen* und *Ändern von Modellen*. Für jeden dieser fünf Bereiche sind drei Niveaus beschrieben (vgl. Abb. 1). Das Ziel der vorgestellten Unterrichtseinheiten ist es, Kompetenzen bei den Schülern zu erreichen, die im Niveau III dargestellt werden. Die Aufschlüsselung in fünf Teilkompetenzen hilft bei der Planung und Durchführung von Unterricht, aber natürlich auch bei einer differenzierten Diagnose.

Komplexität Teilkompetenz	Niveau I	Niveau II	Niveau III
Eigenschaften von Modellen	Modelle sind Kopien von etwas	Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas	Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas
Alternative Modelle	Unterschiede zwischen den Modellobjekten	Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas	Modelle für verschiedene Hypothesen
Zweck von Modellen	Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen	Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären	Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen
Testen von Modellen	Modellobjekt überprüfen	Parallelisieren mit dem Ausgangsobjekt Modell von etwas testen	Überprüfen von Hypothesen bei der Anwendung Modell für etwas testen
Ändern von Modellen	Mängel am Modellobjekt beheben	Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren	Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren

Abb. 1: Das Modell der Modellkompetenz (vgl. Upmeier zu Belzen & Krüger 2010)

Grundsätzlich gibt es drei Betrachtungsebenen bzw. Perspektiven auf Modelle. Bei der **ersten Perspektive** wird die Aufmerksamkeit vollständig auf das Modellobjekt gelenkt, also auf den Gegenstand, der das Modell repräsentiert (Abb. 1, Niveau I; Abb. 2, I). Das müssen nicht nur dreidimensionale Gegenstände sein, sondern können z. B. auch Diagramme (z. B. Nahrungsnetze) oder schematische Zeichnungen (z. B. Blutkreislauf) sein. Auf diesem Niveau wird nicht darüber nachgedacht, auf welcher Grundlage der Gegenstand als Modell hergestellt wurde (z. B. das Nahrungsnetz als Beschreibung der Nahrungsbeziehungen von Lebewesen in einem Wald, Niveau II), oder wofür der Gegenstand als Modell dient (z. B. Voraussagen über die zukünftige Größe der Populationen von Lebewesen in einem Wald, Niveau III).



Ein Unterrichtskonzept von Dirk Krüger und Anke Seegers

Jahrgang	Klasse 7/8
Zeitung	90 Minuten
Unterrichtsreihe	Tiergruppe der Einzeller (Bauplan und Anpasstheit an den Lebensraum) oder die Zelle (Lebewesen aus einer Zelle)
Fachinhalt	Euglena (das Augentierchen) hat eine rundliche, dreidimensionale Form.
Kompetenzen MK	Die SuS erstellen praktisch Modelle von Einzellern und nutzen diese wissenschaftlich, indem sie mit den Modellen Hypothesen über die Form von Euglena aufstellen, diese testen und die Modelle ggf. ändern.
Methoden	Modellbau in Einzel- oder Partnerarbeit, Unterrichtsgespräch
Materialien	Kopien der Arbeitsblätter (AB 1 und AB 2), Knetmasse, Mikroskope und Euglena oder Abb. 1 und 3 als Folien, Plastikmesser/Lineal

➔ **Einstieg:** L notiert die zu untersuchende Fragestellung an der Tafel: „Welche Form hat Euglena?“ Die SuS übernehmen diese auf ihr Arbeitsblatt und betrachten Euglena durch das Mikroskop (AB 1). Alternativ, um Zeit zu sparen, aber deutlich weniger attraktiv, kann auch eine lichtmikroskopische Abbildung (Abb. 1) verwendet werden.

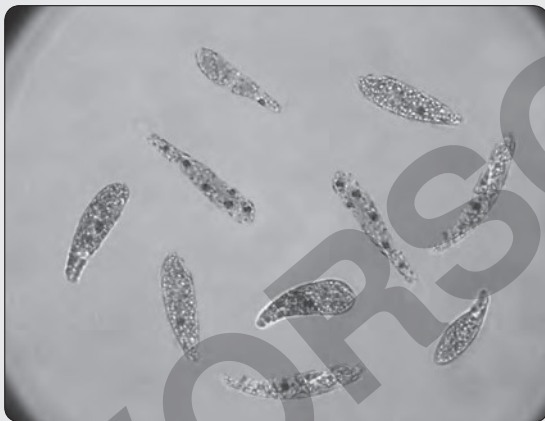


Abb. 1: Mikroskopische Bilder von Euglena



Abb. 2: Mögliches Schülermodell

➔ **Erarbeitung I:** In Einzel- oder Partnerarbeit kneten die SuS Modelle von Euglena (z. B. Abb. 2) (Krüger & Meyer 2006; Fleige et al. 2012). Anschließend betrachten sie die Modelle von allen Seiten und fertigen Schnitte (mit einem Messer/Lineal) durch die Modelle an (vgl. Abb. 4, Vermutung). Es können Vermutungen über die Form von Euglena entwickelt werden, wie zum Beispiel „Euglena ist flach“ oder „Euglena ist rundlich“. Diese halten die SuS auf dem Arbeitsblatt fest (AB 1, Aufgabe 2 und 3).

➔ **Sicherung I:** Die verschiedenen Modelle werden auf einen Tisch gelegt, um den sich die SuS versammeln. L: „Äußert euch bitte zu den Modellen.“ Es gibt verschiedene Modelle, die auf unterschiedlichen Vorüberlegungen und Ideen basieren, die die SuS von Euglena haben. Im Gespräch kann das eigene Vorgehen mit dem in der Wissenschaft verglichen werden. Auch Wissenschaftler entwickeln aufgrund ihrer diversen Vorstellungen verschiedene Modelle zu einem Original, die es dann zu überprüfen gilt.

Die SuS stellen ihre aus den Modellen abgeleiteten Vermutungen im Plenum vor und sammeln diese an der Tafel. Viele der Knetmodelle werden flach sein, einige dicker bzw. rundlicher. Der Querschnitt der flachen Knetmodelle...



dann auch unter dem Mikroskop zu finden sein müsste, der der rundlichen ist eher oval. Die Übertragung des zweidimensionalen lichtmikroskopischen Bildes auf eine dreidimensionale Vorstellung vom Original fällt den SuS in der Regel schwer. Diese Einheit leistet einen Beitrag zur Weiterentwicklung der räumlichen Vorstellung.



Abb. 3: Weitere mikroskopische Bilder von Euglena

➔ **Erarbeitung II:** L: „Nennt bitte Möglichkeiten, wie wir unsere Vermutungen überprüfen können.“ Die SuS kommen

T

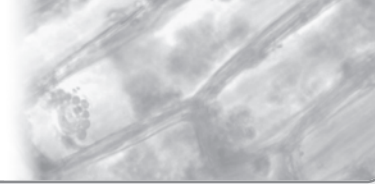
wahrscheinlich von selbst darauf, dass weitere Informationen über Euglena eingeholt werden müssen. Durch erneutes Mikroskopieren (bzw. neue mikroskopische Bilder, **Abb. 3**) werden die Vermutungen, die aus dem Modell abgeleitet wurden, am Original überprüft. Statt der erwarteten dünnen Strichformen sind neben länglichen auch kreisrunde Augentiere zu finden.

Ä

➔ **Sicherung II:** Im Plenum wird besprochen, dass die Vermutung „Euglena ist flach“ widerlegt werden kann und entsprechende Modelle geändert werden müssen. Dieses Ergebnis halten die SuS auf ihrem Arbeitsblatt fest (**AB 1**, Aufgabe 4).

E

➔ **Reflexion:** In der abschließenden Reflexionsphase wird über das Arbeiten mit Modellen in dieser Unterrichtsstunde nachgedacht. Die SuS füllen in Partnerarbeit das Schema „Der Einsatz von Modellen zum Erkenntnisgewinn“ für das Beispiel Euglena aus und bearbeiten den zweiten Arbeitsauftrag (**AB 2**, Aufgabe 1 und 2). Dabei wird mit Fragestellung a) die noch fehlende Teilkompetenz *Eigenschaften von Modellen* thematisiert: Mein Modell zeigt, welche Form Euglena nach den lichtmikroskopischen Bildern haben könnte. Es soll herausgestellt werden, dass – im Vergleich zum üblichen Einsatz von Modellen – Vermutungen aus den Modellen abgeleitet und überprüft wurden, so wie es Wissenschaftler auch tun.



Ein Unterrichtskonzept von Anne Reichert

Jahrgang	Klasse 7/8
Zeitumfang	90 Minuten
Unterrichtsreihe	Die Pflanzenzelle, Erkenntnisse zum Mikroskopieren
Fachinhalt	Aufbau einer Pflanzenzelle, Entwicklung einer dreidimensionalen Vorstellung aus einer zweidimensionalen lichtmikroskopischen Abbildung, Modellbau einer Pflanzenzelle
Kompetenzen MK	Die SuS erstellen dreidimensionale Modelle einer Pflanzenzelle (z. B. Elodea) und nutzen diese wissenschaftlich, indem sie mit den Modellen Hypothesen über den Bau einer Pflanzenzelle aufstellen, diese Hypothesen überprüfen und die Modelle ggf. ändern.
Methoden	Modellzeichnung und -bau in Gruppen, Unterrichtsgespräch
Materialien	Folie (F 1), Kopien des Arbeitsblattes (AB 1), verschiedene Materialien (z. B. durchsichtige Schachteln, Folie, Frühstücksbeutel, verschiedene Nudeln, Erbsen, Tischtennisbälle und wassergefüllte Luftballons), Mikroskop, Präparat einer Pflanzenzelle, Foliestifte, evtl. Kameraaufsatz für Mikroskop, Glasplatten, Holzleisten

➔ **Einstieg:** L liest den SuS die Einstiegsgeschichte von einer Pflanzenzelle vor (F 1). Parallel dazu betrachtet jeder S eine Pflanzenzelle durch ein Mikroskop bzw. über eine Projektion.

➔ **Erarbeitung I:** Anschließend mikroskopieren die SuS in kleinen Gruppen selbstständig eine Pflanzenzelle (z. B. von Elodea). L fordert die SuS auf, ihre Vorstellungen einer Pflanzenzelle in ein Modell zu überführen (F1, Aufgabe 1). In Gruppenarbeit stellen die SuS ihre Modelle einer Pflanzenzelle (Abb. 1) aus unterschiedlichen Materialien her, die auf einem Materialienwagen zusammengestellt sind und je nach Bedarf entnommen werden dürfen.

➔ **Sicherung I:** Die SuS präsentieren ihre Modelle. An dieser Stelle kann auf die Teilkompetenzen *Eigenschaften von Modellen* („Unsere Modelle zeigen, wie eine Pflanzenzelle aussehen könnte. Es sind Vermutungen.“) und *Alternative Modelle* („Wir haben verschiedene Modelle, weil wir unterschiedliche Vermutungen über den Aufbau einer Pflanzenzelle haben.“) eingegangen werden.

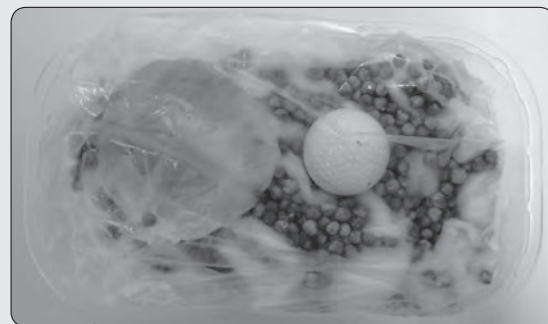


Abb. 1: Mögliches Schülermodell

➔ **Erarbeitung II:** Im Unterrichtsgespräch oder in Gruppenarbeit stellen die SuS unterschiedliche Vermutungen über Lage, Größe und Anzahl der gesehenen Organellen auf (F1, Aufgabe 2). Anschließend demonstriert L über das Lehrermikroskop mit Kameraaufsatz das Durchfokussieren durch die Pflanzenzelle, welches die SuS entsprechend an ihren Mikroskopen nachmachen. Den SuS sollte auffallen, dass in anderen Ebenen weitere Details zu sehen sind, welche in ihrem bisherigen Modell noch nicht berücksichtigt wurden. Die neu gewonnenen Erkenntnisse werden in die Modelle eingearbeitet (z. B. der Zellkern, weitere Chloroplasten).

Seeger / A. Upmeyer zu Belzen / D. Krüger: Modellkompetenz im Biologieunterricht Klasse 7–10
Auer Verlag – AAP Lehrfachverlage GmbH, Donauwörth



➔ **Alternativ/Vertiefung der 2D-3D-Problematik:** Zusätzlich oder wenn eine Projektion nicht möglich ist, wird ein Glasplattenmodell (Abb. 2; vgl. Staeck 1998) am OHP zur Demonstration eingesetzt: Auf unterschiedlichen Ebenen sind dabei Schnitte durch eine runde Figur zu sehen. Im Unterrichtsgespräch kann auch von den SuS geäußert werden, wie ein Schnitt durch eine Kugel aussehen würde, wenn man mit dem Feintrieb weiter nach oben dreht. Es kann demonstriert werden, dass etwas, das auf der ersten Ebene scharf zu erkennen ist, auf weiter oben liegenden Ebenen nicht mehr scharf bzw. unscharf zu sehen ist. Die SuS sollen dabei aus der zweidimensionalen mikroskopischen Abbildung eine räumliche Vorstellung entwickeln.

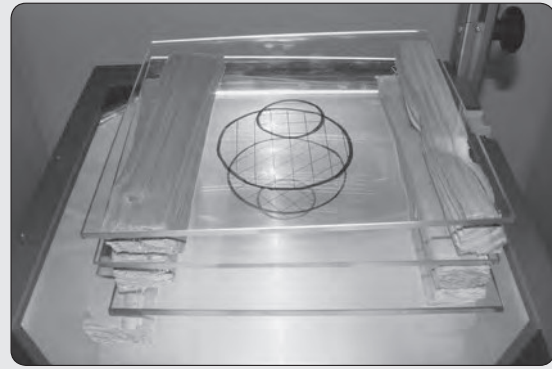


Abb. 2: Glasplattenmodell auf OHP

➔ **Sicherung II:** Die SuS präsentieren ihre ggf. überarbeiteten Modelle und korrigieren damit ihre Vermutungen. Die Modelle werden verglichen. Ein weiterentwickeltes Modell sollte den vollständigen lichtmikroskopisch erkennbaren Aufbau einer Pflanzelle zeigen. Die SuS zeichnen daraufhin eine beschriftete Skizze ihres Modells (F1, Aufgabe 3).

➔ **Reflexion:** Die SuS ergänzen in Partnerarbeit oder als Hausaufgabe das Schema „Der Einsatz von Modellen zum Erkenntnisgewinn“ (AB 1). Mit der Diskussion des Schemas können alle fünf Teilkompetenzen thematisiert werden (s. Lösungsvorschläge).

MK

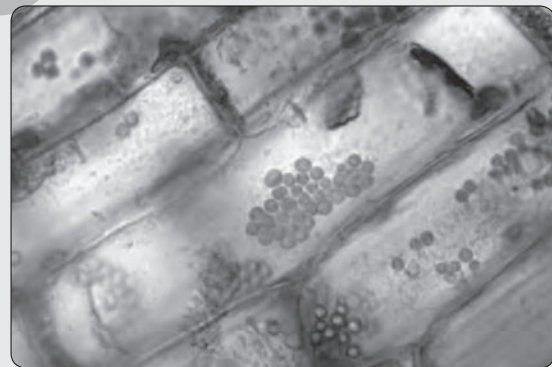
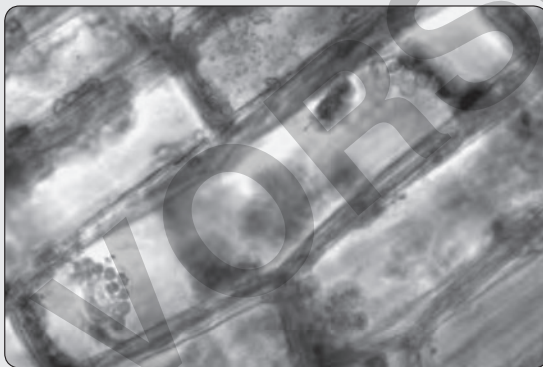


Abb. 3: Verschiedene mikroskopische Ebenen einer Pflanzelle



Liebe Schülerinnen und Schüler!

Ich bin eine Pflanzenzelle und möchte mich vorstellen. Meine äußere Begrenzung heißt Zellwand. Sie gibt mir meine Festigkeit. Nach innen ist meine Zellwand mit einem dünnen Häutchen ausgekleidet, das sich Zellmembran nennt. Ich bin mit einer zähen Flüssigkeit gefüllt, dem Zellplasma, und darin befinden sich auch meine anderen Zellbestandteile.

Dazu gehören z.B. die mit Flüssigkeit gefüllten und mit einer Membran abgegrenzten Säcke, die Vakuolen genannt werden und unter anderem als Speicher dienen. Andere Bestandteile im Zellplasma sind grün (griechisch: *chloro*) geformte (griechisch: *plast*) Gebilde, die entsprechend Chloroplasten heißen. In meinen Chloroplasten stelle ich Zucker her.

Der wichtigste Bestandteil aber ist mein Zellkern, in dem alle Vorgänge und Abläufe gesteuert werden.

Nun solltet ihr eine Vorstellung haben, wie ich aufgebaut bin.

Wie ist eine Pflanzenzelle aufgebaut?

1. Baut ein Modell einer Pflanzenzelle aus den bereitgestellten Materialien.
2. Leitet aus den Modellen Vermutungen über Anzahl, Größe und Lage der Zellorganellen ab.
3. Zeichnet euer Modell.



Ein Unterrichtskonzept von Evelyn Marx

Jahrgang	Klasse 7/8
Zeitung	90 Minuten
Unterrichtsreihe	Fische
Fachinhalt	Lage und Funktion der inneren Organe eines Fisches
Kompetenzen MK	Die SuS ergänzen Modelle zum inneren Aufbau eines Fisches. Aus diesen leiten sie Hypothesen ab, testen sie und entscheiden auf dieser Grundlage, welche Modelle als vorläufig gültig angenommen werden bzw. welche Modelle gegebenenfalls verändert werden müssen.
Methoden	Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Unterrichtsgespräch
Materialien	Kopien des Arbeitsblattes (AB 1; evtl. auch als Folie), präparierter Fisch (alternativ: Abb. 1 als Folie)

➔ **Einstieg:** L erklärt, dass es in dieser Stunde um den inneren Aufbau eines Fisches geht.

➔ **Erarbeitung I:** Die SuS erhalten ein Arbeitsblatt, das den inneren Aufbau eines Fisches zeigt (AB 1). Kiemen, Herz und Schwimmblase fehlen und sollen von den SuS in Einzelarbeit ergänzt werden. Die Hypothesen über die Lage dieser Organe werden von den SuS schriftlich festgehalten. Bei der Formulierung der Hypothesen ist darauf zu achten, dass die SuS biologische Begründungen für die Lage finden (AB 1, Aufgabe 1 und 2).

➔ **Sicherung I:** Im Plenum präsentieren die SuS ihre Lösungen und tragen ihre Hypothesen vor. Dabei kann die Lage der Organe z. B. auf einer Folie gezeigt werden (AB 1 als Folie). In diesem Zusammenhang kann der Zweck von Modellen zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn hervorgehoben werden. Die Modelle dienen hier nicht nur als Medium zum Beschreiben und Erklären von Sachverhalten, sondern als Hypothesendarsteller. *Eigenschaften von Modellen* und *Alternative Modelle* können an dieser Stelle besprochen werden: Unsere Modelle stellen Hypothesen dar und unsere unterschiedlichen Hypothesen zeigen sich in verschiedenen Modellen. Die SuS werden nun aufgefordert, Ideen zu entwickeln, wie ihre vervollständigten Modelle getestet werden können. Die Betrachtung eines realen Fisches kann dabei ein Ansatz sein.

➔ **Erarbeitung II:** L zeigt den SuS z. B. einen seziierten Karpfen. Die Lage der Organe ist mit Fähnchen markiert. Alternativ kann ein Foto eines seziierten Fisches gezeigt werden (Abb. 1). Eine direkte Prüfung der Hypothesen am Original ist damit möglich.

➔ **Sicherung II:** Im Plenum wird besprochen, welches Modell als vorläufig gültig angenommen wird, welche Hypothesen widerlegt wurden und welche Veränderungen dementsprechend vorgenommen werden müssen. Neben der Lage der Organe müssen nun auch die Begründungen über die Lage der Organe auf ihre Stimmigkeit geprüft und gegebenenfalls mit Hilfestellung durch L überarbeitet werden.

Z

E

A

T

Ä