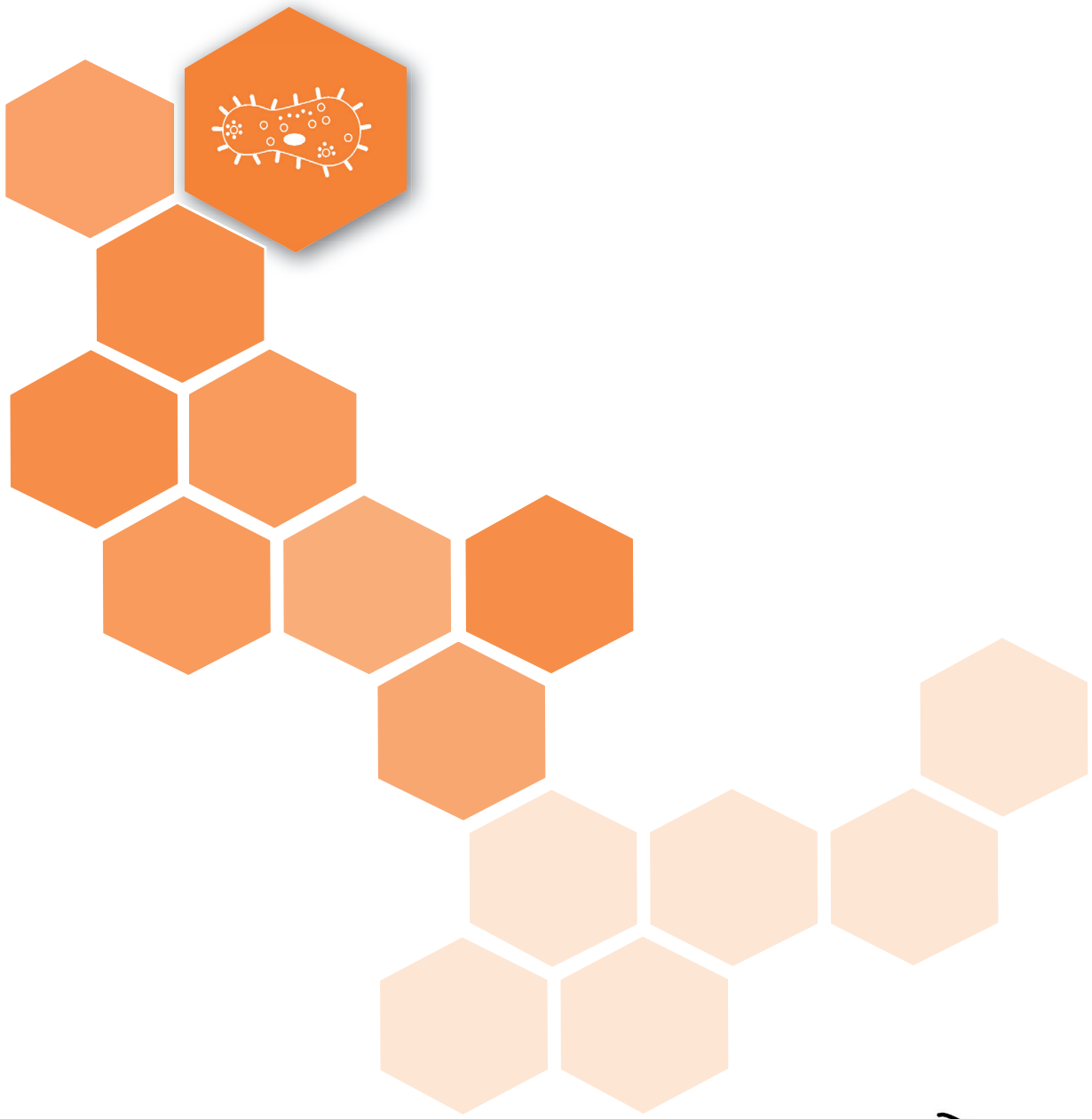
Mikrowelten

Handbuch für Lehrkräfte





Mikrowelten

Handbuch für Lehrkräfte

Erarbeitet von

TuWaS! Berlin | Freie Universität Berlin

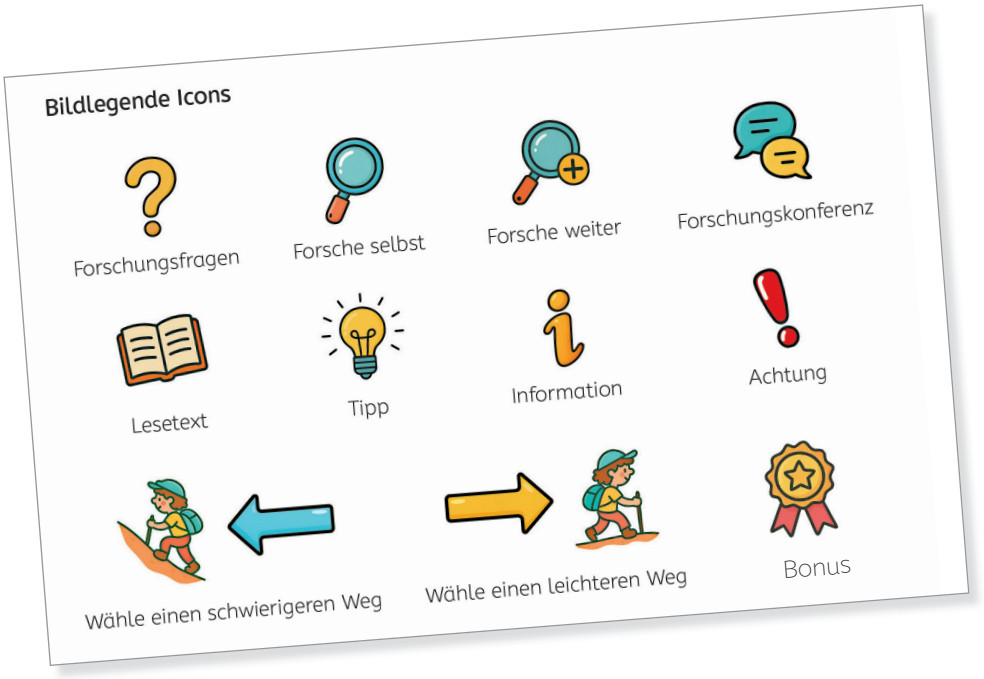
Layout

Yvonne Thron
Johanna Hofman

Version 1.0

*Zum **Downloadmaterial** (u.a. Arbeitsblätter, Lesetexte, Bestimmungsschlüssel, Materiallisten)*

www.tuwas-deutschland.de/login/neumw



Hinweise und Symbole im Handbuch für Lehrkräfte

D Didaktischer Hinweis

M Managementhinweis

F Fachlicher Hinweis

Einzelarbeit | Partnerarbeit | Gruppenarbeit

Forschungs-fragen | Forsche selbst | Forsche weiter | Forschungs-konferenz | Bonus-aufgabe | Wähle deinen Weg

Inhaltsverzeichnis

Kompass: Mit den Handbüchern arbeiten..... 4
Lektion 1: Kleine Dinge sehen..... 11
Lektion 2: Beobachten, beschreiben, erkennen..... 21
Lektion 3: Eigenschaften einer Lupe..... 33
Lektion 4: Das Mikropskop kennenlernen..... 47
Lektion 5: Mit dem Mikroskop beobachten..... 63
Lektion 6: Objekte präparieren..... 73
Lektion 7: Einen Bestimmungsschlüssel nutzen..... 85
Lektion 8: Eine Zwiebel untersuchen..... 97
Lektion 9: Elodea kennenlernen..... 109
Lektion 10: Blepharisma kennenlernen..... 121
Lektion 11: Organismen im Teichmix..... 135
Lektion 12: Ein Fall für die 3 Lupen..... 145

Kompass: Mit den Handbüchern arbeiten

Zwei Handbücher – ein Lernweg

Das Handbuch für Schülerinnen und Schüler (SH) führt die Lernenden durch die Untersuchungen. Das Handbuch für Lehrkräfte (LH) unterstützt Sie bei der Vorbereitung, Durchführung und Begleitung des Lernprozesses. Beide Handbücher sind aufeinander abgestimmt.

Die Aufgaben im Handbuch für Schülerinnen und Schüler ermöglichen ein zunehmend selbstständiges Arbeiten. Wie viel Anleitung und Unterstützung erforderlich ist, können Sie an die Lernvoraussetzungen Ihrer Klasse anpassen.

Das Handbuch für Schülerinnen und Schüler

- macht den Forschungsweg durch die Einheit sichtbar,
- führt mit nummerierten Schritten durch die Untersuchungen,
- enthält die benötigten Materialien und Arbeitsaufträge,
- bietet Hilfen, unterschiedliche Lernwege und zusätzliche Aufgaben,
- unterstützt den Austausch in der Forschungskonferenz und die Reflexion.

Das Handbuch für Lehrkräfte

- erläutert den Kern und die zentralen Aspekte jeder Lektion,
- fasst die Forschungsaufträge aus dem SH zusammen,
- unterstützt die Material- und Unterrichtsvorbereitung,
- bietet fachliche und didaktische Hintergrundinformationen,
- zeigt die vollständigen Seiten des Handbuchs für Schülerinnen und Schüler mit direkt zugeordneten Hinweisen (Didaktische, fachliche und Managementhinweise),
- gibt Anregungen zur Differenzierung und Ergebnissicherung,
- zeigt Möglichkeiten, den Lernprozess zu beobachten und einzuschätzen.

So nutzen Sie das Handbuch für Lehrkräfte

Vor der Lektion

Lesen Sie die Lektionsübersicht und den Hintergrund. Prüfen Sie Material, Vorbereitung, Zeitbedarf und besondere Hinweise.

Während der Lektion

Orientieren Sie sich an den nummerierten Schritten im SH. Die kommentierten SH-Seiten im LH bieten Ihnen passende didaktische, organisatorische und fachliche Hinweise.

Im weiteren Lernprozess

Nutzen Sie die Forschungskonferenz zur gemeinsamen Auswertung und Sicherung. Der Abschnitt „Lernerfolg“ zeigt, woran sich die Entwicklung der angestrebten Fähigkeiten erkennen lässt.

Die 12 Lektionen bauen schrittweise aufeinander auf:

***1–3**: Wahrnehmen & Vergrößern*

***4–7**: Mikroskopieren & Präparieren*

***8–11**: Zellen & Organismen untersuchen*

***12**: Anwenden & Reflektieren*



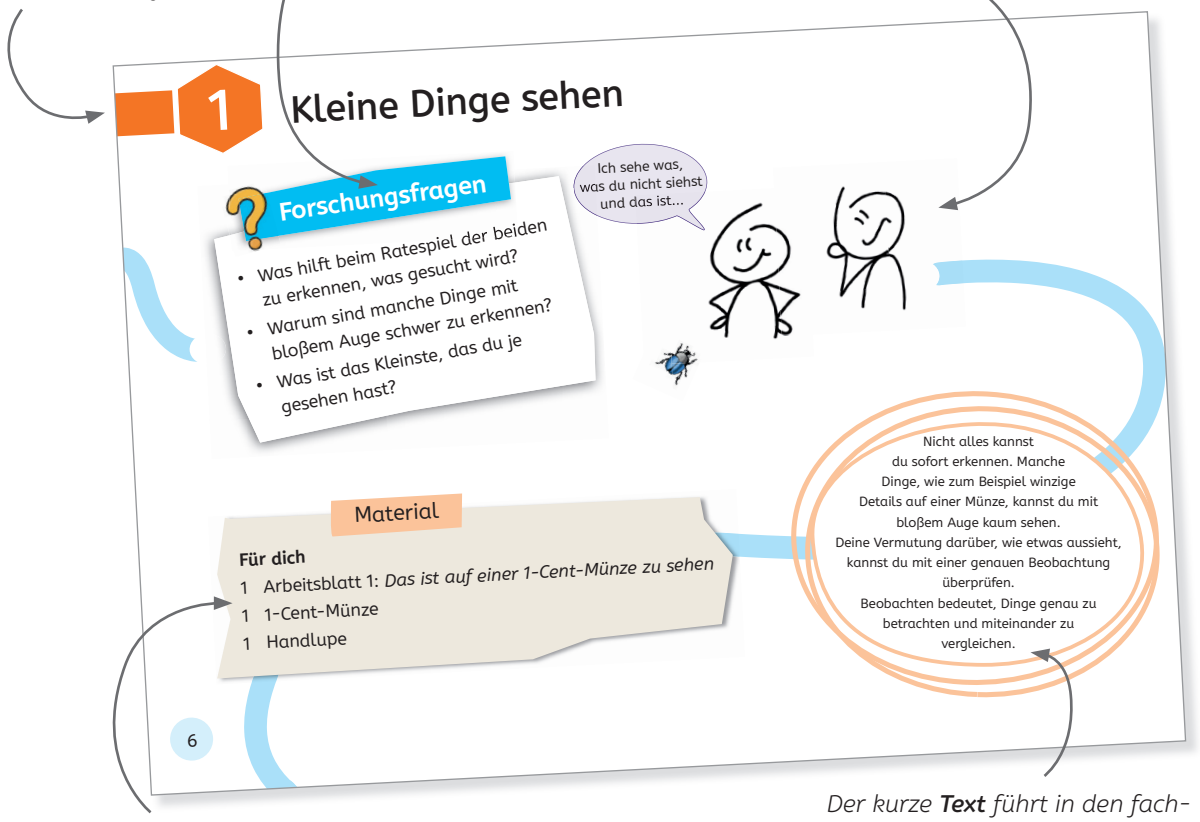
So ist eine Lektion im Handbuch für Schülerinnen und Schüler aufgebaut

Ein durchgehender Forschungsweg verbindet die zwölf Lektionen. Wiederkehrende Bereiche geben den Lernenden Orientierung. Welche Aufgaben selbstständig, gemeinsam oder mit zusätzlicher Unterstützung bearbeitet werden, kann an die Lerngruppe angepasst werden.

__Nummer__ und __Titel__ zeigen, an welcher Stelle des Forschungswegs sich die Lernenden befinden.

Die __Forschungsfragen__ eröffnen das Thema, aktivieren das Vorwissen und lenken den Blick auf zentrale Aspekte der Lektion.

Das __Comic__ veranschaulicht das Problem und regt zum Nachdenken und Austauschen an, ohne die Lösung vorwegzunehmen.



Die __Materialübersicht__ zeigt, was die Lernenden für die Lektion benötigen.

Der kurze __Text__ führt in den fachlichen Zusammenhang ein und bereitet auf die Aufgaben vor.



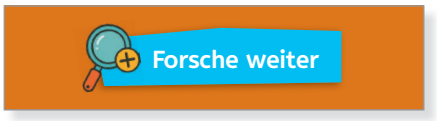
Forsche selbst

Die nummerierten Schritte führen durch die Untersuchung. Die Lernenden beobachten, vermuten, planen, erproben, dokumentieren, vergleichen oder erklären, je nach Lektion.



Forschungskonferenz

Die Lernenden vergleichen ihre Beobachtungen und Ergebnisse, erläutern ihr Vorgehen und halten zentrale Erkenntnisse fest. Je nach Ziel und Lerngruppe findet die Forschungskonferenz im Plenum oder in den Forschungsteams statt.

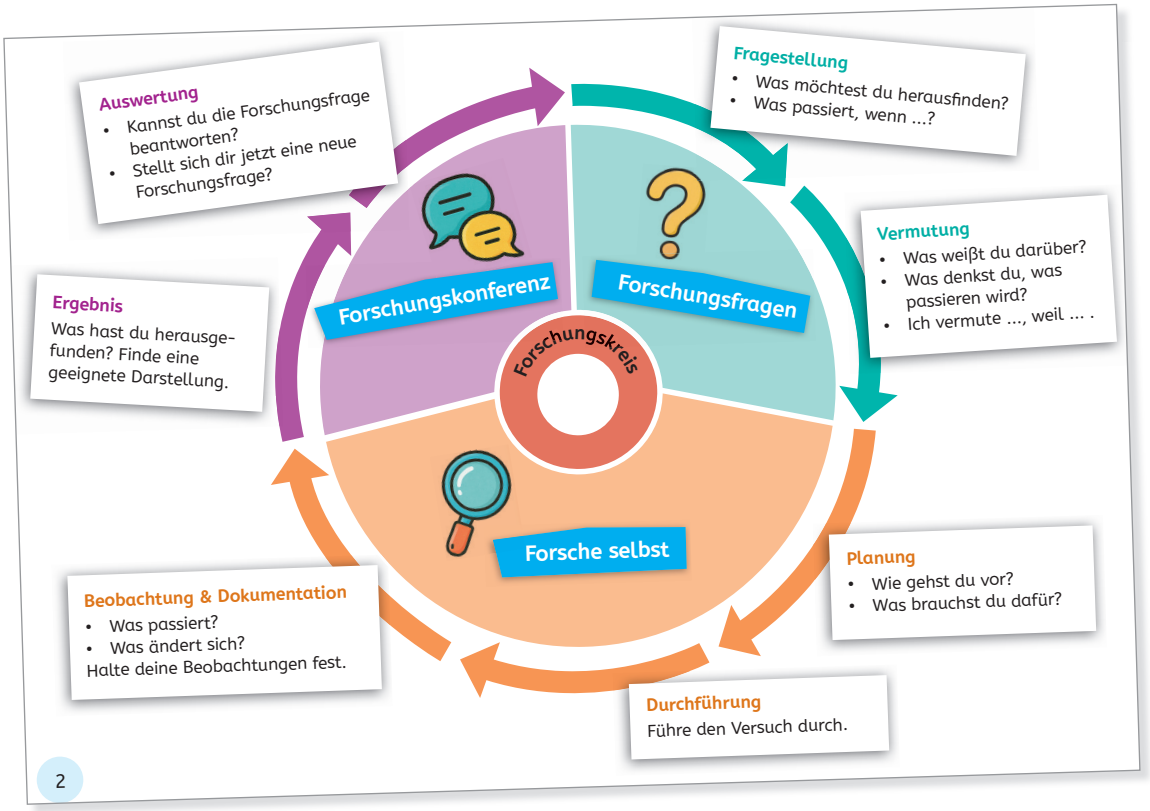


Forsche weiter

„Forsche weiter“ überträgt Erkenntnisse auf neue Situationen oder bietet Raum zum Recherchieren und Weiterdenken, freiwillig und zeitlich flexibel einsetzbar.

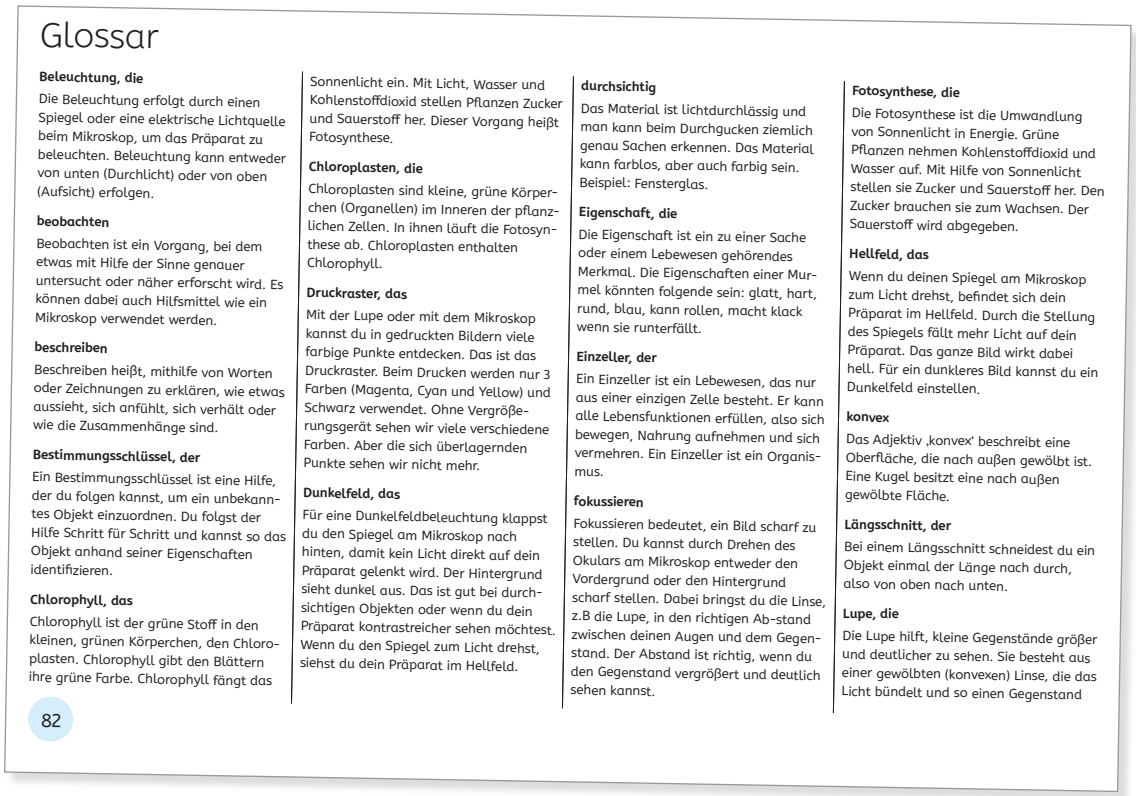
Der Forschungskreis

Innerhalb der Untersuchungen begegnen den Lernenden unterschiedliche Schritte des Forschungskreises. Nicht jede Untersuchung bildet alle Schritte gleich ausführlich ab. Einzelne Schritte können wiederholt werden und aus Ergebnissen können neue Forschungsfragen entstehen.



Das Glossar

Im Glossar werden zentrale Fachbegriffe aus den Lektionen erklärt. Die jeweils relevanten Begriffe sind im Lehrkräfteheft unter „Kern der Lektion“ aufgeführt. Bei Bedarf können die Lernenden die Begriffe im Glossar nachschlagen.



Glossar

Beleuchtung, die
Die Beleuchtung erfolgt durch einen Spiegel oder eine elektrische Lichtquelle beim Mikroskop, um das Präparat zu beleuchten. Beleuchtung kann entweder von unten (Durchlicht) oder von oben (Aufsicht) erfolgen.

beobachten
Beobachten ist ein Vorgang, bei dem etwas mit Hilfe der Sinne genauer untersucht oder näher erforscht wird. Es können dabei auch Hilfsmittel wie ein Mikroskop verwendet werden.

beschreiben
Beschreiben heißt, mithilfe von Worten oder Zeichnungen zu erklären, wie etwas aussieht, sich anfühlt, sich verhält oder wie die Zusammenhänge sind.

Bestimmungsschlüssel, der
Ein Bestimmungsschlüssel ist eine Hilfe, der du folgen kannst, um ein unbekanntes Objekt einzuordnen. Du folgst der Hilfe Schritt für Schritt und kannst so das Objekt anhand seiner Eigenschaften identifizieren.

Chlorophyll, das
Chlorophyll ist der grüne Stoff in den kleinen, grünen Körperchen, den Chloroplasten. Chlorophyll gibt den Blättern ihre grüne Farbe. Chlorophyll fängt das Sonnenlicht ein. Mit Licht, Wasser und Kohlenstoffdioxid stellen Pflanzen Zucker und Sauerstoff her. Dieser Vorgang heißt Fotosynthese.

Chloroplasten, die
Chloroplasten sind kleine, grüne Körperchen (Organellen) im Inneren der pflanzlichen Zellen. In ihnen läuft die Fotosynthese ab. Chloroplasten enthalten Chlorophyll.

Druckraster, das
Mit der Lupe oder mit dem Mikroskop kannst du in gedruckten Bildern viele farbige Punkte entdecken. Das ist das Druckraster. Beim Drucken werden nur 3 Farben (Magenta, Cyan und Yellow) und Schwarz verwendet. Ohne Vergrößerungsgerät sehen wir viele verschiedene Farben. Aber die sich überlagernden Punkte sehen wir nicht mehr.

Dunkelfeld, das
Für eine Dunkelfeldbeleuchtung klappst du den Spiegel am Mikroskop nach hinten, damit kein Licht direkt auf dein Präparat gelenkt wird. Der Hintergrund sieht dunkel aus. Das ist gut bei durchsichtigen Objekten oder wenn du dein Präparat kontrastreicher sehen möchtest. Wenn du den Spiegel zum Licht drehst, siehst du dein Präparat im Hellfeld.

durchsichtig
Das Material ist lichtdurchlässig und man kann beim Durchgucken ziemlich genau Sachen erkennen. Das Material kann farblos, aber auch farbig sein. Beispiel: Fensterglas.

Eigenschaft, die
Die Eigenschaft ist ein zu einer Sache oder einem Lebewesen gehörendes Merkmal. Die Eigenschaften einer Murmel könnten folgende sein: glatt, hart, rund, blau, kann rollen, macht klack wenn sie runterfällt.

Einzeller, der
Ein Einzeller ist ein Lebewesen, das nur aus einer einzigen Zelle besteht. Er kann alle Lebensfunktionen erfüllen, also sich bewegen, Nahrung aufnehmen und sich vermehren. Ein Einzeller ist ein Organismus.

fokussieren
Fokussieren bedeutet, ein Bild scharf zu stellen. Du kannst durch Drehen des Okulars am Mikroskop entweder den Vordergrund oder den Hintergrund scharf stellen. Dabei bringst du die Linse, z.B die Lupe, in den richtigen Ab-stand zwischen deinen Augen und dem Gegenstand. Der Abstand ist richtig, wenn du den Gegenstand vergrößert und deutlich sehen kannst.

Fotosynthese, die
Die Fotosynthese ist die Umwandlung von Sonnenlicht in Energie. Grüne Pflanzen nehmen Kohlenstoffdioxid und Wasser auf. Mit Hilfe von Sonnenlicht stellen sie Zucker und Sauerstoff her. Den Zucker brauchen sie zum Wachsen. Der Sauerstoff wird abgegeben.

Hellfeld, das
Wenn du deinen Spiegel am Mikroskop zum Licht drehst, befindet sich dein Präparat im Hellfeld. Durch die Stellung des Spiegels fällt mehr Licht auf dein Präparat. Das ganze Bild wirkt dabei hell. Für ein dunkleres Bild kannst du ein Dunkelfeld einstellen.

konvex
Das Adjektiv ‚konvex‘ beschreibt eine Oberfläche, die nach außen gewölbt ist. Eine Kugel besitzt eine nach außen gewölbte Fläche.

Längsschnitt, der
Bei einem Längsschnitt schneidest du ein Objekt einmal der Länge nach durch, also von oben nach unten.

Lupe, die
Die Lupe hilft, kleine Gegenstände größer und deutlicher zu sehen. Sie besteht aus einer gewölbten (konvexen) Linse, die das Licht bündelt und so einen Gegenstand

82

Weitere Elemente im Handbuch für Schülerinnen und Schüler



Lesetext
Vermittelt Informationen, die für das Verständnis oder die weitere Bearbeitung benötigt werden.



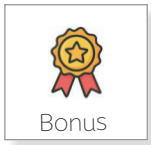
Tipp
Bietet gezielte Unterstützung und kann bei Bedarf genutzt werden.



Information
Erklärt einen Begriff, einen Zusammenhang oder ein Vorgehen.



Achtung
Kennzeichnet sicherheitsrelevante oder besonders wichtige Hinweise.



Bonus
Erweitert oder vertieft die Lektion. Die Aufgabe ist für den grundlegenden Lernweg nicht erforderlich.



Wähle einen leichteren Weg
Bietet zusätzliche Struktur, Hilfen oder eine Verringerung des Bearbeitungsumfangs. Der fachliche Kern bleibt erhalten.



Wähle einen schwierigeren Weg
Erhöht die Selbstständigkeit, Offenheit oder fachliche Vertiefung. Der fachliche Kern bleibt erhalten.

So ist eine Lektion im Handbuch für Lehrkräfte aufgebaut

Jede Lektion beginnt mit einer kompakten Übersicht. Sie unterstützt die fachliche und organisatorische Vorbereitung und zeigt, wie die Lektion in den gesamten Lernweg eingebunden ist..

***Nummer** und **Titel** zeigen, an welcher Stelle des Forschungswegs sich die Lernenden befinden.*

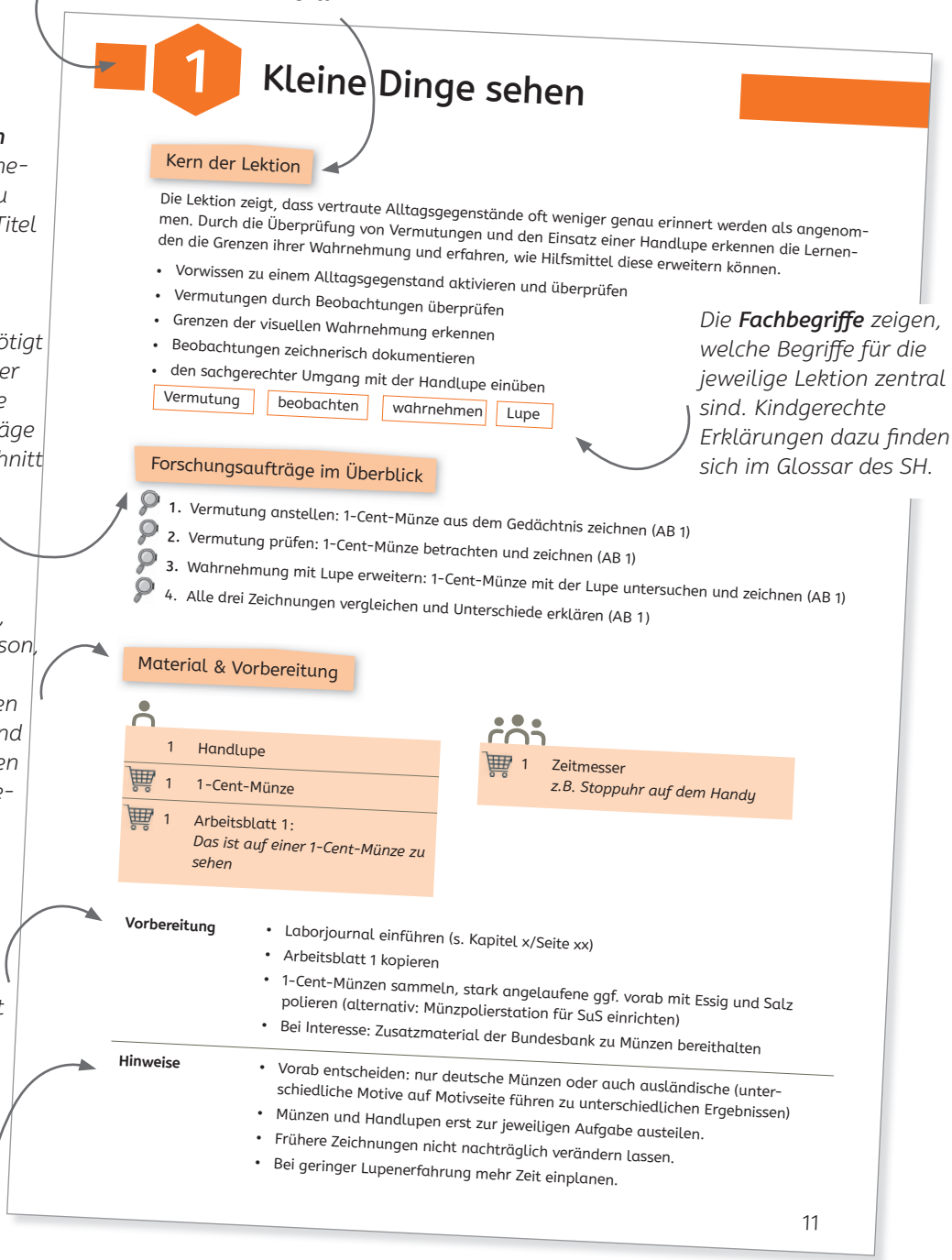
*Der **Kern der Lektion** beschreibt die zentrale Lernintention und ordnet die Lektion in den Lernweg ein. Darunter stehen die wichtigsten fachlichen und methodischen Aspekte sowie zentrale Begriffe.*

*Die **Forschungsaufträge im Überlick** folgt den nummerierten Schritten des SH. Zu jedem Schritt werden der Titel und die zentrale Tätigkeit knapp zusammengefasst. Verweise zeigen, wann ein ergänzendes Material benötigt wird. Die Übersicht dient der schnellen Orientierung. Die vollständigen Arbeitsaufträge stehen im SH und im Abschnitt „Lektion im Detail".*

*Die **Fachbegriffe** zeigen, welche Begriffe für die jeweilige Lektion zentral sind. Kindgerechte Erklärungen dazu finden sich im Glossar des SH.*

*Die **Materialübersicht** zeigt, welche Materialien pro Person, Team oder Klasse benötigt werden. Dabei wird zwischen dem Material der Einheit und zusätzlich bereitzustellenden Materialien (🛒) unterschieden. Übliche Schreib- und Zeichenmaterialien werden nicht aufgeführt.*

*Unter **Vorbereitung** finden Sie alle Arbeiten, die vor Beginn der Lektion erledigt werden müssen.*


1 Kleine Dinge sehen

Kern der Lektion

Die Lektion zeigt, dass vertraute Alltagsgegenstände oft weniger genau erinnert werden als angenommen. Durch die Überprüfung von Vermutungen und den Einsatz einer Handlupe erkennen die Lernenden die Grenzen ihrer Wahrnehmung und erfahren, wie Hilfsmittel diese erweitern können.

- Vorwissen zu einem Alltagsgegenstand aktivieren und überprüfen
- Vermutungen durch Beobachtungen überprüfen
- Grenzen der visuellen Wahrnehmung erkennen
- Beobachtungen zeichnerisch dokumentieren
- den sachgerechter Umgang mit der Handlupe einüben

Vermutung | beobachten | wahrnehmen | Lupe

Forschungsaufträge im Überblick

1. Vermutung anstellen: 1-Cent-Münze aus dem Gedächtnis zeichnen (AB 1)
2. Vermutung prüfen: 1-Cent-Münze betrachten und zeichnen (AB 1)
3. Wahrnehmung mit Lupe erweitern: 1-Cent-Münze mit der Lupe untersuchen und zeichnen (AB 1)
4. Alle drei Zeichnungen vergleichen und Unterschiede erklären (AB 1)

Material & Vorbereitung

1 Handlupe
1 1-Cent-Münze
1 Arbeitsblatt 1: *Das ist auf einer 1-Cent-Münze zu sehen*

1 Zeitmesser *z.B. Stoppuhr auf dem Handy*

Vorbereitung
- Laborjournal einführen (s. Kapitel x/Seite xx)
- Arbeitsblatt 1 kopieren
- 1-Cent-Münzen sammeln, stark angelaufene ggf. vorab mit Essig und Salz polieren (alternativ: Münzpolierstation für SuS einrichten)
- Bei Interesse: Zusatzmaterial der Bundesbank zu Münzen bereithalten

Hinweise
- Vorab entscheiden: nur deutsche Münzen oder auch ausländische (unterschiedliche Motive auf Motivseite führen zu unterschiedlichen Ergebnissen)
- Münzen und Handlupen erst zur jeweiligen Aufgabe austeilen.
- Frühere Zeichnungen nicht nachträglich verändern lassen.
- Bei geringer Lupenerfahrung mehr Zeit einplanen.

11

*Die **Hinweise** machen auf besondere Anforderungen aufmerksam, z.B.:*

- *empfohlene Sozialformen,*
- *Zeitbedarf und mögliche Unterbrechungspunkte,*
- *Materialausgabe und Aufbau,*
- *sicherheitsrelevante Vorbereitungen,*
- *zusätzliche Vorbereitungen für Bonus- oder Vertiefungsaufgaben.*

Hintergrund

Der Hintergrund erläutert die fachlichen und didaktischen Grundlagen der Lektion, v.a.:

- zentrale fachliche Zusammenhänge,
- die Funktion der Aufgaben im Lernweg,
- Modelle und notwendige Vereinfachungen,
- typische Schwierigkeiten und Fehlvorstellungen,
- mögliche Grenzen der Untersuchungen.

Die Hintergrundtexte dienen Ihrer Vorbereitung, sie sind nicht dafür vorgesehen, vollständig mit den Lernenden erarbeitet oder an diese weitergegeben zu werden.

Lektion im Detail

Im Abschnitt „Lektion im Detail" sind die vollständigen Seiten des SH abgebildet. Farbige Markierungen ordnen die Hinweise direkt den jeweiligen Forschungsfragen, Aufgaben und Gesprächsanlässen zu.

Die Lektionen sind grundsätzlich als Einzelstunden angelegt. Wenn voraussichtlich mehr Zeit benötigt wird, ist dies in der jeweiligen Lektion in den Hinweisen gekennzeichnet. Aufgaben mit „Forsche weiter" und „Bonus" ermöglichen eine Erweiterung oder Vertiefung und erfordern entsprechend zusätzliche Unterrichtszeit.

Hinweise im Handbuch für Lehrkräfte

Die Hinweise sind als Unterstützung zu verstehen. Wählen Sie aus, was für Ihre Lerngruppe und die jeweilige Unterrichtssituation hilfreich ist.

D *Didaktischer Hinweis*

Erläutert die Funktion einer Aufgabe im Lernprozess, etwa durch Gesprächsimpulse und unterstützende Fragen, erwartbare Antworten und Beobachtungen, Hinweise zu typischen Schwierigkeiten sowie Anregungen zur Reflexion, Ergebnissicherung und Differenzierung.

Die ***Differenzierungshinweise*** ergänzen z.T. die Wahlmöglichkeiten des SH, beide orientieren sich am fachlichen Kern der Lektionn.

- *Fördern* bietet zusätzliche Hilfen, mehr Struktur oder einen angepassten Bearbeitungsumfang.
- *Fordern* erhöht die Offenheit, verlangt einen weiterführenden Transfer oder vertieft die fachliche Auseinandersetzung.

M *Managementhinweis*

Unterstützt die konkrete Durchführung, etwa bei Materialausgabe und Vorbereitung, Sozialform und Gruppenorganisation, Zeitplanung und Übergängen, Versuchsdurchführung und Dokumentation sowie Sicherheit, Reinigung und Entsorgung

F *Fachlicher Hinweis*

Ergänzt fachliche Erklärungen und ordnet Beobachtungen oder erwartete Ergebnisse ein. Bei Bedarf verweist er auf den ausführlicheren Hintergrund der Lektion.

 *Sozialformen*

Die Symbole zeigen, ob eine Aufgabe oder ein Hinweis für die Einzelarbeit, Partnerarbeit oder Gruppenarbeit vorgesehen ist. Abweichende Möglichkeiten werden bei Bedarf im Managementhinweis erläutert.

Lernerfolg

Beschreibt, woran sich die Entwicklung der angestrebten Fähigkeiten in Beobachtungen, Gesprächen, praktischen Tätigkeiten und Arbeitsprodukten erkennen lässt. Die Kriterien sind eine Beobachtungshilfe und müssen nicht vollständig abgearbeitet oder bewertet werden.

Arbeitsblätter

Am Ende der Lektion stehen die zugehörigen Arbeitsblätter und – soweit sinnvoll – Lösungsvorschläge beziehungsweise erwartete Ergebnisse.

1 Kleine Dinge sehen

Kern der Lektion

Die Lektion zeigt, dass vertraute Alltagsgegenstände oft weniger genau erinnert werden als angenommen. Durch die Überprüfung von Vermutungen und den Einsatz einer Handlupe erkennen die Lernenden die Grenzen ihrer Wahrnehmung und erfahren, wie Hilfsmittel diese erweitern können.

- Vorwissen zu einem Alltagsgegenstand aktivieren und überprüfen
- Vermutungen durch Beobachtungen überprüfen
- Grenzen der visuellen Wahrnehmung erkennen
- Beobachtungen zeichnerisch dokumentieren
- den sachgerechter Umgang mit der Handlupe einüben

Vermutung | beobachten | wahrnehmen | Lupe

Forschungsaufträge im Überblick

1. Vermutung anstellen: 1-Cent-Münze aus dem Gedächtnis zeichnen (AB 1)
2. Vermutung prüfen: 1-Cent-Münze betrachten und zeichnen (AB 1)
3. Wahrnehmung mit Lupe erweitern: 1-Cent-Münze mit der Lupe untersuchen und zeichnen (AB 1)
4. Alle drei Zeichnungen vergleichen und Unterschiede erklären (AB 1)

Material & Vorbereitung

	1	Handlupe
	1	1-Cent-Münze
	1	Arbeitsblatt 1: *Das ist auf einer 1-Cent-Münze zu sehen*

	1	Zeitmesser *z.B. Stoppuhr auf dem Handy*

Vorbereitung

- Laborjournal einführen (s. Kapitel x/Seite xx)
- Arbeitsblatt 1 kopieren
- 1-Cent-Münzen sammeln, stark angelaufene ggf. vorab mit Essig und Salz polieren (alternativ: Münzpolierstation für SuS einrichten)
- Bei Interesse: Zusatzmaterial der Bundesbank zu Münzen bereithalten

Hinweise

- Vorab entscheiden: nur deutsche Münzen oder auch ausländische (unterschiedliche Motive auf Motivseite führen zu unterschiedlichen Ergebnissen)
- Münzen und Handlupen erst zur jeweiligen Aufgabe austeilen.
- Frühere Zeichnungen nicht nachträglich verändern lassen.
- Bei geringer Lupenerfahrung mehr Zeit einplanen.

Wahrnehmung und Beobachtung

Menschen nehmen nicht alle verfügbaren Informationen gleichermaßen wahr. Aufmerksamkeit, Erfahrungen und Vorwissen beeinflussen, welche Merkmale eines Gegenstands bemerkt und erinnert werden. Obwohl eine 1-Cent-Münze den meisten Lernenden vertraut ist, können sie ihre beiden Seiten meist nicht vollständig aus dem Gedächtnis wiedergeben.

Aufmerksames Beobachten ist eine zentrale naturwissenschaftliche Arbeitsweise. Beobachten ist dabei eine **gezielte, bewusste und möglichst sachliche Wahrnehmung**. Die Lernenden richten ihre Aufmerksamkeit gezielt auf Merkmale eines Gegenstands und halten diese nachvollziehbar fest. In dieser Lektion geschieht das vor allem zeichnerisch. So werden Beobachtungen für andere zugänglich und können miteinander verglichen werden.

Erinnerung, Vermutung und Beobachtung

Die erste Zeichnung macht das bisherige Erinnerungsbild der Münze sichtbar. Sie ist keine Beobachtung, sondern eine Vermutung auf Grundlage des vorhandenen Wissens. Die drei Zeichnungen dokumentieren unterschiedliche Erkenntnisgrundlagen:

- Erinnerung und Vorwissen
- gezielte Betrachtung mit dem bloßen Auge
- gezielte Betrachtung mithilfe eines optischen Hilfsmittels (Lupe)

Frühere Darstellungen sind dabei nicht als falsch abzuwerten. Sie dokumentieren den Ausgangspunkt des Erkenntnisprozesses und machen sichtbar, wie Vermutungen überprüft und durch neue Beobachtungen erweitert oder verändert werden.

Wahrnehmung mit der Lupe erweitern

Die visuelle Wahrnehmung ist durch das Auflösungsvermögen des Auges begrenzt. Sehr kleine oder dicht beieinanderliegende Strukturen können nicht mehr deutlich unterschieden werden. Eine Handlupe erzeugt ein **vergrößert erscheinendes Bild** des betrachteten Gegenstands und macht dadurch zusätzliche Einzelheiten erkennbar. Der Gegenstand selbst verändert seine Größe nicht.

Damit Einzelheiten deutlich erkennbar werden, muss der passende Abstand zwischen Auge, Lupe und Gegenstand gefunden werden. Dieses Fokussieren gehört zum sachgerechten Umgang mit der Lupe. Der Aufbau und die Eigenschaften von Linsen werden in Lektion 3 vertieft.

Beobachtungen dokumentieren

Naturwissenschaftliche Beobachtungen müssen so dokumentiert und mitgeteilt werden, dass eindeutig ist, worauf sie sich beziehen. Einheitliche Begriffe und Bezeichnungen – etwa Seite 1 und Seite 2 der Münze – schaffen die Grundlage, um Beobachtungen zu beschreiben und zu vergleichen.

Das Laborjournal macht dabei den Erkenntnisprozesse über einen längeren Zeitraum nachvollziehbar. Darin halten die Lernenden Fragen, Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse fest. So werden auch Veränderungen ihrer Vorstellungen sichtbar. Zugleich entsteht ein erstes Verständnis dafür, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse durch **Beobachten, Dokumentieren, Vergleichen und Reflektieren** entwickelt werden.

Vereinfachung und Fokus

Die erste Zeichnung wird in der Lektion vereinfachend als Vermutung behandelt, weil sie eine Vorstellung sichtbar macht, die anschließend überprüft wird. Eine vertiefte Unterscheidung zwischen Vermutung, Hypothese und Vorwissen ist hier nicht erforderlich. Auch die physiologischen Grundlagen des Sehens sowie die optische Wirkungsweise der Lupe werden noch nicht behandelt. Die Eigenschaften der Linse folgen in Lektion 3.

1 Kleine Dinge sehen

Forschungsfragen D

- Was hilft beim Ratespiel der beiden zu erkennen, was gesucht wird?
- Warum sind manche Dinge mit bloßem Auge schwer zu erkennen?
- Was ist das Kleinste, das du je gesehen hast?

M



Nicht alles kannst du sofort erkennen. Manche Dinge, wie zum Beispiel winzige Details auf einer Münze, kannst du mit bloßem Auge kaum sehen. Deine Vermutung darüber, wie etwas aussieht, kannst du mit einer genauen Beobachtung überprüfen. Beobachten bedeutet, Dinge genau zu betrachten und miteinander zu vergleichen.

Material

Für dich

1 Arbeitsblatt 1: *Das ist auf einer 1-Cent-Münze zu sehen*
1 1-Cent-Münze
1 Handlupe

6

Zu den Forschungsfragen

D

- **Was hilft beim Ratespiel?**
  - Genaue Hinweise zu sichtbaren Merkmalen (z.B. Farbe, Form, Größe, Lage).
  - Je genauer die Hinweise, desto leichter lässt sich der Gegenstand bestimmen.
- **Warum ist etwas schwer zu erkennen?**
  - Es kann z.B. sehr klein, weit entfernt, schlecht beleuchtet oder kontrastarm sein.
  - Beispiel: Sterne und Mond erscheinen klein, obwohl sie sehr groß sind.
- **Was ist das Kleinste, das du je gesehen hast?**
  - Individuelle Antworten (z.B. Sandkorn, Haar, kleines Insekt).
  - Lernende ihre Beispiele gegenseitig ergänzen und weiterentwickeln lassen.

M

- Genannte Beispiele/Hilfsmittel sichern, um Vorwissen zu Größenordnungen und Wahrnehmungsgrenzen zu erfassen.
- Antworten am Smartboard/Plakat sortieren:
  - Was sehen wir?
  - Was sehen wir nicht?
  - ggf. Womit können wir es sichtbar machen?

Forsche selbst

M1 D1

1. Vermutung anstellen

Bearbeite die Aufgabe 1 auf dem Arbeitsblatt 1.

Denke nach und tausche dich aus.

- Konntest du dich gut an die Münze erinnern? Nenne einige Einzelheiten.
- Überlege, was dir helfen würde, um eine Zeichnung mit mehr Details anzufertigen.

M2 D2

2. Vermutung prüfen

Lass dir eine 1-Cent-Münze geben und bearbeite die Aufgabe 2 auf dem Arbeitsblatt 1. Versuche, so viele Details wie möglich zu erkennen.

Denke nach und tausche dich aus.

- Nenne die Einzelheiten, die du jetzt zusätzlich in deine Zeichnung einfügen konntest.
- Überlege, was dir helfen würde, um deine Zeichnung noch genauer anzufertigen.

Zu Aufgabe 1

M1
- Nur Arbeitsblatt 1 ausgeben, keine Münze oder Lupe

D1
- Zu Beginn: Eindeutige Bezeichnungen für Vergleiche in der Klasse festlegen (z. B. Seite 1 = Wertseite, Seite 2 = Motivseite)
- Nach jeder Zeichnung kurzen Austausch zu vermuteten bzw. entdeckten Details und stichpunktartig festhalten.

Zu Aufgabe 2

M2
- Münze austeilen, keine Lupen.
- Betrachtung auf 1 Minute begrenzen, Wechsel zur zweiten Seite rechtzeitig ankündigen, anschließend abdecken lassen.
- Unterschiedliche nationale Seiten beim Vergleich berücksichtigen.

D2
- Zeitbegrenzung lenkt aufs genaue Hinsehen, trennt bewusst Betrachten und Zeichnen
- Nur auf Münzdetails hinweisen, die bereits besprochen wurden.
- Münzen verschiedener Länder ggf. zur Differenzierung einsetzen (z.B. alle haben gleiche Nation vs. allle haben unterschiedliche)
- Nach der Zeichnung: kurzer Austausch zu neu entdeckten Details.

M D1 F

3. Wahrnehmung mit einer Lupe erweitern

Hole eine Lupe und bearbeite die Aufgabe 3 auf dem Arbeitsblatt 1. Achte auf die Details und schaue immer wieder mit Hilfe der Lupe auf die Münze.

D2

4. Zeichnungen vergleichen

Bearbeite die Aufgabe 4 auf dem Arbeitsblatt 1.

5. Räume auf und bringe das Material zurück.

Info

Lupe benutzen, aber wie?

A: Lupe bewegen

Lege den Gegenstand auf den Tisch und halte die Lupe dicht darüber. Bewege die Lupe langsam hin und her, bis du die Einzelheiten darauf deutlich siehst.





B: Gegenstand bewegen

Halte die Lupe dicht vor dein Auge. Halte den Gegenstand in der anderen Hand. Bewege ihn langsam vor und zurück, bis du alles deutlich siehst.

8

Zu Aufgabe 3

M

- Lupen austeilen.
- Bei fehlender Lupenerfahrung: Zeit zum freien Ausprobieren einplanen, bei Bedarf Hilfestellung zum Fokussieren geben (zwei Varianten, s. Info-Kasten). Achtung: Nicht mit der Lupe in die Sonne blicken!
- Zeichnung kann je nach Sorgfalt lange dauern: ggf. Zeitvorgabe einplanen, rechtzeitig an 2. Seite erinnern.

D1

- Bei oberflächlicher Bearbeitung: Nach besonderen Einzelheiten suchen lassen (z.B. Jahreszahl, Prägebuchstabe).
- Nach der Zeichnung: kurzer Austausch zu neu entdeckten Details.

F

- Lupe vergrößert vergrößert das Bild im Auge, nicht die Münze, und macht Details unterhalb der bisherigen Wahrnehmungsgrenze sichtbar (vgl. Hintergrund).
- Erwartbar: z. B. Randmuster, Schrift, Jahreszahl, Prägebuchstabe, Signatur (LL)

Differenzierung

Fordern

- Details zu den Münzen selbst recherchieren lassen (z. B. Signatur, Prägeort).

Fördern

- Nur eine Seite zeichnen lassen (Wertseite), erleichtert Vergleichbarkeit in der Gruppe.
- Bei stärker Einschränkung: Münze mit Bleistift durchpausen, Abdruck mit Original vergleichen.

Zu Aufgabe 4

D2 Vorbereitung auf die Forschungskonferenz

Forschungskonferenz

D1

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Gibt es Unterschiede zwischen deiner 1. und 3. Zeichnung? Nenne Gründe für diese Unterschiede.
- Wobei hat dir die Lupe geholfen?
- Was war das Kleinste, das du heute entdecken konntest?



D2

Passt diese Aussage zu deiner heutigen Untersuchung?

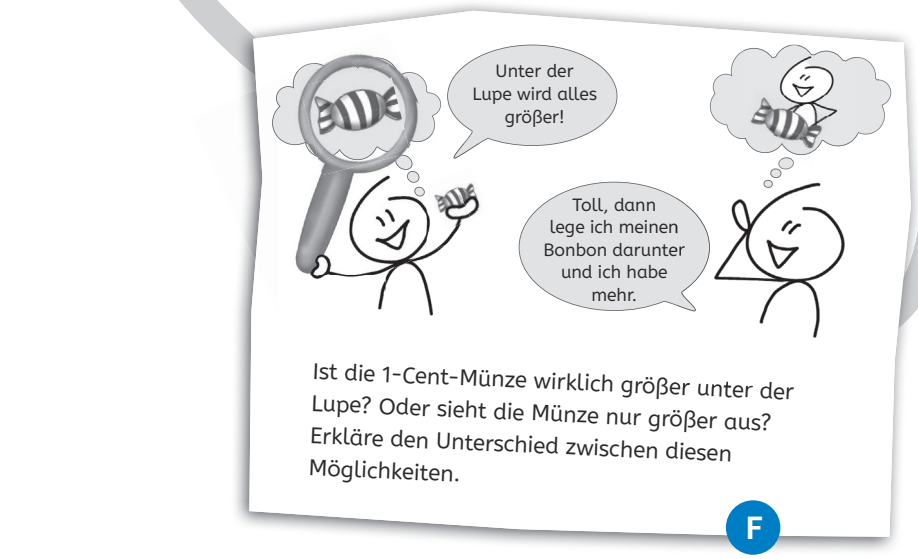
Zur Foschungskonferenz

D1

- Zeichnungen vergleichen:
  - 1. und 3. Zeichnung gegenüberstellen, Entwicklung hier am deutlichsten (erwartbar: genauer, vollständiger, mehr Einzelheiten). Wichtig: Erste Zeichnung nicht als falsch bewerten, zeigt ursprüngliche Vorstellung.
  - Begründung (Zeichnung 2 kann einbezogen werden): Erinnerung zunächst lückenhaft, durch Betrachten ergänzt, mit Lupe weitere Einzelheiten erkannt.
- Hilfe der Lupe: kleine Einzelheiten genauer erkennen und die Zeichnung ergänzen (z. B. feine Linien, Prägedatum oder Signatur), entdeckte Details sammeln.
- Kleinstes entdecktes Detail: individuelle Antworten (z. B. Signatur „LL“ oder feine Linien).

D2

- Reflexion des Erkenntnisprozesses: Veränderung eigener Vorstellungen durch neue Beobachtungen erkennen.
- Wichtig: Veränderungen sichtbar machen, nicht als richtig oder falsch bewerten.
- Unterstützende Fragen zu „Naturwissenschaftler entdecken immer wieder Neues und müssen ihre vorherigen Vorstellungen und Erklärungen überprüfen und auch ändern.“
  - „War das bei euch heute auch so?“
  - „Was dachtest du vorher?“
  - „Was hast du erst später entdeckt?“
  - „Was hast du in deiner Zeichnung ergänzt oder verändert?“



Ist die 1-Cent-Münze wirklich größer unter der Lupe? Oder sieht die Münze nur größer aus? Erkläre den Unterschied zwischen diesen Möglichkeiten.

F



D

Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

10

Zur Foschungskonferenz

F

- Scheinbare und tatsächliche Größe unterscheiden:
  - Münze bleibt gleich groß, erscheint durch die Lupe aber größer.
  - Lupe erzeugt ein vergrößertes Abbild (Vertiefung folgt in Lektion 3).

D

- Lektion reflektieren:
  - Individuelle Antworten zu Erkenntnissen, Überraschungen und Schwierigkeiten.
  - Erwartbare Kernaussagen: Durch genaues Betrachten mehr Einzelheiten erkennen; Lupe macht zuvor nicht erkennbare Einzelheiten sichtbar.
- Unterstützende Fragen bei Bedarf:
  - „Was konntest du am Anfang noch nicht erkennen?“
  - „Was hat dir geholfen?“



Forsche weiter

M

Kannst du das auch?

Fordere Familienmitglieder, Freundinnen und Freunde auf, eine 1-Cent-Münze zu zeichnen. Finde heraus, woran sie sich erinnern können.

Weitere Vergrößerungsgeräte

Die Lupe zählt zu den Vergrößerungsgeräten. Welche anderen Vergrößerungsgeräte kennst du? Recherchiere!

Das Geld der Welt

Finde Geldscheine und Münzen anderer Länder und ordne sie diesen zu. Fertige anschließend weitere Zeichnungen an.

Wenn ihr im Team arbeitet, könnt ihr die Zeichnungen auf der Weltkarte den Ländern zuordnen und aufhängen oder ein „Buch der Währungen“ anlegen. So bekommt ihr einen Überblick über die Zahlungsmittel der Welt.

Kleine Dinge sehen Lektion 1 11

Zu Forsche weiter

M

Aufgaben können ergänzend im Klassenkontext, selbstständig von den Lernenden durchgeführt oder weggelassen werden.

Beobachten und zeichnerisch dokumentieren

Die drei Zeichnungen auf Arbeitsblatt 1 ermöglichen eine erste Standortbestimmung der Beobachtungs- und Dokumentationsfähigkeit. Entscheidend ist nicht ihre ästhetische Qualität, sondern ob die Lernenden bei genauerer Betrachtung zunehmend mehr Einzelheiten wahrnehmen und in den jeweils neuen Zeichnungen festhalten. Unterschiedliche zeichnerische Fähigkeiten dürfen daher nicht mit Unterschieden in der Beobachtungsfähigkeit gleichgesetzt werden.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Vermuten und prüfen:** ihre erste Zeichnung als Vorstellung aus der Erinnerung festhalten und diese anschließend mit ihren Beobachtungen an der Münze vergleichen.
- **Beobachten**: bei unmittelbarer Betrachtung mehr Einzelheiten erkennen als aus der Erinnerung und mithilfe der Lupe zusätzliche oder feinere Merkmale entdecken.
- **Dokumentieren**: erkannte Einzelheiten zeichnerisch festhalten und die Zeichnung aufgrund erneuter Betrachtung ergänzen oder verändern.
- **Reflektieren**: beschreiben, wobei ihnen das genaue Betrachten und die Lupe geholfen haben.
- **Fachlich einordnen**: erklären, dass die Münze gleich groß bleibt, durch die Lupe jedoch größer erscheint.

Arbeitsblatt und Laborjournal

Arbeitsblatt 1 macht durch die drei aufeinanderfolgenden Zeichnungen besonders gut sichtbar, wie sich Beobachtung und Dokumentation im Verlauf der Lektion verändern. Die ursprünglichen Zeichnungen bleiben dabei unverändert und dokumentieren die jeweiligen Schritte des Erkenntnisprozesses.

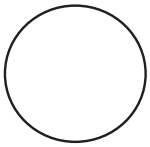
Das **Laborjournal** dient über die gesamte Einheit als Sammlung von Zeichnungen, Beobachtungen, Ideen, Entdeckungen und Fragen. Im weiteren Verlauf kann daran die Entwicklung des Beobachtungs- und Dokumentationsvermögens nachvollzogen werden.

Die **Forschungskonferenz** bietet ergänzend die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden Veränderungen zwischen ihren Zeichnungen begründen und die Wirkung der Lupe fachlich einordnen können

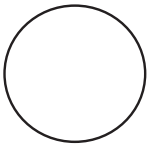
Arbeitsblatt 1 Name: Datum:

Das ist auf einer 1-Cent-Münze zu sehen

1. Vermutung anstellen:
   Zeichne beide Seiten einer 1-Cent-Münze aus dem Gedächtnis.

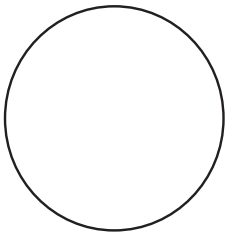


Seite 1

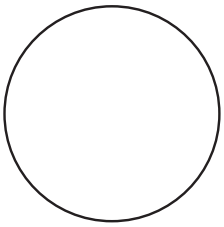


Seite 2

2. Vermutung prüfen:
   Betrachte eine 1-Cent-Münze 1 Minute lang. Decke sie ab und zeichne.

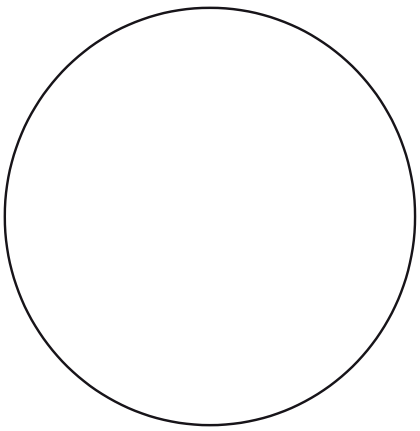


Seite 1

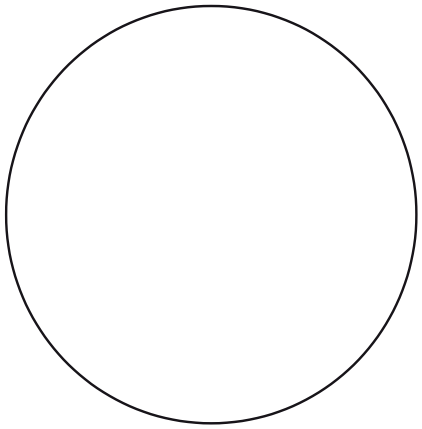


Seite 2

3. Wahrnehmung erweitern:
   Betrachte eine 1-Cent-Münze mithilfe einer Lupe und zeichne, was du erkennen kannst.



Seite 1



Seite 2

4. Vergleiche die drei Zeichnungen. Nenne Unterschiede zwischen den Zeichnungen und erkläre, warum sie unterschiedlich aussehen.

2 Beobachten, beschreiben, erkennen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht das präzise Beobachten als Grundlage sachlicher, möglichst eindeutiger Beschreibungen. Beim Austausch prüfen die Lernenden, welche Angaben anderen helfen, einen Gegenstand zu erkennen.

- Wahrnehmbare Eigenschaften mit den Sinnen und der Handlupe untersuchen und genau benennen
- Beobachtungen von Deutungen und Bewertungen unterscheiden, sachlich in Worten und Zeichnungen dokumentieren und auf ihre Eindeutigkeit und Nachvollziehbarkeit prüfen

beschreiben | Sinne | Eigenschaft | Objektvität

Forschungsaufträge im Überblick

1. Gegenstand mit Worten beschreiben: Eigenschaften nennen und passenden Sinnen zuordnen
2. Beobachtungen dokumentieren: Siebgaze/Sackleinen beschreiben und zeichnen (AB 2)
3. Vermutungen anstellen: AB tauschen, Objekt anhand Beschreibung und Zeichnung erkennen (AB 2; verschiedene Differenzierungsmöglichkeiten)

Der Schneequiekser: Vertiefung zu Beschreibung (AB 2-Bonus)

Zeichnen nach Beschreibung: Objekt anhand der Beschreibung zeichnen und erkennen (AB 2)

Material & Vorbereitung

1	Handlupe
1	Arbeitsblatt 2: *Beobachten, beschreiben, erkennen*
1	Objektset (Siebgaze, Sackleinen)
1	Arbeitsblatt 2-Bonus: *Der Schneequiekser*

1	Bonus: Ergänzendes Objekt zur Erweiterung des Objektsets (z. B. Taschentuch, Gewebestoff, Wachstuch, Bleistiftspäne)

1	Objekt mit vielfältigen Eigenschaften für das Gruppenspiel

Vorbereitung

- Liste mit Adjektiven und Sinnesbegriffen zum Aushang bereithalten
- Arbeitsblatt 2 kopieren, Austausch zwischen den Tischen einplanen
- bei Bedarf Arbeitsblatt 2-Bonus kopieren

Hinweise

- Sozialformen: Zunächst Gruppe, dann Einzelarbeit anschließend Partnerarbeit (differenzierungsabhängige Zusammensetzung nöttwendig)
- Auswertung: Fokus auf hilfreiche, mehrdeutige oder nicht direkt beobachtbare Angaben, nicht nur auf richtige Zuordnung

Wahrnehmen, beobachten und dokumentieren

Beim Betrachten eines Objekts nehmen Menschen mit ihren Sinnen Eigenschaften wie Farbe, Form, Oberfläche oder Temperatur wahr. Eine Lupe kann weitere Einzelheiten sichtbar machen. Beobachten geht über dieses Wahrnehmen hinaus: Die Eindrücke werden gezielt ausgewählt, geordnet und mithilfe von Sprache oder Zeichnungen dokumentiert. So werden sie für andere zugänglich.

Beobachtung, Folgerung und Meinung

Nicht jede Aussage über ein Objekt ist eine Beobachtung. „Die Oberfläche fühlt sich rau an" beschreibt eine unmittelbar wahrnehmbare Eigenschaft. „Das ist Sackleinen" verbindet Beobachtungen mit Vorwissen und ist eine Folgerung. Aussagen wie „schön" oder „eklig" drücken dagegen eine persönliche Meinung aus.

Für die Lernenden werden diese Unterschiede durch vier Gegensatzpaare greifbar:

- **eindeutig** oder **mehrdeutig**: „Die Fäden kreuzen sich im rechten Winkel" ist genauer als „Es hat ein Muster".
- **objektiv** oder **subjektiv**: „Es hat sechs Öffnungen" ist überprüfbar. „Es ist schön" hängt von der betrachtenden Person ab.
- **absolut** oder **relativ**: „Es ist 3 cm lang" nennt eine feste Größe. „Es ist länger" braucht einen erkennbaren Vergleich.
- **neutral** oder **interpretierend**: „Es lässt sich biegen" beschreibt eine Beobachtung. „Es ist zum Verpacken geeignet" deutet eine mögliche Verwendung.

Die Paare überschneiden sich, bezeichnen aber nicht dasselbe. Eine relative Angabe kann eindeutig und objektiv sein, wenn der Bezug genannt wird, etwa „dunkler als das Vergleichsstück". Eine begründete Deutung geht dennoch über die Beobachtung hinaus.

Präzise beschreiben

Angaben wie „blau", „weich" oder „groß" reichen oft nicht aus, um ein Objekt zu erkennen. Genauer wird eine Beschreibung durch mehrere konkrete Eigenschaften, etwa zu Farbe, Form, Oberfläche und Anordnung, sowie durch Messwerte, Anzahlen und eindeutige Vergleiche. Ziel ist eine sachliche, nachvollziehbare Beschreibung, die wenig Vorwissen voraussetzt. Diese Fähigkeit können mit dem Bonus „Der Schneequiekser" vertieft geübt werden.

Sprache und Zeichnung

Zeichnungen zeigen Formen, Linien, Anordnungen und Größenverhältnisse oft leichter als Worte. Bei einer naturwissenschaftlichen Zeichnung zählt nicht die ästhetische Qualität, sondern die genaue Darstellung des Beobachteten. Lernende zeichnen jedoch häufig, was sie erwarten oder wissen. Der wiederholte Abgleich mit dem Objekt hilft, Beobachtung und Vorwissen zu trennen.

Typische Schwierigkeiten und didaktischer Schwerpunkt

Lernende setzen Beschreiben oft mit Benennen gleich, verwenden wertende Wörter oder formulieren Folgerungen wie Beobachtungen. Zudem fehlen häufig Adjektive für Oberflächen, Formen oder Anordnungen. Eine Wortliste kann hier unterstützen. Vergleiche ohne Bezugspunkt und ungeordnete Eigenschaften erschweren das Erkennen. Ob andere das Objekt anhand der Dokumentation erkennen, macht deren Qualität unmittelbar erfahrbar.

Die Trennung von Beobachtung, Folgerung und Meinung ist ein vereinfachtes Modell, das die bewusste Prüfung eigener Aussagen unterstützt. Sinnesphysiologie, Erkenntnistheorie und fachliche Klassifikation werden nicht vertieft. Im Mittelpunkt steht das Zusammenspiel von sorgfältiger Beobachtung, präziser Sprache und klarer Darstellung.

2 Beobachten, beschreiben, erkennen

Forschungsfragen D

- Warum könnte die Bitte nach dem Pulli schwierig zu erfüllen sein?
- Was könnte helfen?



Material

Für dich

1 Arbeitsblatt 2: *Beobachten, beschreiben, erkennen*
1 Handlupe
1 Siebgaze oder Sackleinen

Bonus: Arbeitsblatt 2-Bonus: *Der Schneequiekser,* zusätzliches Objekt

Das genaue Beobachten ist eine der wichtigsten Fähigkeiten beim Forschen. Zum Beispiel kannst du mit deinen Sinnen dabei herausfinden, welche Eigenschaften ein Gegenstand hat. Damit andere verstehen, was du beobachtet hast, beschreibst und zeichnest du diese Eigenschaften eindeutig. Achte auf Objektivität, also lass eine Bewertung oder deine Meinung weg.

12

Zu den Forschungsfragen

D

- **Warum könnte diese Bitte schwierig zu erfüllen sein?**
  - Angaben nicht eindeutig: mehrere Pullis passen zur Beschreibung.
  - Angaben sind subjektiv: „Lieblingspulli“ setzt Vorwissen voraus, da subjektive Beschreibung ohne Nennung konkreter Eigenschaften.
- **Was könnte helfen?**
  - Nachfragen und präzise, beschreibende Eigenschaften benennen lassen (z. B. Muster, Material, Größe).
  - Bei Bedarf Rückbezug zu Lektion 1: Wie konntet ihr euch dort sicher sein, über dieselbe Münzseite zu sprechen? (einheitliche Bezeichnung: Seite 1/Seite 2).

Forsche selbst

D M

1. Gegenstand mit Worten beschreiben

Spielt gemeinsam:

- Die erste Person erhält einen Gegenstand und nennt eine Eigenschaft.
  Beispiel: Er ist glatt.
- Der Gegenstand wird weitergegeben. Die nächste Person nennt den Sinn, mit dem diese Eigenschaft erkannt wurde.
  Beispiel: Tastsinn.
- Der Gegenstand wird weitergegeben. Die nächste Person nennt eine weitere Eigenschaft. Die übernächste Person wieder den passenden Sinn.

So geht das Spiel weiter und der Gegenstand wandert von Hand zu Hand. Das Spiel endet, wenn keine weitere Eigenschaft des Gegenstandes genannt werden kann.



Zu Aufgabe 1

D

- Sinne vorab gemeinsam klären und ggf. vorab aktivieren (Sehen: Farbe/Form/Größe; Fühlen: Oberfläche/Form/Temperatur; Riechen: Geruch; Hören: Geräusch). Bei einseitig visuellen Beschreibungen ggf. unterstützen: „Was könnt ihr außerdem fühlen, hören oder riechen?“
- **Stolperstein**: Lernende benennen statt beschreiben (z. B. „das ist Wolle“) oder bewerten statt beschreiben (z. B. „schön“). Auf konkrete, beobachtbare Eigenschaften lenken (vgl. Hintergrund).
- Wortschatz ggf. durch Sinnesbegriffe und Adjektivlisten unterstützen.

M

- Vorab den Ablauf (s. Kasten) und die Regeln klären. Betonen, dass der Gegenstand erst am Ende benannt wird.
- Der Sinn *Schmecken* wird aus Sicherheitsgründen nicht eingesetzt.

Differenzierung

Fordern

- Vorgegebene Aussagen als Beobachtung, Folgerung oder Meinung einordnen lassen (z. B. „ist glatt“ / „ist ein Handtuch“ / „ist schön“)

Fördern

- Eigenschaften den passenden Sinnen zuordnen lassen (z.B. mit Hilfe von Sinneskarten).

Hole das Material.

Bonus: Der Schneequiekser

D

Lies die Beschreibung einer Forscherin, die ein bisher unbekanntes Tier entdeckt und ihre Beobachtungen in ihrem Laborjournal festgehalten hat:

Auf meiner Reise durch die verschneiten Berge im Norden habe ich ein bisher unbekanntes Tier entdeckt.

Das Fell ist glatt und schneeweiß, sodass es im Schnee kaum zu erkennen ist. Das Tier ist klein und wendig und kann leicht durch enge Felsspalten durchschlüpfen.

Es hat einen langen, buschigen Schwanz. Damit kann das Tier das Gleichgewicht halten, wenn es sich auf schneebedeckten Felsen oder Baumstümpfen bewegt.

Das Tier hat runde Ohren, schwarze, runde Augen und lange, feine Schnurrhaare. Es lebt in kalten, felsigen Gebieten und frisst Wurzeln und Beeren, die es unter dem Schnee findet.

Wenn Gefahr droht, bleibt es ganz still und verlässt sich auf seine Tarnung. Nur wenn es andere warnen will, gibt es ein leises, hohes Quieken von sich.

- Bearbeite das Arbeitsblatt 2-Bonus.
- Tausche dich im Anschluss über deine Entdeckungen und Ergebnisse aus.

Zum Bonus

D Vertiefung: Eigenschaften aus einer Beschreibung herausarbeiten, ordnen und für eine eindeutige, begründete Zuordnung nutzen.

D M F

2. Beobachtungen dokumentieren

- Siebgaze oder Sackleinen? Wähle eines der Objekte aus.
- Beschreibe die Eigenschaften deines Objektes auf dem Arbeitsblatt 2. Notiere nur, was du wahrnimmst.
- Zeichne anschließend das Objekt so, wie es durch die Lupe betrachtet aussieht.
- Trage in die letzte Spalte den Namen des Objekts ein (Siebgaze oder Sackleinen).
- Fertig? Falte nun dein Arbeitsblatt an den Markierungen, sodass nur noch das Feld „Beschreibung“ zu sehen ist. Tausche dein Arbeitsblatt mit einer Person an einem anderen Tisch.

Zu Aufgabe 2

D

- Wortschatz ggf. durch Sinnesbegriffe und Adjektivlisten unterstützen.
- Farbnennung macht meist eindeutig, ob Siebgaze oder Sackleinen gemeint ist
- **Stolperstein**: Lernende benennen oder bewerten, statt zu beschreiben (vgl. Hintergrund).

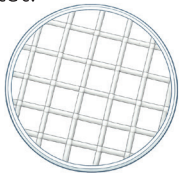
M

- Ausreichend Zeit für Untersuchung und Dokumentation einplanen.

F

- Einsatz von Siebgaze z.B. als Fliegengitter, von Sackleinen z.B. als Kartoffelsack.
- Untersuchte Gegenstände werden im Folgenden einheitlich als **Objekte** bezeichnet. Durch die Lupe 4x vergrößert betrachtet:

Siebgaze





Sackleinen

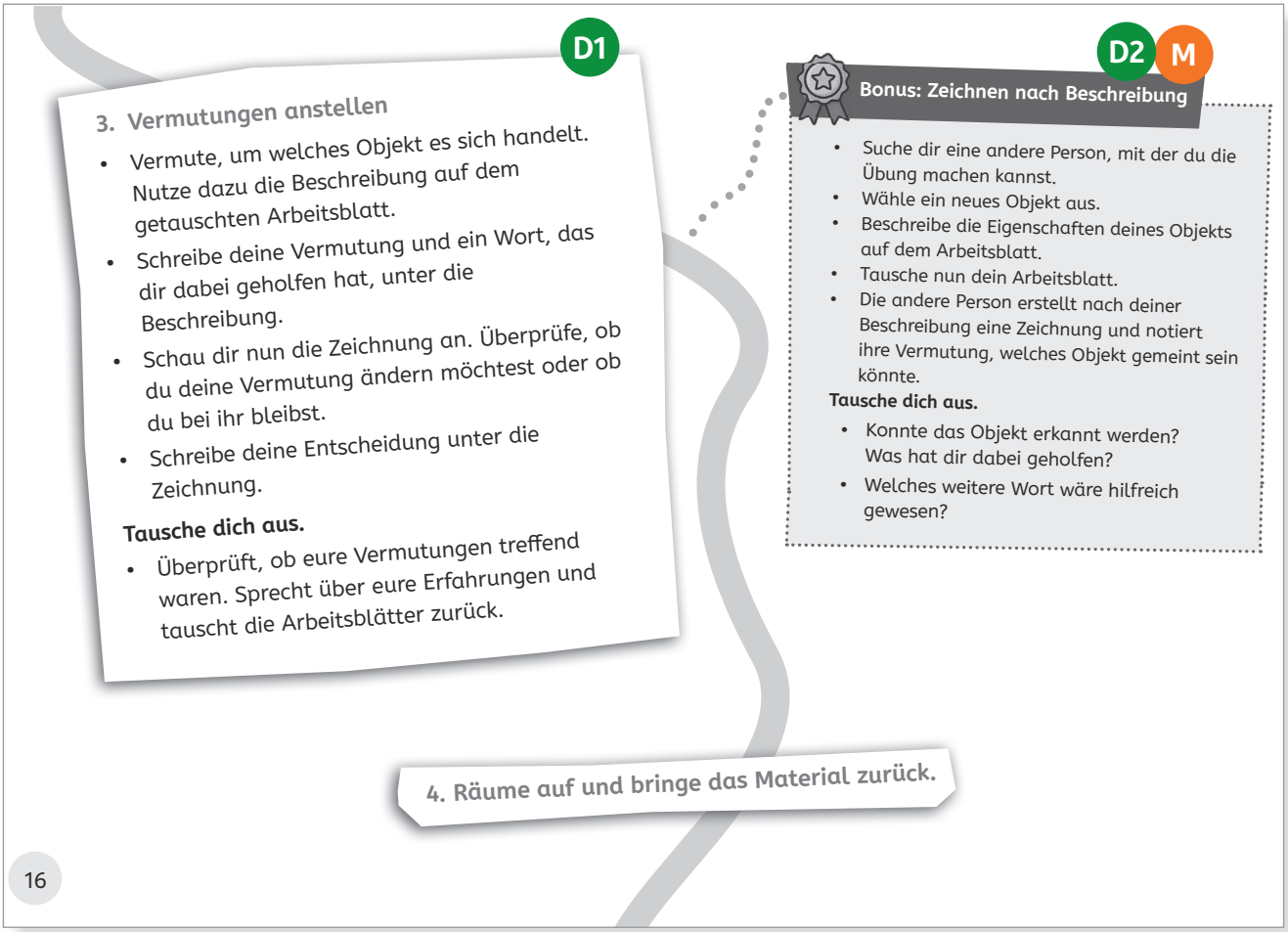
Differenzierung

Fordern

- Siebgaze bzw. Sackleinen pro Tisch/Person verdeckt bereitlegen, damit Lernende Objekt zunächst nicht sehen und ohne Vorwissen untersuchen.
- Größere Objektauswahl anbieten und je nach Klasse und Fähigkeit wählen lassen. Pro Tisch/Person unterschiedliche, unbekannte Objekte ausgeben: Bei bekannten Objekten verrät oft schon eine Eigenschaft (z. B. Farbe) die Identität, unbekannte erfordern eine genauere Beschreibung.

Fördern

- Ausgewählte Adjektive/Begriffe vorgeben und zuordnen lassen.
- Nur zeichnen lassen, keine schriftliche Dokumentation.



Zu Aufgabe 3

D1

- Die Reflexion soll Eindeutigkeit und Verständlichkeit von Beschreibungen bewusst machen. Im Austausch über Gemeinsamkeiten und Unterschiede überprüfen und präzisieren die Lernenden ihre eigenen Beschreibungen.

Weiterführende Idee

- KI-Bild ausschließlich anhand der Beschreibung generieren lassen.
- Ergebnis mit dem Objekt vergleichen: Welche Eigenschaften wurden eindeutig umgesetzt, welche anders interpretiert oder ergänzt?
- KI-Bild nicht als Maßstab für die „richtige“ Darstellung werten.

Zum Bonus

D2

- **Anders als zuvor**: anhand der Beschreibung zeichnen und erst danach Objekt erraten (nicht wie zuvor: beschreiben und zeichnen, um erraten zu lassen). Übt vertieft die präzise Beschreibung wahrnehmbarer Eigenschaften.
- Hilfestellung: Beschreibung so verfassen, „als ob man sie per E-Mail an eine Freundin/einen Freund schickt, die/der es sich ganz genau vorstellen soll“.

M

- Bei Durchführung passende Partnerschaften zusammenstellen.
- Kann auch alternativ zu Aufgabe 3 und 4 eingesetzt werden

Forschungskonferenz

D1

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Überlege, wie eindeutig die Beschreibungen waren. Welche Gegenstände konnten leicht erkannt werden? Welche nicht?
- Nenne Stellen in der Beschreibung oder Zeichnung, die dir besonders geholfen oder eindeutige Hinweise gegeben haben.
- Nenne auch Stellen, die für dich weniger hilfreich waren oder dich sogar verwirrt haben. Konnte man alle diese Eigenschaften wirklich beobachten?

D2



Welchen Tipp kannst du zur Lösung dieses Problems geben?



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

Zur Forschungskonferenz

D1

- Erkenntnisprozess reflektieren: Welche Eigenschaften erleichterten das Erkennen? Mit welchen Sinnen wurden sie wahrgenommen?
- Reflexion lenken auf: Bedeutung eindeutiger, präziser Eigenschaftsbeschreibungen für Identifikation und Dokumentation von Objekten. Mehrere Sinne können zusätzliche Informationen liefern.
- Vorwissen als Einflussfaktor: Bekannte Objekte lassen sich oft anhand weniger typischer Eigenschaften erschließen. Unbekannte Objekte benötigen genauere Angaben und Vergleichsmöglichkeiten. Unterstützende Frage: Wie hat euch euer Wissen über das Objekt beim Erkennen geholfen?

D2

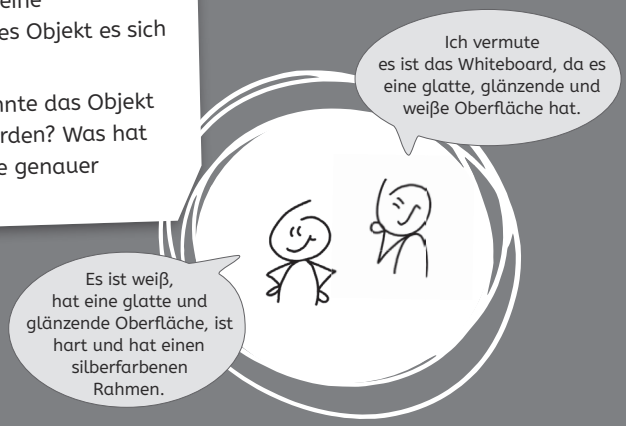
- Problem: „blau“ und „langärmlig“ sind beobachtbar, aber nicht unterscheidend – alle Pullis passen dazu.
- Lösung: Nachfragen und präzise, beschreibende Eigenschaften benennen lassen (z. B. Muster, Material, Größe). Eindeutigkeit kann auch über mehrere kombinierte Eigenschaften entstehen.
- Ergänzend: „Lieblingspulli“ bleibt als subjektive Angabe nur bei geteiltem Vorwissen hilfreich

Forsche weiter

Rätsel – Was bin ich?

- Beschreibe ein Objekt möglichst genau. Nutze passende Wörter, damit dein Objekt eindeutig zu erkennen ist.
- Gib deine Beschreibung an eine andere Person oder an eine Gruppe weiter.
- Die andere Person oder Gruppe liest deine Beschreibung und überlegt, um welches Objekt es sich handeln könnte.

Überprüft anschließend gemeinsam: Konnte das Objekt anhand deiner Beschreibung erkannt werden? Was hat den anderen gut geholfen und was hätte genauer beschrieben werden können?



Wörterspürnase

Manche Wörter sind heimliche Schummler. Sie klingen nach einer echten Beschreibung, sagen aber eigentlich gar nichts Genaues!

- Schau dir Werbeprospekte, Zeitschriften oder Verpackungen an und sammle möglichst viele solcher „Schummler-Wörter“: *zum Beispiel riesig, super, wunderschön, extra stark...*
- Schreibe sie auf und überlege: Was bedeuten diese Wörter eigentlich genau? Für wen oder was stimmen sie – für wen nicht?

Wer findet die meisten Schummler? Und wer findet das dreisteste Schummler-Wort?

Kunst oder Wissenschaft?

Mickey Mouse und Donald Duck sind Stars! Wie ihr Name verrät, sind es aber auch Tiere. Untersuche ihr Aussehen!

- Suche wissenschaftliche Zeichnungen der entsprechenden Tiere, zum Beispiel aus einem Naturführer oder einem Lexikon, und vergleiche.
- Welche Eigenschaften stimmen überein, welche sind unterschiedlich?

Vielleicht fallen dir auch noch weitere Comic-Helden ein, die ein tierisches Vorbild haben.

Superkräfte

Supergirl und Spiderman haben Superkräfte. Welche sind das und kannst du sie in der Welt der Tiere wiederentdecken?
Finde weitere Superhelden und untersuche ihre Kräfte.
Welche Superkraft hättest du gerne?

Beschreibungen und Zeichnungen

Die Beschreibungen, Zeichnungen und Rückmeldungen ermöglichen eine erste Standortbestimmung zur Fähigkeit, Objekte genau zu beobachten und nachvollziehbar zu dokumentieren. Entscheidend ist, ob die Lernenden wahrnehmbare, konkrete und unterscheidende Eigenschaften erfassen und so festhalten, dass andere das Objekt erkennen können. Eine richtige Zuordnung allein genügt nicht als Nachweis, da auch Vorwissen oder Zufall zum Ergebnis führen können.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

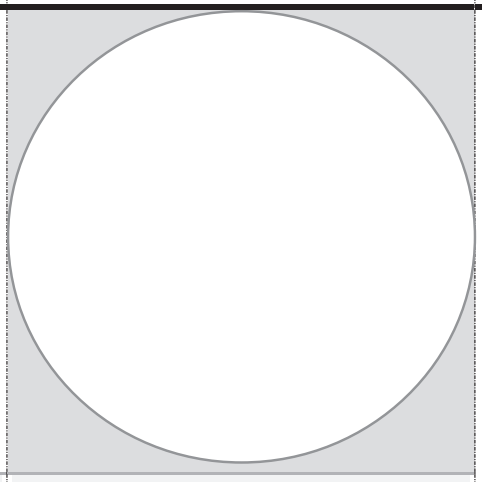
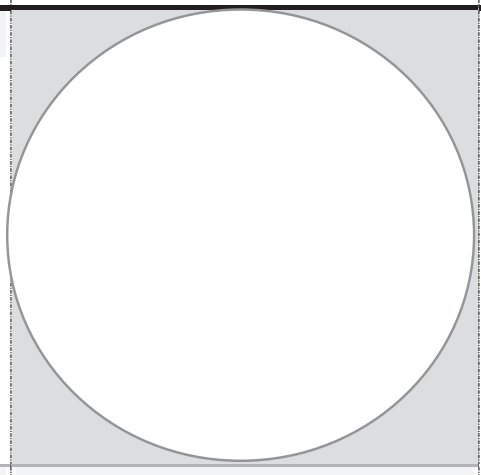
- **Beobachten**: wahrnehmbare Eigenschaften mit geeigneten Sinnen und der Handlupe gezielt erfassen, für die Beschreibung auswählen und ordnen.
- **Dokumentieren**: ausgewählte Eigenschaften sachlich und möglichst genau in Worten und Zeichnungen festhalten.
- **Prüfen und überarbeiten**: anhand der Zuordnung und Rückmeldung anderer prüfen, ob die Beschreibung eindeutig und nachvollziehbar ist, und die eigene Beschreibung präzisieren.
- **Reflektieren**: erklären, welche Angaben das Erkennen eines Objekts erleichtern und wann Vorwissen für eine Folgerung genutzt wurde.
- **Fachlich einordnen**: Beobachtungen, Folgerungen und Meinungen unterscheiden. Erkennen, dass die Benennung eines Objekts keine Beobachtung, sondern eine Folgerung ist.

Laborjournal

Im Laborjournal werden Beobachtungen sprachlich und zeichnerisch dokumentiert. Im weiteren Verlauf kann daran nachvollzogen werden, ob die Lernenden wahrnehmbare Eigenschaften gezielt auswählen sowie präzise, sachlich und nachvollziehbar festhalten.

Arbeitsblatt 2 Name: Datum:

Beobachten, beschreiben, erkennen

Beschreibung	Zeichnung	Name
Eigenschaften des Objekts	Durch die Lupe sieht es so aus.	
		
Was könnte das Objekt sein? Meine Vermutung: Diese Worte haben mir geholfen:	**Was könnte das Objekt sein?** Meine Vermutung: Warum?:	
Bonus		
Was könnte das Objekt sein? Meine Vermutung: Diese Worte haben mir geholfen:	**Was könnte das Objekt sein?** Meine Vermutung: Warum?:	

Falte das Blatt an den Markierungen.
Gib deine Notizen an eine andere Person deiner Klasse weiter!

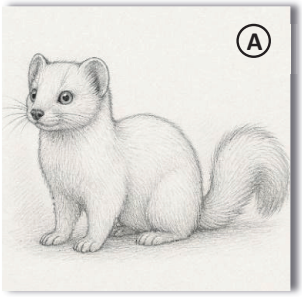
Arbeitsblatt 2-Bonus Name: Datum:

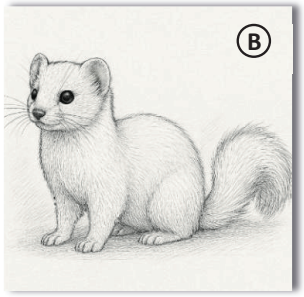
Der Schneequiekser

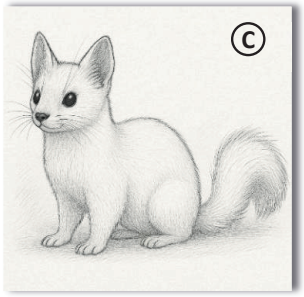
1. Ordne die im Text beschriebenen Eigenschaften des Tieres der Tabelle zu.

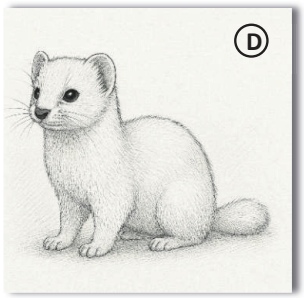
Eigenschaft	Beschreibung
Größe	Maße des Körpers oder von Körperteilen, wie klein, lang oder kurz.
Form	Gestalt des Körpers oder von Körperteilen, wie rund oder eckig.
Farbe	Farben, wie rot, aber auch hell, einfarbig oder mehrfarbig.
Oberfläche	Wie sich etwas anfühlt oder aussieht, wie glänzend oder borstig.

2. Welche Zeichnung passt zum Text?
   Nutze deine Tabelle und kreise den passenden Buchstaben ein.









3. Begründe deine Auswahl mit mindestens zwei passenden Eigenschaften.

4. Notiere weitere Eigenschaften des Tieres, die in der Tabelle noch nicht vorkommen.

3 Eigenschaften einer Lupe

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die experimentelle Untersuchung gemeinsamer Eigenschaften vergrößernd wirkender Körper.

- Vermutungen zur vergrößernden Wirkung unterschiedlicher Körper aufstellen und prüfen
- Durchsichtig und konvex Eigenschaften erkennen (Bonus: lichtbrechendes Material)
- Zusammenhang zwischen Wölbung und Stärke der Vergrößerung untersuchen (Bonus)
- Erkenntnisse auf die optische Linse der Lupe übertragen

optische Linse | Vergrößerung | durchsichtig | konvex

Forschungsaufträge im Überblick

1. Acrylkörper untersuchen: Acrylkörper zeichnen, beschreiben und Vermutungen zur Vergrößerung festhalten (AB 3)
2. Acrylkörper testen: Vergrößernde Wirkung der Acrylkörper überprüfen (AB 3)
3. Wassertropfen untersuchen: Vermutung zur vergrößernden Wirkung prüfen (AB 3)
4. Eigenschaften vergrößernder Objekte: Gemeinsame Eigenschaften herausarbeiten (AB 3)

Große und kleine Wassertropfen: Einfluss der Wölbung auf die Vergrößerung untersuchen (AB 3)

Das Wasserglas: Vergrößernde Wirkung eines leeren und gefüllten Glases vergleichen (AB 3)

Material & Vorbereitung

	1	Handlupe
	1	Arbeitsblatt 3: *Eigenschaften einer Linse*
	1	Stück Wachspapier
	1	gedruckter Text

	1	Pipette mit Wasserbecher
	1	Set Acrylkörper (Kugel, Zylinder, Würfel)
	1	ggf. Murmel, blau
	1	Großes, rundes, durchsichtiges Wasserglas (z.B. Einmachglas)

Material & Vorbereitung

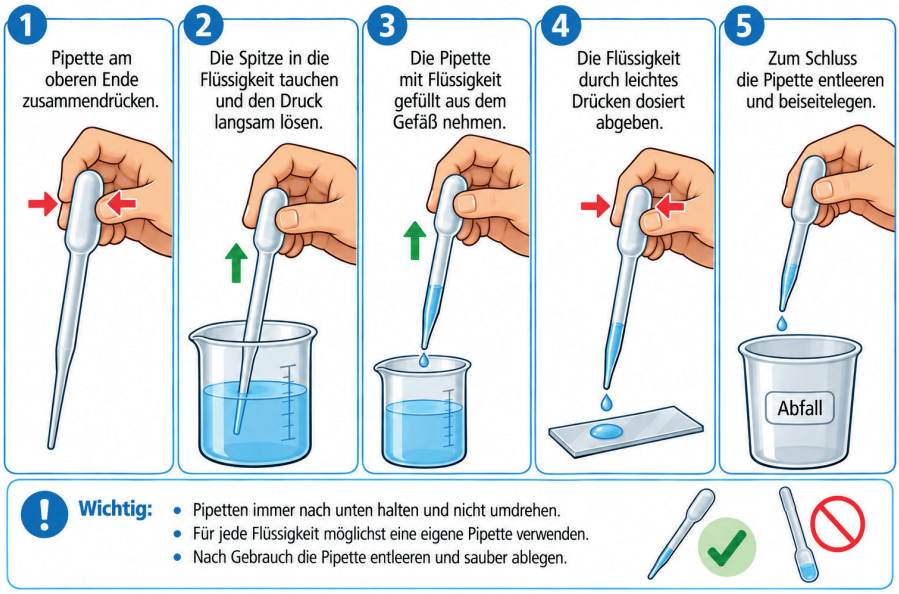
Vorbereitung

- Je eine Kopie von Arbeitsblatt 3 pro Lernende:n bereitstellen.
- Text zum Unterstreichen festlegen: entweder ein kurzes Wort direkt auf AB 3 bestimmen oder separate Textausschnitte (z.B. aus der Zeitung) bereitlegen. Alternativ: ein kleines gedrucktes Symbol (z.B. Haus oder Stern) vorbereiten und ausgeben; sollte nur so groß sein, dass es komplett unter die Acrylkörper passt. Material zusammenstellen (ggf. durch Klassendienst unterstützen lassen):
  - Pro Person: Wachspapier (alternativ Frischhaltefolie) zuschneiden, sodass zwei Wassertropfen nebeneinander Platz finden und Textausschnitt bedecken (ca. 3 x 4 cm)
  - Je 4 Personen: Pipette und Wasserbecher (wenig Wasser nötig)
  - Je 4 Personen: Acrylkörper-Set (Kugel, Zylinder, Würfel) ggf. vorab in Tüten packen lassen zur schnelleren; blaue Murmel als Ergänzung bereithalten (vgl. Hintergrund)
  - 1x für gesamte Klasse bzw. den Bonus: leeres Wasserglas und separat Wasser bereithalten; es eignet sich z.B. großes Einmach- oder Becherglas

---

Hinweise

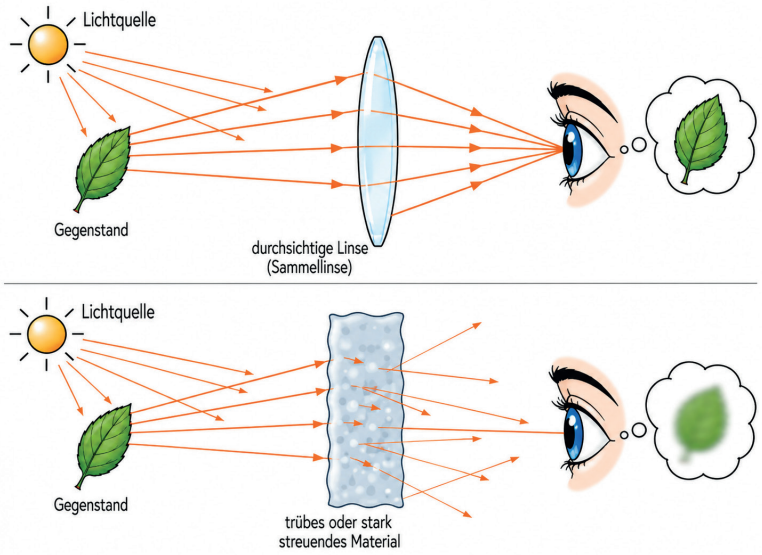
- Sozialform: Einzelarbeit, jedoch wird sich das Material z.T. zu viert geteilt.
- Erläutern, dass sich 4 Personen das Material teilen, aber jede Person die Untersuchungen selbst durchführt und dokumentiert; nur eine Person pro Team holt das Material aus der Sammlung.
- Bonus: Wasserglas zunächst leer untersuchen lassen, dann erst mit Wasser füllen.
- Die Arbeit mit der Pipette kann hier gezielt als Vorbereitung auf die folgenden Lektionen geübt werden.

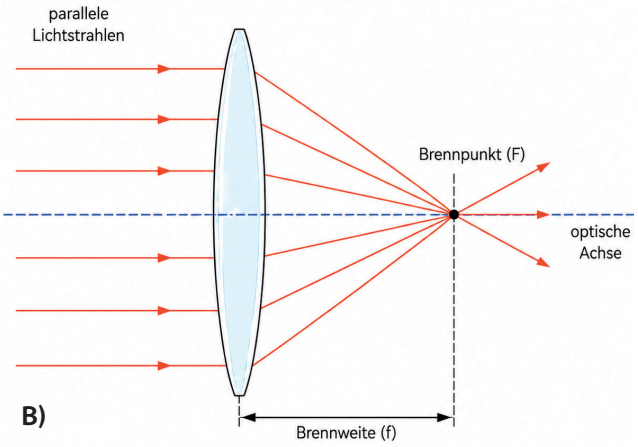


Sehen, Licht und Linsen

Wir sehen einen Gegenstand, wenn Licht, das von ihm ausgeht oder reflektiert wird, in unsere Augen fällt. Damit eine **optische Linse** wirkt, muss Licht durch ihr Material hindurchtreten. Lichtdurchlässigkeit allein reicht aber nicht: Wird das Licht stark gestreut, entsteht kein klares Bild. Optische Linsen bestehen deshalb aus **durchsichtigem** Material wie Glas, Acryl oder Wasser (s. Abb A).

A)





B)

Wie eine Sammellinse wirkt

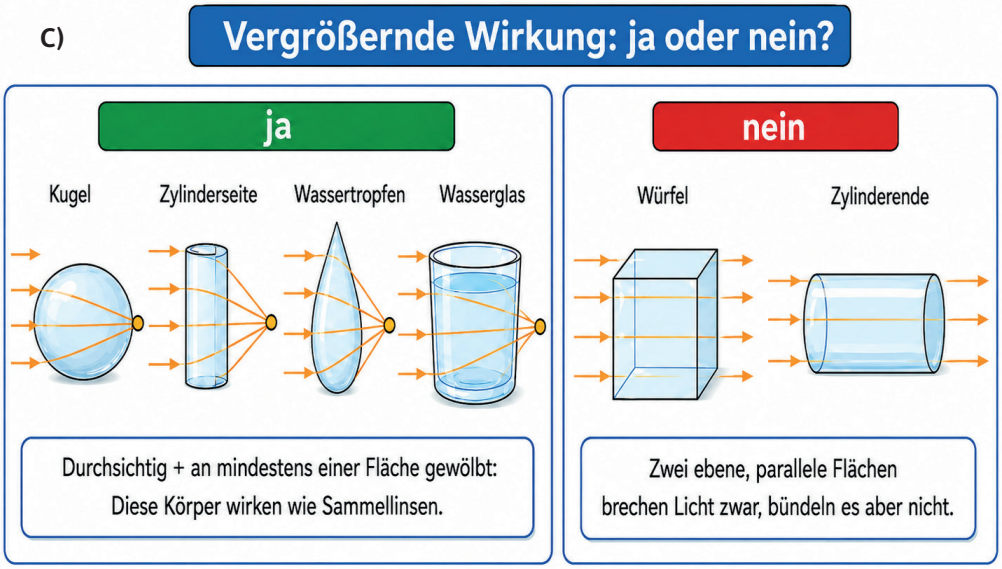
Beim Übergang von Luft in ein anderes Medium wird Licht gebrochen: Es ändert seine Richtung. Eine Linse, die in der Mitte dicker als am Rand ist, also einseitig oder beidseitig **gewölbt** (**konvex**), bricht parallel einfallende Lichtstrahlen so, dass sie sich in einem Punkt treffen, dem Brennpunkt. Man nennt sie deshalb Sammellinse. Der abgebildete Strahlengang (Abb. B) ist ein vereinfachtes Modell, keine vollständige physikalische Herleitung.

Gemeinsame Eigenschaften erkennen

Die Kugel, die gewölbte Seite des Zylinders, der Wassertropfen und das gefüllte, runde Wasserglas sind durchsichtig und an mindestens einer Fläche gewölbt. Dadurch wirken sie wie Sammellinsen. Treffen Lichtstrahlen dagegen auf zwei ebene, parallele Flächen, werden sie zwar gebrochen, aber nicht gebündelt. Daher vergrößern der Würfel und die flachen Enden des Zylinders beim geraden Hindurchsehen nicht (s. Abb. C).

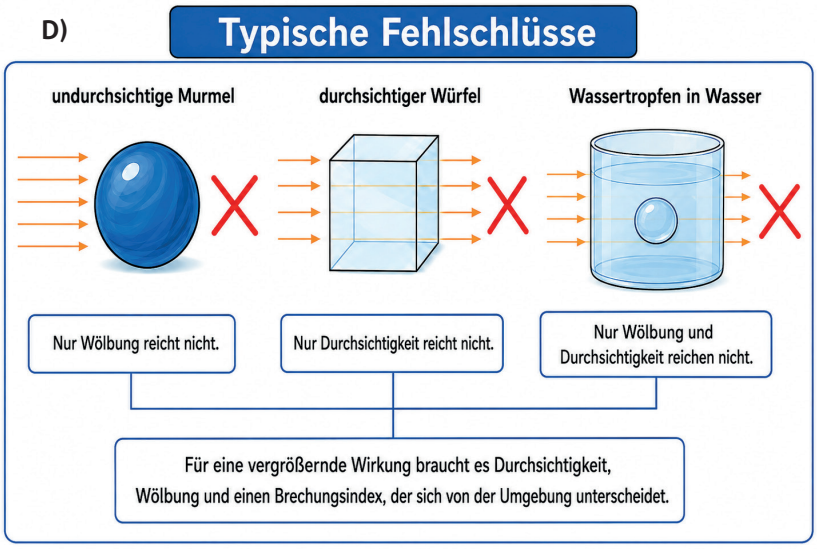
Streng genommen ist eine dritte Eigenschaft nötig: ein Brechungsindex, der sich von dem der Umgebung, z.b. Luft, unterscheidet (lichtbrechen-

C)



des Material). Anders als Durchsichtigkeit und Wölbung ist das weniger offensichtlich.
Manche Lernende schließen aus der runden Form allein bereits auf eine vergrößernde Wirkung. Eine blaue, undurchsichtige Murmel zeigt, dass Wölbung ohne Durchsichtigkeit nicht genügt (s. Abb. D). Andere vermuten umgekehrt, Durchsichtigkeit allein reiche aus. Der Vergleich zwischen durchsichtigem Würfel und ebenso durchsichtiger, aber gewölbter Kugel widerlegt das.

D)



Vergrößerung als Bildeffekt der Lupe

Auch die Linse einer Lupe ist eine Sammellinse. Liegt ein Gegenstand innerhalb ihrer Brennweite, laufen die Lichtstrahlen hinter der Linse auseinander. Das Auge nimmt sie so wahr, als kämen sie von einem größeren Bild. Häufig wird angenommen, die Lupe vergrößere den Gegenstand selbst. Tatsächlich vergrößert sie nur sein virtuelles, aufrechtes Bild, das sich nicht auffangen lässt.

Liegt der Gegenstand weiter entfernt, außerhalb der Brennweite, entsteht dagegen ein **reelles Bild**, das um 180 Grad gedreht erscheint: gleichzeitig auf dem Kopf stehend und links-rechts vertauscht („spiegelverkehrt"). Bei einseitig gewölbten Körpern, wie der Zylinder oder das Wasserglas, dreht sich das Bild nur in der gewölbten Richtung.

Auch das Auge enthält eine Sammellinse, die auf der Netzhaut ein reelles, umgedrehtes Bild erzeugt, das erst im Gehirn aufgerichtet wahrgenommen wird. Hier wäre ein möglicher Übergang zum Themenfeld „Von den Sinnen zum Messen", das in dieser Einheit nicht vertieft behandelt wird.

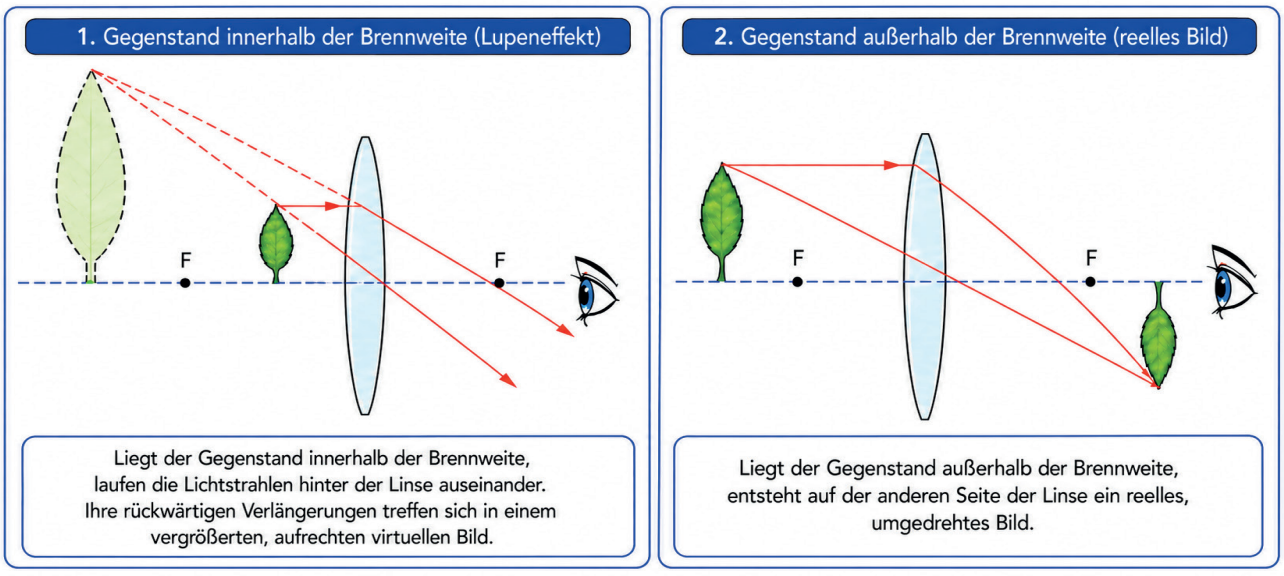
Einfluss der Wölbung

Naheliegend, aber ungenau ist die Vorstellung, ein größerer Tropfen müsse automatisch stärker vergrößern. Bei vergleichbarer Form führt jedoch stärkere Krümmung zu kürzerer Brennweite und kann so eine stärkere Vergrößerung bewirken: Ein kleiner Wassertropfen vergrößert nur dann stärker als ein großer, wenn er tatsächlich stärker gewölbt ist (vgl. Bonus Große und kleine Wassertropfen).

Einfluss der Materialmenge

Auch eine dünne, gewölbte Schicht kann bereits lichtbrechend wirken, der Effekt bleibt dann aber meist schwach. Der Bonus „Wasserglas" macht das erfahrbar: Die gewölbte Glaswand des leeren Glases bricht Licht bereits geringfügig, doch die Wirkung ist kaum wahrnehmbar, da nur eine dünne Schicht Material durchlaufen wird. Erst die Wasserfüllung macht das Glas zusammen mit seinen gewölbten Wänden zu einem wirksamen, linsenähnlichen System (s. Seite 40).

E)



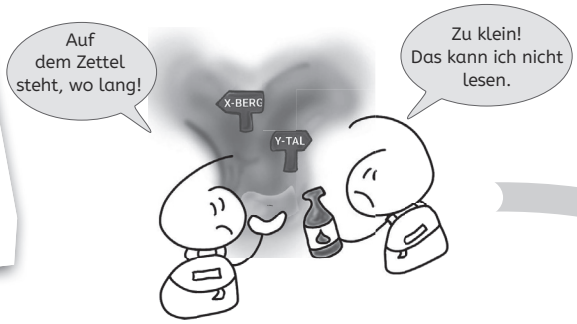
3 Eigenschaften einer Lupe

Forschungsfragen

D

- Welches Problem haben die beiden?
- Was würde ihnen helfen?
- Haben sie einen hilfreichen Gegenstand bei sich?

F



Material

Für dich

1 Arbeitsblatt 3: *Eigenschaften einer Linse*
1 gedruckter Text
1 Wachspapier

Bonus: Wasserglas (mit Wasser)

Jedes Team (4 Personen)

1 Set Acrylkörper (Kugel, Zylinder, Würfel)
1 Pipette mit Wasserbecher

Du weißt schon, dass eine Lupe Dinge größer erscheinen lässt. Die Linse ist dafür verantwortlich. Du lernst ihre Eigenschaften kennen und verstehst, warum sie vergrößert.

20

Zu den Forschungsfragen

D

- Problemorientierter Rückbezug auf bisherige Arbeit mit der Lupe: bekannte Wirkung (Lupe lässt Schrift/kleine Einzelheiten größer erscheinen), neue Frage: Welche Eigenschaften ermöglichen diese Wirkung?
- **Welches Problem haben die beiden?**
  - Schrift auf dem Zettel zu klein, Wegbeschreibung nicht lesbar.
- **Was würde ihnen helfen?**
  - Lupe; ggf. weitere Ideen zunächst zulassen.
- **Haben sie hilfreichen Gegenstand?**
  - Fokus: Vermutungen sammeln und noch nicht auflösen; Eigenschaften vergrößernder Körper oder Lösungen an dieser Stelle nicht vorwegnehmen
  - Mit Wassser gefüllte, runde Trinkflasche

F

- Eine gefüllte, runde und durchsichtige Trinkflasche kann aufgrund ihrer gewölbten Form vergrößernd wirken (vgl. Hintergrund). Wirkung und Bild hängen von Blickrichtung und Abstand ab.

Forsche selbst

D1 M1

1. Acrylkörper untersuchen

– Hole die drei Acrylkörper.

Objekte zeichnen und beschriften

– Schaue dir die drei Körper aus Acrylglas zunächst genau an.
– Fertige anschließend auf dem Arbeitsblatt 3 eine Zeichnung der Acrylkörper an und beschrifte sie.

Eigenschaften benennen

– Nenne zu jedem Objekt mindestens drei Eigenschaften wie zum Beispiel die Form und Farbe.

Vermutung anstellen

– Werden diese Gegenstände vergrößern? Notier deine Vermutungen auf dem Arbeitsblatt 3.

D2 M2 F

2. Acrylkörper testen

– Hole das übrige Material.
– Siehe dir zuerst deinen Textausschnitt an. Unterstreiche darauf ein Wort mit zwei oder drei Buchstaben. Das ist dein Untersuchungswort.
– Lege den ersten Acrylkörper direkt auf dein unterstrichenes Wort.
– Sehen die Buchstaben durch den Acrylkörper betrachtet größer aus? Notiere deine Beobachtung auf dem Arbeitsblatt 3.
– Untersuche nun nacheinander auch die anderen Acrylkörper. Die Reihenfolge ist dabei egal.

21

Zu Aufgabe 1

D1

- Lernende machen sich zunächst mit den Acrylkörpern und ihren Eigenschaften vertraut, bevor die vergrößernde Wirkung untersucht wird.
- Vermutungen halten den aktuellen Denkstand fest. Sie werden nicht nachträglich verändert, sondern später mit den Beobachtungen verglichen.

M1

- Je 4 Lernende teilen sich einen Satz Acrylkörper, alle untersuchen alle Körper, dokumentieren selbst.
- Tipp: Eine Person pro 4er-Gruppe holt das Material.
- Bei Bedarf Aufbau AB 3 kurz erklären, verwendeten Textausschnitt für nächsten Schritt klären (s. Vorbereitung)

Zu Aufgabe 2

D2

- Impulsfragen: „Wirkt der Körper aus jeder Blickrichtung gleich?“ / „Was verändert sich an den Buchstaben?“

M2

- Für alle Tests dasselbe unterstrichene Wort verwenden (Vergleichbarkeit).
- Acrylkörper direkt auf Wort legen. Durch Körper aus verschiedenen Richtungen schauen; beim Zylinder gewölbte und ebene Fläche untersuchen.

F

- **Kugel**: Vergrößerung in mehrere Richtungen; Bei größerem Abstand zum Wort ggf. gedrehtes Bild sichtbar (s. Hintergrund).
- **Zylinder** durch **gewölbte** Fläche: Vergrößerung in einer Richtung.
- **Zylinder** durch **ebene** Fläche und **Würfel**: keine Vergrößerung.

D1 M1 F1

3. Wassertropfen untersuchen

Können auch andere Materialien vergrößernde Wirkung zeigen?

- Vermute: Wird ein Wassertropfen ein vergrößertes Abbild erzeugen? Notiere es auf dem Arbeitsblatt 3.
- Lege erst das Wachspapier auf das Untersuchungswort. Prüfe: Siehst du das Wort vergrößert?
- Gib einen Wassertropfen auf das Wachspapier. Sehen die Buchstaben nun größer aus? Notiere deine Beobachtung.

Bonus: Große und kleine Wassertropfen

D2 M2 F2

Vergleiche Wassertropfen unterschiedlicher Größe.

- Vermute: Wird ein sehr kleiner Tropfen im Gegensatz zu einem sehr großen Tropfen ein unterschiedlich vergrößertes Bild erzeugen?
- Gib dann einen sehr kleinen und einen sehr großen Tropfen Wasser auf das Wachspapier.
- Schaue erst die Tropfen von der Seite an. Welche Eigenschaft ist unterschiedlich?
- Ziehe nun das Wachspapier vorsichtig auf das Untersuchungswort. Notiere deine Beobachtungen zur Vergrößerung auf dem Arbeitsblatt 3.

22

Zu Aufgabe 3

D1

- Übertragung auf ein anderes Material: Auch Wasser kann vergrößernd wirken, wenn es eine gewölbte Form annimmt.

M1

- Fehlerquelle: Ohne Wachspapier saugt das Papier den Wassertropfen auf.
- Wachspapier zunächst ohne Wassertropfen über dem Wort untersuchen. So lässt sich die Wirkung eindeutig dem Tropfen zuordnen
- Tropfen direkt über das Untersuchungswort setzen.

F1

- Erwartbare Beobachtung: Das Wachspapier allein vergrößert nicht. Der durchsichtige, gewölbte Wassertropfen wirkt wie eine Sammellinse und lässt die Buchstaben größer erscheinen.

Zum Bonus

D2

- Vertiefung zum Zusammenhang Wölbung und Vergrößerungsstärke.
- Bei Bedarf Satzstarter: „Je stärker die Wölbung, desto …“.

M2

- Zwei unterschiedlich große Tropfen nebeneinander herstellen statt kleinen nachträglich vergrößern (Unterschied deutlicher).
- Tropfen von der Seite und Vergrößerungswirkung am selben Wort vergleichen.
- AB 3: Beide Tropfen in einer Zeile dokumentieren,falls keine weitere Zeile offen (je nach Zylinder-Dokumentation).

F2

- Der kleinere Tropfen ist meist stärker gewölbt, daher meist stärkere Vergrößerung. Entscheidend ist die tatsächliche Wölbung, nicht die Tropfengröße.

D1 M F

Bonus: Das Wasserglas

- Finde heraus, ob Dinge durch ein gewölbtes Glas größer wirken.
- Lege einen Gegenstand hinter ein leeres Glas und schau von der Seite hindurch.
- Fülle das Glas nun mit Wasser und schau nochmal. Notiere, was sich verändert hat.

D2

4. Eigenschaften bei vergrößernden Objekten

- Finde die gemeinsamen Eigenschaften der Objekte, die die Buchstaben vergrößert abbilden.
- Bearbeite anschließend Aufgabe 4 auf dem Arbeitsblatt 3.

5. Räume auf und bringe das Material zurück.

Zum Bonus

D1

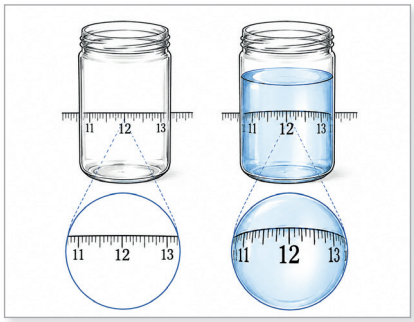
- Transfer auf einen Alltagsgegenstand: Vergleich von leerem und gefülltem Glas; Bedeutung von durchsichtigem Material und gewölbter Form.

M

- Benötigt Wasserglas und Wasser (s. Vorbereitung).
- Für beide Tests denselben Gegenstand, gleiche Abstände und Blickrichtung beibehalten.
- Auch als gemeinsamer Abschluss einsetzbar.

F

- Je nach Glasform kann bereits das leere Glas etwas vergrößern/verzerren. Die Wirkung ist beim gefüllten Glas meist deutlicher.
- Gefülltes rundes Glas kann durch Wasser und gewölbte Form vergrößernd wirken.



Zu Aufgabe 4

D2

- Vorbereitung auf Forschungskonferenz (dort auch Auflösung zu Aufgabe 4, mehr dazu im Hintergrund).
- Falls Lernende nicht auf „durchsichtig“ kommen: blaue, undurchsichtige Murmel zum Vergleich mit durchsichtiger Acrylkugel geben.

Forschungskonferenz

F

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Welche gemeinsamen Eigenschaften haben die Gegenstände, die ein vergrößertes Abbild erzeugen?
- Beschreibe, welche Besonderheit dir am Zylinder auffällt.
- Schau dir die Lupe genau an. Hat sie ähnliche Eigenschaften?

D1



Das Problem mit dem Weg

- Kannst du eine Lösung für die zwei finden?
- Wie könnte man eine Lupe selber bauen?

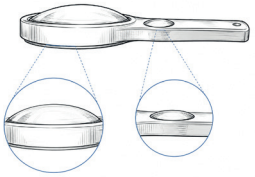


Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

Zur Forschungskonferenz

F

- Fokus auf Begründung.
- **Vergrößernde Gegenstände und Eigenschaften**:
  - Vergrößerende Gegenstände: Kugel, Wassertropfen, Zylinder (Rundseite); ggf. gefülltes Wasserglas; Unterstützende Gegenfrage: „Welche Formen vergrößern nicht?“
  - Vergrößernde Eigenschaften (vgl. Hintergrund):
    - gewölbt (Tipp: Würfel–Kugel-Vergleich), konvex als Fachwort einführen; zeichnen lassen, falls Vokabular fehlend
    - durchsichtig (Tipp: Vergleich Kugel mit blauer Murmel)
    - lichtbrechendes Material (meist nicht erkannt; Verweis auf Bonus Wasserglas oder weglassen)
- **Zylinder Besonderheit**: Nur die gewölbte Seite vergrößert, nicht die flache Kante (vgl. Hintergrund).
- **Lupe als Vergleichsobjekt** (Lupe bereithalten):
  - Lupe vereint die gefundenen Eigenschaften (durchsichtig, konvex, lichtbrechend) und ist dadurch als Sammellinse erkennbar, die charakteristische Form eines Vergrößerungsinstruments.
  - Unterstützende Fragen: „Kann man hindurchsehen?“; „Ist die Oberfläche gerade oder gebogen?“ (von der Seite betrachten)
  - Wichtige Wdh.: Es wird das Abbild vergrößert, nicht das Objekt (vgl. Lektion 1).



- Bei großem Abstand entsteht auch bei der Lupe ein reelles, gedrehtes Bild (vgl. Hintergrund).

Zur Forschungskonferenz „Problem mit dem Weg“

D1

- Lösung: die gefüllte (=lichtbrechende), runde (=konvexe) und durchsichtige Wasserflasche auf den Zettel legen. um die Schrift zu vergrößeren; Wirkung/Bild abhängig von Blickrichtung und Abstand; selbst ausprobieren lassen
- Lupe selbst bauen: s. „Forsche weiter“ (Dose mit Klarsichtfolie und Gummibändern, wölbt sich im Wasser)

Forsche weiter

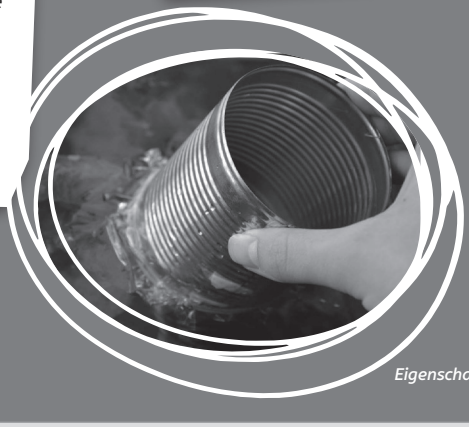
Geräte mit Linsen

Dinge vergrößert oder näher sehen zu können, hat für die Menschen ganz neue Welten eröffnet. Heute werden in den unterschiedlichsten Zusammenhängen optische Linsen verwendet.

- Überlege, in welchen Geräten optische Linsen oder Lupen enthalten sind. Vielleicht hast du sogar welche davon zu Hause?
- Welche Vorteile ergeben sich für die Menschen durch optische Linsen? Was ist möglich, was ohne die Linsen nicht möglich wäre?

Eine Lupe entwerfen und bauen

Eine Möglichkeit, um eine Lupe zu bauen, ist, ein Stück Klarsichtfolie an einer auf beiden Seiten geöffneten Dose mit Gummibändern zu befestigen. Wenn du die Lupe nun in das Wasser hältst, wölbt sich die Klarsichtfolie und du kannst damit Lebewesen im Wasser beobachten.
Hast du noch weitere Ideen? Dann probiere sie aus.



Eigenschaften vergrößernd wirkender Objekte

Das Arbeitsblatt 3, die Beobachtungen während der Untersuchungen und die Beiträge in der Forschungskonferenz ermöglichen eine Einschätzung, ob die Lernenden gemeinsame Eigenschaften vergrößernd wirkender Objekte experimentell erschließen können. Entscheidend ist nicht, ob ihre Vermutungen zutreffen. Sie sollen die Körper aufmerksam betrachten, ihre Vermutungen systematisch prüfen und ihre Folgerungen auf die eigenen Beobachtungen stützen. Die richtige Nennung der Eigenschaften allein genügt daher nicht als Nachweis.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Beobachten und beschreiben**: die untersuchten Körper genau betrachten, wahrnehmbare Eigenschaften erfassen und durch Zeichnungen, Beschriftungen und Beschreibungen nachvollziehbar festhalten.
- **Vermuten und prüfen**: Vermutungen zur vergrößernden Wirkung der Körper formulieren, die vorgesehenen Untersuchungen systematisch durchführen und Vermutungen und Beobachtungen voneinander unterscheiden.
- **Vergleichen und folgern**: vergrößernd und nicht vergrößernd wirkende Körper vergleichen und aus den Ergebnissen ableiten, dass die untersuchten vergrößernd wirkenden Objekte durchsichtig und konvex sind.
- **Übertragen und begründen**: die ermittelten Eigenschaften an der Lupe wiedererkennen und damit begründen, welche weiteren Gegenstände ein vergrößertes Abbild erzeugen können.
- **Fachlich einordnen**: zwischen dem betrachteten Gegenstand und seinem vergrößert erscheinenden Abbild unterscheiden. Erkennen, dass die Lupe oder ein anderer geeigneter Gegenstand nicht das Objekt selbst vergrößert, sondern ein vergrößertes Abbild erzeugt (Wiederholung aus Lektion 1).
- **Vertiefen**: mittels des Bonus „Große und kleine Wassertropfen“ erkennen, dass bei den verglichenen Wassertropfen eine stärkere Wölbung mit einer stärkeren Vergrößerung verbunden ist.

Arbeitsblatt 3 und Laborjournal

Auf dem Arbeitsblatt werden Zeichnung, Beschreibung, Vermutung und Beobachtung nebeneinander dokumentiert. Daran lässt sich erkennen, ob die Lernenden den Weg vom genauen Betrachten über die Vermutung und experimentelle Prüfung bis zur begründeten Folgerung nachvollziehbar festhalten. Für die Einschätzung der Zeichnungen ist nicht ihre ästhetische Qualität entscheidend. Beachtet wird, ob sie von einer aufmerksamen Beobachtung zeugen und wahrgenommene Einzelheiten, Formen, Größenverhältnisse und besondere Merkmale zunehmend genauer wiedergeben. Ein Vergleich mit den Dokumentationen aus den vorherigen Lektionen kann Entwicklungen im Beobachten und Dokumentieren sichtbar machen.

Ergänzende Aufgaben zur Sicherung, Anwendung und Vertiefung (Lektion 1 bis 3)

Ergänzend können einzelne Aufgaben eingesetzt werden, um zentrale Inhalte der Lektionen 1 bis 3 zu sichern und auf neue Beispiele zu übertragen. Die ausgewählten Aufgaben können mündlich, im Laborjournal, mit Gegenständen, auf Aufgabenkarten oder digital bearbeitet werden.

Genaues Beschreiben wiederholen

> Betrachte einen Gegenstand sorgfältig. Nenne vier wahrnehmbare Eigenschaften des Gegenstands.

Die Aufgabe zeigt, ob die Lernenden konkrete Eigenschaften auswählen und sachlich beschreiben können. Die Benennung des Gegenstands allein genügt nicht.

Vergrößernd wirkende Gegenstände erkennen

> Mit welchen Gegenständen kannst du eine kleine Schrift vergrößert sehen? Wähle alle passenden Gegenstände aus.

Zur Auswahl können beispielsweise eine durchsichtige Acrylkugel, eine Holzkugel, eine undurchsichtige blaue Murmel (falls noch nicht eingesetzt, sonst eigent sich auch eine Holzkugel), ein rundes mit Wasser gefülltes Glas, ein durchsichtiger Würfel, ein Spiegel und ein Wassertropfen auf Wachspapier angeboten werden Die Gegenstände können real bereitgestellt oder abgebildet werden.

> Begründe deine Auswahl mit den Eigenschaften der Gegenstände.

Die Aufgabe zeigt, ob die Lernenden die Merkmale „durchsichtig“ und „gewölbt“ (konvex) auf neue Gegenstände übertragen und miteinander verknüpfen können. Die Murmel/Holzkugel ist zwar gewölbt, aber nicht durchsichtig. Der Würfel ist durchsichtig, besitzt jedoch keine gewölbte Oberfläche. Dadurch werden die beiden erforderlichen Eigenschaften eindeutig geprüft.

Linsen im Alltag erkennen

> Nenne drei Gegenstände aus deinem Alltag, die eine Linse enthalten. Beschreibe, wozu die Linse jeweils dient.

Mögliche Beispiele sind Brille, Kamera, Fernglas, Mikroskop, Lupe oder Beamer. Bei der Auswertung ist zu berücksichtigen, dass nicht jede Linse der Vergrößerung dient.

Eine vergrößernd wirkende Linse beschreiben

> Beschreibe die Eigenschaften einer Linse, die ein vergrößertes Abbild erzeugen kann. Zeichne die Linse zusätzlich von der Seite.

Anders als bei der Auswahl vorgegebener Gegenstände müssen die Lernenden die entscheidenden Merkmale hier selbstständig wiedergeben. Die Aufgabe zeigt, ob sie ihre Erkenntnisse zu einer allgemeinen Vorstellung von einer vergrößernd wirkenden Linse zusammenführen können. Aus der Beschreibung sollte hervorgehen, dass die Linse durchsichtig und gewölbt (konvex) ist. Die Seitenansicht macht zusätzlich sichtbar, ob die Lernenden die nach außen gerichtete Wölbung als entscheidendes Formmerkmal erkannt haben.

Mit unterschiedlichen Linsen beobachten

> Die Lernenden betrachten ein langes Versuchswort durch die Acrylkörper und die Lupe. Zunächst vermuten sie, wie viel sie durch jeden Gegenstand vom Wort sehen können. Anschließend legen sie die Gegenstände nacheinander auf das Wort und heben sie langsam an.
>
> Sie beobachten:
> - ob und wann die Buchstaben vergrößert erscheinen.
> - in welchem Abstand sie scharf erscheinen.
> - wie viel vom Wort gleichzeitig sichtbar ist.
>
> Die Vermutungen und Beobachtungen können im Laborjournal festgehalten werden. Die Aufgabe vertieft das methodische Vorgehen aus der Lektion und bereitet zugleich den Vergleich von Lupe und Mikroskop vor.

Beobachtungen zuordnen

> Erinnere dich an die Untersuchung mit der Acrylkugel und der Lupe. Ergänze jede Aussage mit Acrylkugel oder Lupe. Verwende jedes Wort zweimal.
> Die _____ lag direkt auf dem Wort.
> Die _____ wurde in einem kleinen Abstand über das Wort gehalten.
> Durch die _____ erschien ein Buchstabe besonders groß.
> Durch die _____ waren mehrere Buchstaben gleichzeitig zu sehen.

Die Aufgabe zeigt, ob die Lernenden die Acrylkugel und die Lupe anhand ihrer Verwendung und ihrer beobachteten Wirkung unterscheiden können. Im Mittelpunkt stehen der Abstand zum Wort, die Stärke der Vergrößerung und der gleichzeitig sichtbare Ausschnitt. Die Lernenden müssen dafür auf ihre vorherigen Beobachtungen zurückgreifen und diese der passenden Linse zuordnen.

Ergänzende H5P-Elemente

Für die Selbstkontrolle nach Lektion 1 bis 3 stehen ausgewählte H5P-Elemente zur Verfügung, mit denen die Lernenden ihre Beobachtungs-, Dokumentations- und Folgerungsfähigkeit eigenständig überprüfen können. Direktes Feedback zeigt, ob zentrale Kompetenzen – etwa das Unterscheiden von Beobachtung und Folgerung oder das Übertragen der Linseneigenschaften – bereits sicher gelingen oder noch Übung brauchen.

Arbeitsblatt 3 Name: Datum:

Eigenschaften einer Linse

1. bis 3. Acrylkörper und Wassertropfen untersuchen und testen.

Zeichne und **beschrifte** das Objekt.	**Beschreibe** Nenne mindestens 3 **Eigenschaften**	**Vermute:** Vergrößert das Objekt?	**Teste**: Vergrößert das Objekt?

4. Eigenschaften bei vergrößernden Objekten
Markiere die Eigenschaften, die bei allen vergrößernden Objekten gleich sind.
Vervollständige anschließend den Satz:
Alle Objekte die eine vergrößertes Abbild erzeugen sind

_____.

4 Das Mikroskop kennenlernen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht der sachgerechte Umgang mit dem Mikroskop: Die Lernenden machen sich mit seinem Aufbau vertraut, stellen Fokus und Beleuchtung ein und bestimmen experimentell das Sichtfeld.

- Aufbau des Mikroskops kennenlernen und Teile benennen (Bonus: Funktion der Teile)
- Fokus und Beleuchtung am Mikroskop im Rahmen der Mikroskopierübung mit Mikrofilm einstellen
- Sichtfeld vermuten, überprüfen und messen
- Erfindung und Entwicklung des Mikroskops nachvollziehen (Lesetext)

Mikroskop | fokussieren | Beleuchtung | Okular | Objektträger | Sichtfeld

Forschungsaufträge im Überblick

1. Das Mikroskop: Mikrofilm mikroskopieren und Teile des Mikroskops beschriften (AB 4)
2. Das Sichtfeld: Größe des Sichtfelds vermuten, überprüfen und dokumentieren (AB 4, Test-Streifen Sichtfeld)

Lies dich schlau – Wer hat's erfunden?: Geschichte des Mikroskops erschließen (Lesetext 4)

- Mikrofilm: Informationen auf dem Mikrofilm finden und dokumentieren
- Funktion der Mikroskopteile: Funktionen der einzelnen Teile erschließen (Ergänzung auf AB 4)
- Buchstaben im Sichtfeld: Vermuten und prüfen, wie viele Buchstaben gleichzeitig sichtbar sind

Material & Vorbereitung

	1	Mikroskop
	2	Objektträger
	1	Mikrofilm
	1	Test-Streifen Sichtfeld (Kopiervorlage)
	1	Lesetext *"Wer hat's erfunden?"* (Kopiervorlage)
	1	Arbeitsblatt 4: *Mikroskop und Sichtfeld*
	1	gedruckter Text (Bonus)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Je eine Kopie von Arbeitsblatt 4 und dem Lesetext 4 pro Lernende:n bereitstellen.
- Test-Streifen Sichtfeld drucken (ohne Größenanpassung bei 100%), in Streifen schneiden und bereitlegen. Passenden Kreis und Größe des Sichtfelds mit dem verwendeten Mikroskop vorab bestimmen. Die Ergebnisse können je nach Modell bzw. Druckvorlage geringfügig abweichen
- Empfehlung: Vor Durchführung in der Klasse Umgang mit mitgeliefertem Mikroskop selbst ausprobieren, Text und Bilder auf dem Mikrofilm genauer anschauen
- In der Forschungskonferenz kann zur Verdeutlichung des Sichtseine Lochblende erstellt werden (s. Abb. A).
- Bei Auswahl der Bonusaufgaben zusätzlich vorbereiten:
  - Selbstkontrolle zu den Funktionen der Mikroskopteile (oder gemeinsame Auswertung einplanen)
  - gedruckter Text in mittelgroßer Schrift (z. B. Calibri 11pt) auswählen, alternativ kann das AB selbst als gedruckter Text oder Zeitungspapier verwendet werden

---

Hinweise

- Sozialform: Einzelarbeit; Bonus zu den Funktionen der Mikroskopteile im Team
- Für Grundaufträge, Lesetext und Forschungskonferenz eine Doppelstunde einplanen. Bonusaufgaben und „Forsche weiter“ gezielt auswählen oder auslagern. Eine vollständige Bearbeitung aller Vertiefungen ist in einer Doppelstunde nicht realistisch.
- Der Lesetext kann zur zeitlichen Entlastung auch vorab oder nachträglich als Leseauftrag eingesetzt werden.
- Auf beiden Seiten der Objektträger sind Schutzfolien angebracht (leicht milchig statt klar), Lernende unbedingt darauf hinweisen.
- **Achtung**: Spiegel niemals auf direktes Sonnenlicht oder eine Handytaschenlampe richten!

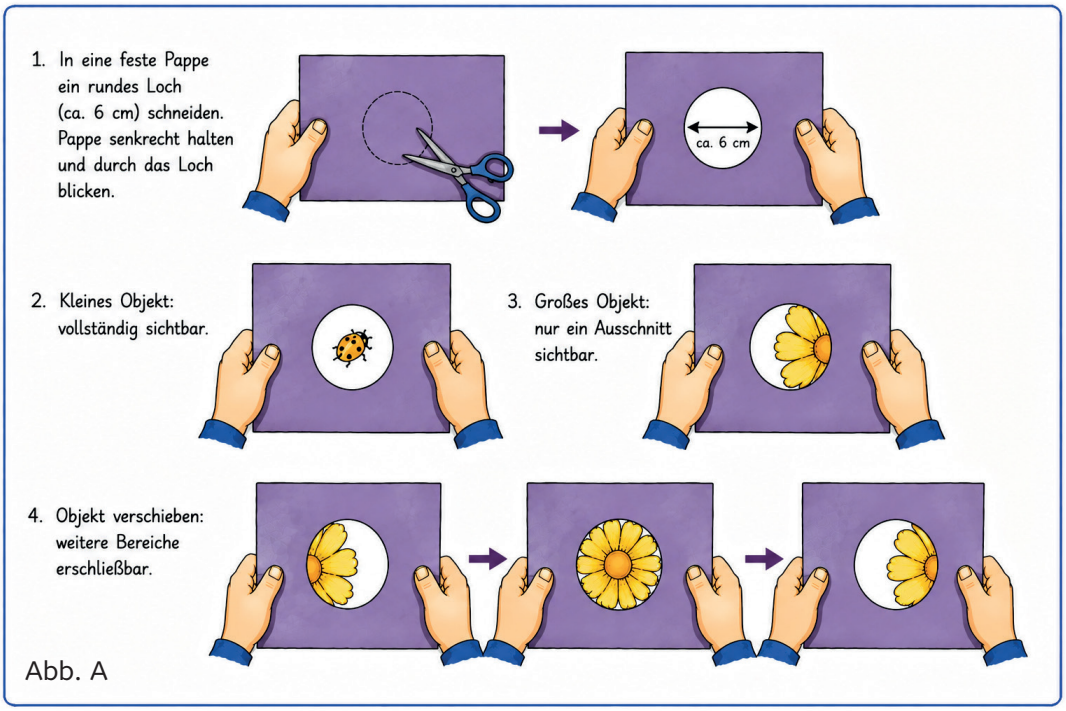


Abb. A

Aufbau und Bedienung

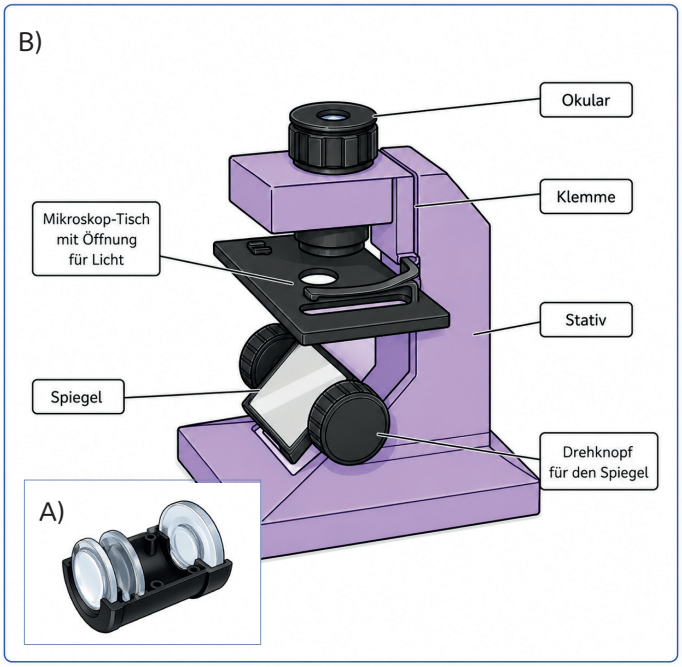
Das verwendete Mikroskop nutzt Sammellinsen wie die Lupe aus Lektion 3. Hier gleich drei, dicht hintereinander in einem gemeinsamen Okular (s. Abb. A) statt räumlich getrennt wie bei einem klassischen Mikroskop mit Objektiv und Okular. Zusammen erzeugen sie eine rund 30-fache Vergrößerung. Ergänzt werden sie, wie in Abb. B gezeigt, durch Stativ, Mikroskoptisch (Objekttisch) und einen drehbaren Spiegel zur Beleuchtung. Durch vorsichtiges Drehen am Okular wird der Abstand zum Präparat verändert, bis das Bild scharf erscheint (fokussieren).

Das Mikroskop arbeitet vor allem mit Durchlicht: Der Spiegel lenkt vorhandenes Licht von unten durch die Öffnung im Mikroskoptisch und das Präparat zum Okular. Das Licht muss also durch das Präparat hindurchtreten können, deshalb eignet sich ein dünner, durchsichtiger Mikrofilm zum Einüben, das den späteren Umgang mit Präparationsmethoden und selbst hergestellten Präparaten vorbereitet.

Wichtige Informationen zur Handhabung:

- Spiegel zum Licht ausrichten (Stativ zur Person), aber nie auf direktes Sonnenlicht oder Taschenlampenlicht!
- Haare zusammenbinden, damit sie nicht in den Strahlengang geraten.
- Klemmen vorsichtig bedienen, brechen leicht ab.
- Mikroskop beim Mikroskopieren nicht anheben, sonst verschiebt sich Präparatlage.





- Nach Gebrauch zurück in Karton und Kunststofftüte.

Das Sichtfeld

Das Sichtfeld ist der Bereich, der bei einem Blick durch das Okular sichtbar ist. Da das Mikroskop immer nur einen begrenzten Bildausschnitt zeigt,muss das Präparat schrittweise verschoben werden, um ein Objekt vollständig zu untersuchen.

Ein typisches Fehlkonzept lautet: Je stärker die Vergrößerung, desto mehr sieht man. Tatsächlich erscheinen die Einzelheiten größer, gleichzeitig wird jedoch ein kleinerer Bereich sichtbar. Da das Mikroskop keine unterschiedlichen Vergrößerungsstufen besitzt, wird dieser Zusammenhang in der Forschungskonferenz gedanklich auf stärkere Vergrößerungen übertragen.

Entstehung und Entwicklung des Mikroskops

Der Lesetext stellt drei Wegbereiter vor. Zacharias Janssen baute vermutlich eines der ersten Mikroskope, möglicherweise zum Fälschen von Münzen. Robert Hooke nutzte eigene Mikroskope für genaue Zeichnungen. Seine Micrographia zeigt unter anderem einen Floh, wie er auch auf dem Mikrofilm zu sehen ist. Antoni van Leeuwenhoek fertigte bis zu 200-fach vergrößernde Linsen und entdeckte damit Bakterien und Einzeller. Die Erfindung des heutigen Mikroskops beruht somit auf den Beiträgen mehrerer Menschen über einen längeren Zeitraum.

Fehlersuche beim Mikroskopieren

Bei Problemen nacheinander Aufstellung, Beleuchtung, Lage des Präparats, Fokussierung und Sauberkeit prüfen. Der Mikrofilm dient als Referenz: Ist er hell und scharf lesbar, funktioniert das Mikroskop grundsätzlich.

Achtung: Spiegel niemals auf direktes Sonnenlicht oder eine Handylampe richten.

Problem	Mögliche Ursache(n)	Lösung(en)
Sichtfeld vollständig dunkel	Spiegel oder Präparat falsch ausgerichtet; Körper oder Haare im Lichtweg	Mikroskop ausrichten; Spiegel Richtung diffuser Lichtquelle drehen, Schattengebenes beseitigen; Präparat über der Öffnung zentrieren
Sichtfeld teilweise abgeschattet (dunkler Ring/ Halbmond)	Teilweise verdeckter Lichtweg; falsche Ausrichtung von Spiegel oder Präparat	Präparat zentrieren; Hindernisse im Lichtweg entfernen; Spiegel oder Präparat neu ausrichten
Sichtfeld zu hell oder kontrastarm	Zu starker Lichteinfall auf den Spiegel	Spiegel leicht verstellen; Lichteinfall reduzieren
Das Bild bleibt unscharf	Präparat falsch positioniert oder zu dick; optische Flächen verschmutzt; Schutzfolie auf Objektträger; falsche Fokusebene;	Präparat zentrieren; Dicke prüfen; Linse säubern, Objektträger/Deckglas/ Mikrofilm auf Fingerabdrücke prüfen und säubern/austauschen; Entfernung der Schutzfolien von Objektträger prüfen; langsam fokussieren
Nur ein Teil des Präparats wird scharf	Präparat mehrschichtig; geringe Schärfentiefe	Verschiedene Ebenen nacheinander fokussieren; ggf. Schnittpräparat anfertigen
Punkte, Schlieren oder Schleier bleiben sichtbar	Linse, Objektträger oder Deckglas verschmutzt (z.B. Fingerabdrücke, Wasserflecken)	Präparat verschieben; bleibt der Fehler gleich, Linse durch Lehrkraft reinigen; Objektträger und Deckglas säubern/neues Material verwenden
Klemme, Spiegel oder Fokussierung lassen sich nicht richtig bewegen	Anschlag erreicht; mechanischer Defekt	Nichts erzwingen; bei Defekt: Mikroskop kennzeichnen und aussondern
Gesuchtes Objekt nicht zu finden	Objekt nicht über der Öffnung/ außerhalb des Sichtfelds; Mikroskop schräg gehalten	Präparat zentrieren und systematisch verschieben; bei Lebendorganismen abwarten; Mikroskop abstellen
Präparat bewegt sich in die falsche Richtung	Bildumkehr durch das Mikroskop	Objektträger in die entgegengesetzte Richtung bewegen (mit Hand verschieben)
Mikrofilm auf dem Kopf oder seitenverkehrt	Falsch eingelegten Mikrofilm	Objektträger herausnehmen, umdrehen, erneut einschieben
Nur englischer Text sichtbar	Anderer Bereich des Mikrofilms im Sichtfeld	Mikrofilm vorsichtig verschieben

4 Das Mikroskop kennenlernen

Forschungsfragen

D M F

- In welcher Situation würdest du ein Mikroskop einsetzen?
- Kann man mit einem Mikroskop mehr als mit einer Lupe sehen?



Material

Für dich

1 Arbeitsblatt 4: *Mikroskop und Sichtfeld*
1 Lesetext 4: *Wer hat's erfunden?*
1 Test-Streifen Sichtfeld
1 Mikroskop
2 Objektträger
1 Mikrofilm
1 Lineal

Wenn du sehr kleine Dinge erforschen möchtest, die mit bloßem Auge oder der Lupe nicht sichtbar sind, benötigst du eine stärkere Vergrößerung. Ein Mikroskop kann dir dabei helfen.

26

Zu den Forschungsfragen

D

- Vorstellungen zu Einsatz und Leistung des Mikroskops sammeln; fachliche Klärung noch nicht vorwegnehmen.
- **Situation um Mikroskop einzusetzen?**
  - Erwartbar: sehr kleine Dinge oder Einzelheiten untersuchen; wenn Auge oder Lupe nicht ausreichen.
- **Kann man mit einem Mikroskop mehr als mit einer Lupe sehen??**
  - Erwartbar: „Ja, weil es stärker vergrößert" oder „Man erkennt mehr Einzelheiten."
  - „Mehr" konkretisieren: „Was genau sieht man mehr?

M

- Mikroskope (ggf. mit Lupe) können bereits zu Beginn ausgegeben werden, für direkten Vergleich

F

- Stärkere Vergrößerung: mehr Details, aber kleinerer sichtbarer Bereich; Mikroskop nicht grundsätzlich „besser" als Lupe (vgl. Hintergrund).

Forsche selbst

Hole das Material.

Achtung

Fasse den Mikrofilm nur vorsichtig am durchsichtigen Rand an, um ihn nicht zu beschädigen!

M F

1. Teile des Mikroskops

- Lege den Mikrofilm zwischen zwei Objektträger. Überprüfe vorher, ob die Schutzfolie auf beiden Seiten des Objektträgers entfernt ist.
- Lege nun die Objektträger mit dem Mikrofilm auf die schwarze Platte des Mikroskops und schiebe sie vorsichtig unter die zwei Klemmen.
- Schaue dir den Mikrofilm unter dem Mikroskop genau an und finde die Zeichnung des Mikroskops.
- Bearbeite Aufgabe 1 auf dem Arbeitsblatt 4.

Tipp



Du kannst noch nicht klar erkennen, was auf dem Mikrofilm ist?

- **Beleuchtung**: Steht das Mikroskop richtig herum? Drehe den Spiegel zum Licht. Achte darauf, dass der Spiegel nicht im Schatten von dir oder deinen Haaren ist. Aber Achtung, meide das direkte Sonnenlicht!
- **Fokussieren**: Drehe das obere schwarze Rad, bis das Bild scharf zu sehen ist.
- **Sichtfeld**: Verschiebe den Mikrofilm, um auch andere Bereiche des Bildes zu untersuchen.
- **Alles steht kopf** oder ist **spiegelverkehrt**? Nimm die Objektträger mit dem Mikrofilm heraus und drehe alles um, bevor du es wieder unter das Mikroskop schiebst.

Achtung

Richte den Spiegel des Mikroskops niemals in direktes Sonnenlicht oder die Taschenlampe des Handys. Das starke Licht schädigt deine Augen!

Zu Aufgabe 1

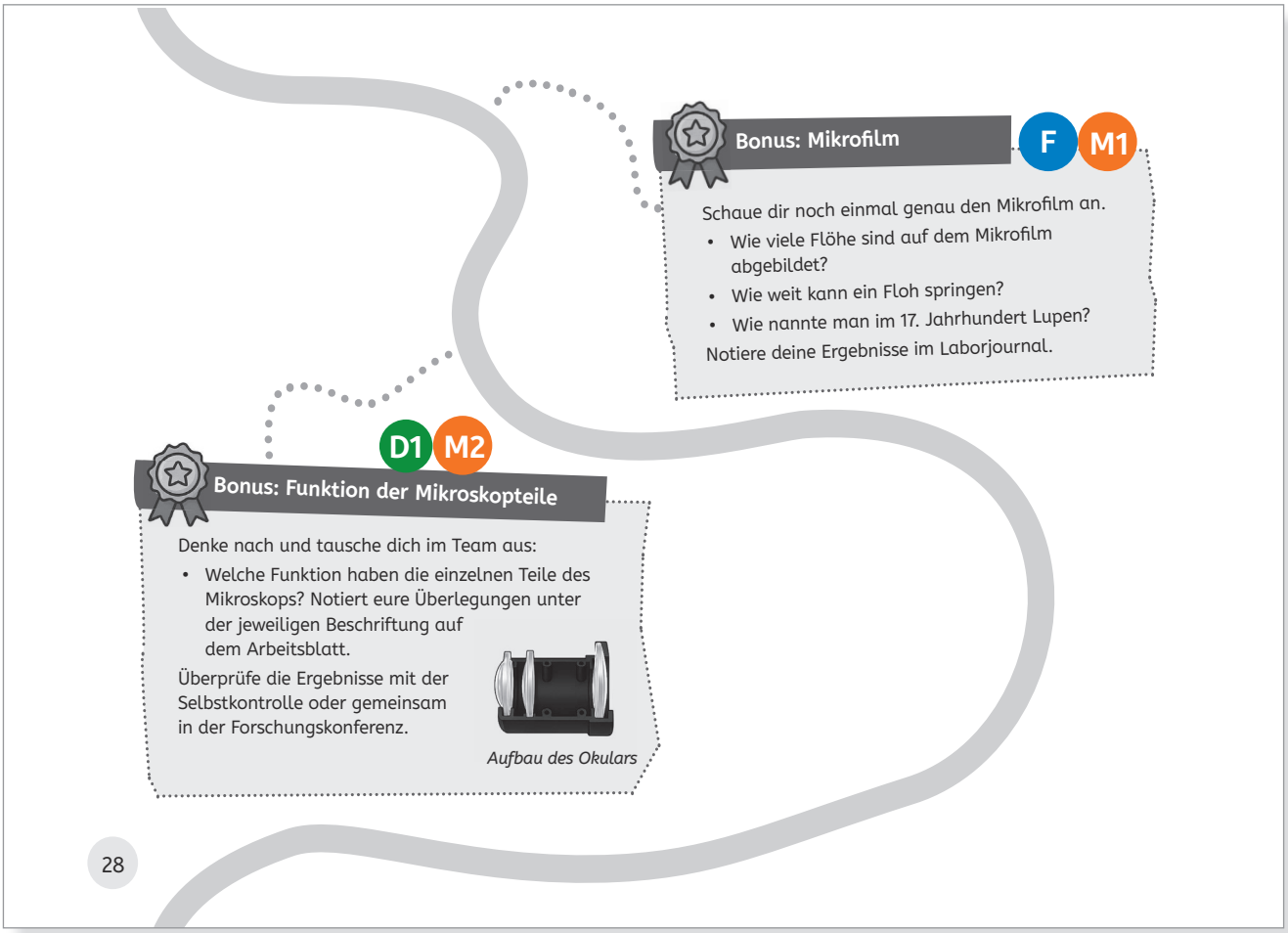
M

- Darauf hinweisen: Schutzfolien vollständig von beiden Seiten der Objektträger entfernen.
- Sicherheitswarnung vor Arbeitsbeginn wiederholen: kein direktes Sonnenlicht, keine Handylampe
- Arbeitsauftrag auf dem Mikrofilm: Lernende stehen auf, sobald der Text scharf lesbar ist; als Kontrolle für Beleuchtung und Fokussierung nutzen.

F

- Aufbau des präparierten Mikrofilm unter dem Mikroskop. Bei Problemen beim Mikroskopieren vgl. Hintergrund
- Beschriftung der Mikroskopteile vgl. Hintergrund Abb B.





Zum Bonus Mikrofilm

F
- Erwartbare Antworten:
  - 8 Flöhe
  - Sprungweite bis zum 50-Fachen der Körperlänge
  - Lupen im 17. Jahrhundert: „Flohgläser“

M1
- Mikrofilm mit deutschem und englischem Text; für alle Antworten Mikrofilm verschieben.

Zum Bonus Funktion der Teile

D1
- Funktionen aus der vorherigen Bedienung ableiten.
- Erwartbare Antworten: auf Lösungsblatt vgl. Arbeitsblätter.
- Differenzierungsmöglichkeit: Funktionsbeschreibungen zum Zuordnen bereitstellen.

M2
- Falls der Platz auf AB 4 nicht ausreicht, eine Tabelle im Laborjournal angelegen lassen.
- Lösungsblatt zur Selbstkontrolle bereithalten (vgl. Arbeitsblätter).

M1 F1

2. Sichtfeld bestimmen

Du siehst nur einen Teil des Mikrofilms unter dem Mikroskop. Das ist das Sichtfeld. Aber wie groß ist es eigentlich? Finde es mit Aufgabe 2 auf dem Arbeitsblatt 4 heraus.



Bonus: Buchstaben D1 F2

- Nimm dir einen gedruckten Text. Achte darauf, dass die Buchstaben weder sehr groß noch sehr klein sind.
- Wie viele Buchstaben wirst du auf einmal durch das Mikroskop sehen? Schreibe deine Vermutung in das Laborjournal.
- Überprüfe deine Vermutung und notiere dein Ergebnis.

3. Räume auf und bringe das Material zurück.

Lies dich schlau! M2 F1

Wer hat's erfunden? Die Geschichte des Mikroskops

- Wer hat das Mikroskop erfunden?
- Zu welchen Zwecken wurde es früher eingesetzt?

Zu Aufgabe 2

M1
- Teststreifen ohne Größenanpassung drucken (vgl. Vorbereitung).
- Kreise nacheinander mittig positionieren; größten vollständig sichtbaren Kreis bestimmen (s.o.); Streifen straff halten.

F1
- Sichtfeld: kreisförmiger, durch das Okular sichtbarer Ausschnitt; Größe = Durchmesser (2. größter Kreis, 7 mm).
- Zunehmende Vergrößerung führt zu kleinerem Sichtfeld (vgl. Hintergrund).

Zu Lies dich schlau!

M2
- Lesetext 4 „Wer hat's erfunden?" austeilen.

F3
- Erwartbare Antworten: Erfindung nicht eindeutig geklärt; keine einzelne Person:
  - Janssen: Münzfälschung
  - Hooke: detailliertes Zeichnen
  - Leeuwenhoek: Stoffprüfung; u.a. Bakterien/Einzeller entdecken

Zum Bonus

D1
- Übertragung des Sichtfeld-Konzepts auf gedruckten Text.
- Abweichende Ergebnisse zulassen; entscheidend: nur ein kleiner Textausschnitt sichtbar.

F2
- Erwartbares Ergebnis: meist drei bis vier Buchstaben; abhängig von Schriftgröße und Buchstabenbreite.

Lesetext Lektion 4

Wer hat’s erfunden? Die Geschichte des Mikroskops

Manche Dinge sind so winzig, dass man sie mit bloßem Auge kaum erkennen kann, zum Beispiel feine Fasern oder winzige Lebewesen. Menschen wollten solche Dinge genauer sehen und entdeckten dabei Neues. Um das Unsichtbare sichtbar zu machen, wurde das Mikroskop erfunden. Aber wer hatte eigentlich diese Idee?

Zacharias Janssen



Um das Jahr 1590 lebte in den Niederlanden ein Mann namens Zacharias Janssen. Er lernte von seinem Vater das Handwerk eines Optikers und stellte Linsen her. Doch nicht nur das, er lernte von seinem Vater auch das Fälschen von Kupfer- und Goldmünzen.

Gemeinsam mit seinem Vater baute er wahrscheinlich eines der ersten Mikroskope. Doch dabei ging es ihm vermutlich nicht um Wissenschaft, sondern darum, Münzen besser fälschen zu können.

Antoni van Leeuwenhoek



Einige Jahrzehnte später lebte in den Niederlanden der Tuchhändler Antoni van Leeuwenhoek. Als Geschäftsmann, der edle Stoffe verkaufte, musste er die Qualität sehr genau prüfen. Dazu stellte er besonders gute Linsen her, die bis zu 200-fach vergrößern konnten. Seine Mikroskope waren kaum größer als eine Streichholzschachtel.

Mit seinen kleinen Mikroskopen entdeckte er als einer der Ersten Bakterien und Einzeller. Damals wussten die Menschen noch gar nicht, dass es solche Lebewesen gibt.

Robert Hooke



Zur gleichen Zeit lebte in England Robert Hooke. Schon als Kind liebte er es zu zeichnen. Er wollte Dinge ganz genau ansehen, um sie möglichst exakt zeichnen zu können, und entwickelte dafür eigene Mikroskope.

Zeichnungen wie die eines Flohs, die du vom Mikrofilm kennst, veröffentlichte er in seinem Buch „Micrographia“. Dadurch wurde er berühmt. Viele Menschen sahen durch dieses Buch zum ersten Mal, wie erstaunlich die Welt im Kleinen ist.

Also wer hat das Mikroskop nun erfunden?

Ganz genau weiß man es bis heute nicht.

Das Mikroskop entstand wahrscheinlich durch die Arbeit vieler Menschen über eine lange Zeit. Jeder von ihnen trug ein Stück dazu bei, dass wir heute Dinge sehen können, die unserem Auge sonst verborgen bleiben würden

Forschungskonferenz

F

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Was konntet du durch das Mikroskop sehen?
- Aus welchen Teilen ist das Mikroskop aufgebaut?
- Was musstest du tun, um ein scharfes und gut beleuchtetes Bild zu bekommen?

D

- Wie viel von dem Mikrofilm konntest du mit einem Blick durch das Okular erkennen?
- Denke weiter: Was passiert mit dem Bild, wenn du stärker vergrößerst – siehst du mehr oder weniger davon?
- Worin unterscheidet sich das Mikroskop von einer Lupe?



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

30

Zur Forschungskonferenz

F

- **Was konntest du sehen?** s. Lösungsblatt „Mikrofilm“ (vgl. Arbeitsblätter).
- **Aus welchen Teilen ist das Mikroskop aufgebaut?** Okular, Mikroskop-Tisch mit Öffnung für Licht, Klemme, Stativ, Spiegel, Drehknopf für den Spiegel (vgl. Hintergrund/ Arbeitsblätter).
- **Wie erhältst du ein scharfes, gut beleuchtetes Bild?** Mikrofilm über der Öffnung ausrichten; Abschattung vermeiden; Spiegel zum Licht drehen; vorsichtig fokussieren (vgl. HIntergrund).
- **Wie erhältst du ein scharfes, gut beleuchtetes Bild?** Mikrofilm über der Öffnung ausrichten; Abschattung vermeiden; Spiegel zum Licht drehen; vorsichtig fokussieren (vgl. HIntergrund).
- **Wie viel vom Mikrofilm war sichtbar?** Nur ein kleiner, kreisförmiger Ausschnitt: 2. größter Kreis, 7 mm.
- **Was geschieht bei stärkerer Vergrößerung?** Einzelheiten erscheinen größer, Sichtfeld wird kleiner; Kerngedanke sichern: mehr Details, weniger vom Ganzen (vgl. HIntergrund).
- **Unterschied zur Lupe?** Mikroskop: mehrere Linsen, stärkere Vergrößerung, kleineres Sichtfeld, feste Auflage sowie Beleuchtung und Fokussierung. Lupe: eine Linse, geringere Vergrößerung, frei beweglich.

D

- Begrenztes Sichtfeld bei Bedarf mit Pappe oder Pappteller mit Loch veranschaulichen (vgl. Vorbereitung). Kleines Objekt vollständig, großes nur ausschnittweise sichtbar; durch Verschieben weitere Bereiche erschließbar.

Forsche weiter

Mini-Schrift

Wer schreibt am kleinsten? Schreibe oder zeichne so klein wie möglich. Schaue es dir unter dem Mikroskop an.

Zeitleiste

Erstelle eine Zeitleiste zur Entwicklung des Mikroskops von damals bis heute. Verwende den Lesetext und recherchiere weitere Informationen.

Die folgenden Fragen können dir bei deinen Überlegungen helfen:

- Wie hat sich das Mikroskop im Laufe der Jahre verändert?
- Welche Entdeckungen kamen wann hinzu, die das Mikroskop leistungsfähiger machten?
- Zu welchen Zwecken werden Mikroskope heute verwendet?

Drudel

Ein Drudel ist ein Bilderrätsel, bei dem du nur einen Teil des Ganzen erkennen kannst. Das Sichtfeld ist also eingeschränkt. Manchmal siehst du etwas auch nur aus einer bestimmten Richtung oder ein Teil ist verdeckt.

Kannst du erraten, um was es sich handelt?



Hals einer Giraffe | Hase hinter Stein | Person mit Mütze und Kopfhörer

Erfinde und zeichne selbst ein Drudel und lasse es von anderen Personen lösen.

„Mikro“ auf der Spur

Suche Worte, in denen der Begriff „Mikro“ enthalten ist.
Versuche anschließend herauszufinden, was das Wort bedeutet und wofür der Gegenstand benutzt wird.

Umgang mit dem Mikroskop und Sichtfeld

Die Beobachtungen während des Mikroskopierens, das Arbeitsblatt 4 und die Beiträge in der Forschungskonferenz ermöglichen eine Einschätzung, wie sich der sachgerechte Umgang mit dem Mikroskop entwickelt. Besonders aussagekräftig ist das praktische Vorgehen: Ein richtig beschriftetes Arbeitsblatt allein zeigt noch nicht, ob die Lernenden Fokus und Beleuchtung so einstellen können, dass ein Objekt deutlich sichtbar wird. Auch beim Sichtfeld ist nicht nur der ermittelte Wert entscheidend, sondern das Zusammenspiel von Vermutung, Überprüfung und Ergebnis.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Mikroskopieren**: mithilfe der Hinweise Fokus und Beleuchtung so einstellen, dass der Mikrofilm scharf und gut beleuchtet zu sehen ist.
- **Aufbau beschreiben**: zentrale Teile des verwendeten Mikroskops am Gerät oder in der Abbildung zuordnen und benennen. Bei Einsatz des Bonus zudem die Funktion der Teile beschreiben.
- **Vermuten und prüfen**: eine Vermutung zur Größe des Sichtfelds formulieren, diese mit dem Test-Streifen praktisch überprüfen und das Ergebnis nachvollziehbar festhalten.
- **Messen und einordnen**: den Durchmesser des ermittelten Sichtfelds bestimmen und beschreiben, dass durch das Okular jeweils nur ein begrenzter Ausschnitt des untersuchten Objekts sichtbar ist.
- **Reflektieren**: beschreiben, was beim Mikroskopieren für ein scharfes und gut beleuchtetes Bild erforderlich war, und das Prinzip des Sichtfelds erläutern: Durch das Okular ist jeweils nur ein begrenzter Ausschnitt des untersuchten Objekts sichtbar.

Arbeitsblatt/Laborjournal

- Arbeitsblatt 4 macht sichtbar, ob die Lernenden zentrale Teile des Mikroskops zuordnen und benennen sowie ihre Vermutung zur Größe des Sichtfelds praktisch überprüfen und das Ergebnis festhalten können. Entscheidend ist beim Sichtfeld nicht nur der ermittelte Wert, sondern auch, ob Vermutung und Beobachtung nachvollziehbar aufeinander bezogen werden.
- Im Bonus „Funktion der Mikroskopteile“ ergänzen die Lernenden ihre Überlegungen zu den Funktionen direkt an den Beschriftungen auf dem Arbeitsblatt. Dies kann zusätzlich zeigen, ob sie Aufbau und Funktion einzelner Teile miteinander in Beziehung setzen. Der Bonus ist kein notwendiger Lernerfolg.
- Die Einträge zu den Boni „Mikrofilm“ und „Buchstaben“ im Laborjournal können ergänzend zeigen, ob Beobachtungen gezielt dokumentiert bzw. das Prinzip des Sichtfelds auf einen gedruckten Text übertragen werden.

Mögliche Aufgaben/Fragen

Die **Forschungskonferenz** bietet zusätzlich die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden ihr Vorgehen beim Mikroskopieren beschreiben und ihre Erkenntnisse zu Aufbau, Bedienung und Sichtfeld sprachlich einordnen können.

Nach dem Bonus zu den Funktionen der Mikroskopteile kann ergänzend folgende Frage eingesetzt werden:

> Warum hat die schwarze Platte am Mikroskop ein Loch in der Mitte?

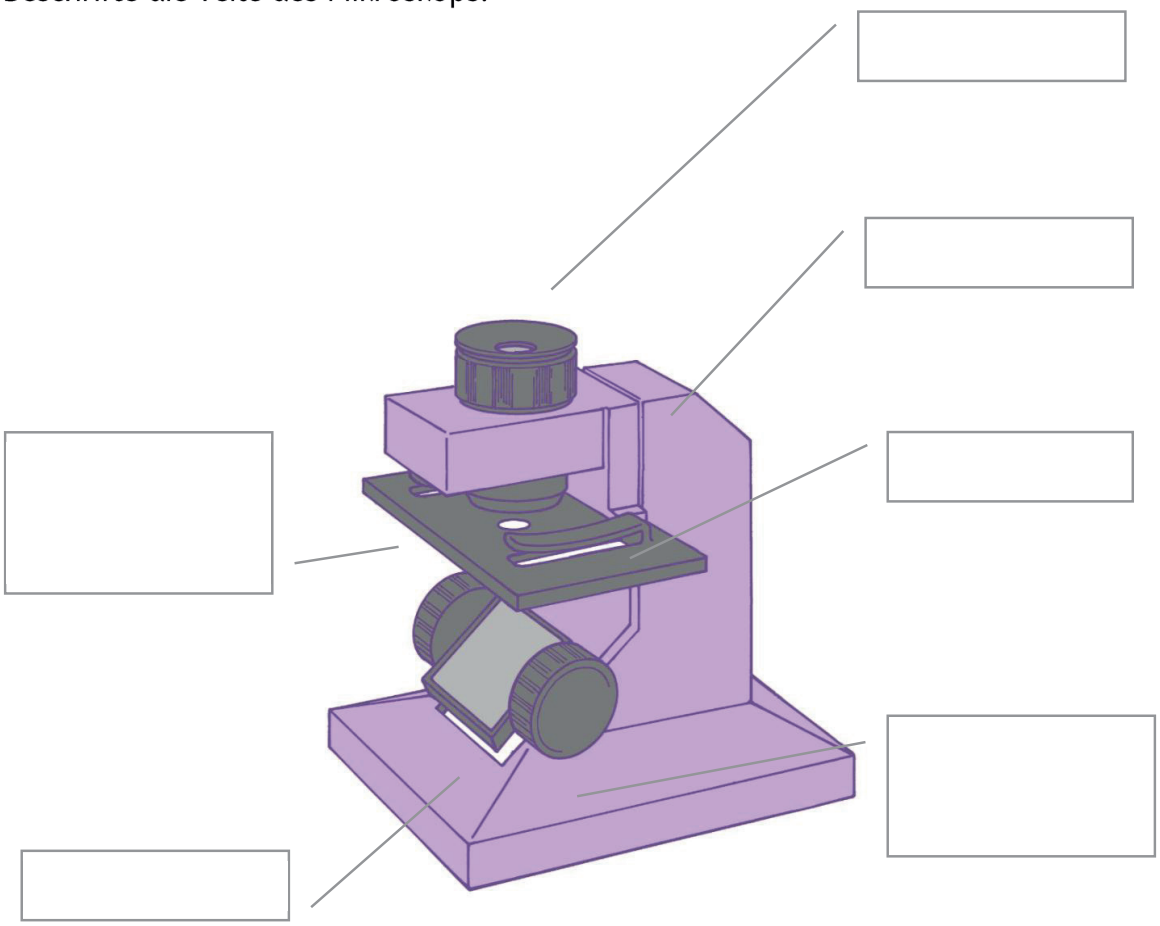
Die Antwort kann zeigen, ob die Lernenden die Funktion des Mikroskoptischs mit der Beleuchtung des Präparats verknüpfen. Da die Funktionen der Mikroskopteile als Bonus angelegt sind, ist auch diese Frage kein notwendiger Nachweis des Lernerfolgs.

Arbeitsblatt 4 Name: Datum:

Mikroskop und Sichtfeld

1. Teile des Mikroskops

Beschrifte die Teile des Mikroskops.



2. Sichtfeld bestimmen

Welchen Kreis siehst du gerade noch vollständig unter dem Mikroskop?



a) Vermutung: Unterstreiche einen Kreis.

b) Überprüfe: Mikroskopiere den Test-Streifen. Zeichne ein Dreieck um den passenden Kreis.

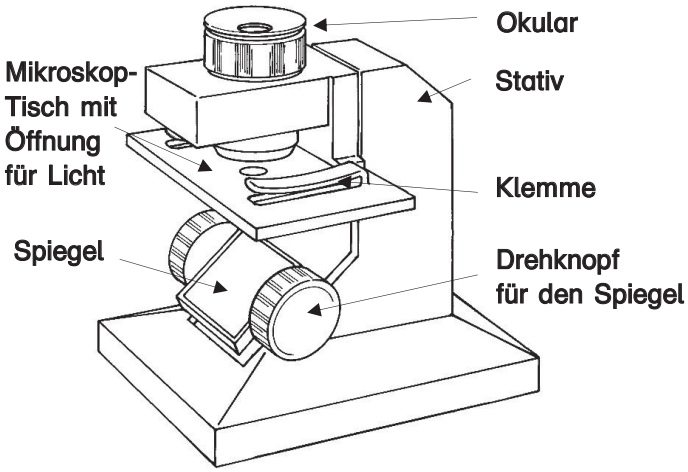
c) Miss den Durchmesser des markierten Kreises mit einem Lineal. Gib die Größe des Sichtfelds an: _____mm

d) Mit dem Auge kannst du den ganzen Mikrofilm sehen. Zeichne ein, wie viel vom Mikrofilm du unter dem Mikroskop sehen kannst:

Lösungsblatt „Mikrofilm“

Willkommen in der Mikrowelt!

Wenn du das gelesen hast: Steh auf!

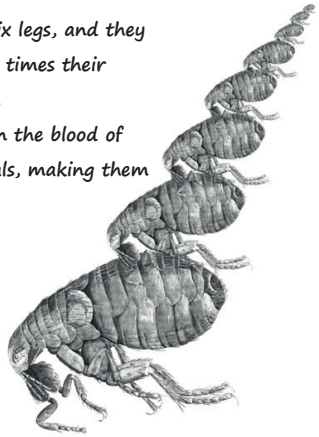


Übertrage die Bezeichnungen am Mikroskop auf dein Arbeitsblatt.

Welcome to the Microworld!

How many animals do you see?

Fleas have six legs, and they can leap 50 times their body length.
Fleas feed on the blood of other animals, making them parasites.



Human fleas are only 2 mm in size.
In the 17th century, many people saw their annoying "roommates"- fleas – for the first time with magnifying glasses. That's why magnifying glasses were also called "flea glasses" at that time.
Robert Hooke made the drawing of a flea full of tiny details. He first showed it in 1665 in his book "Micrographia".

Willkommen in der Mikrowelt!

Wie viele Tiere siehst du?

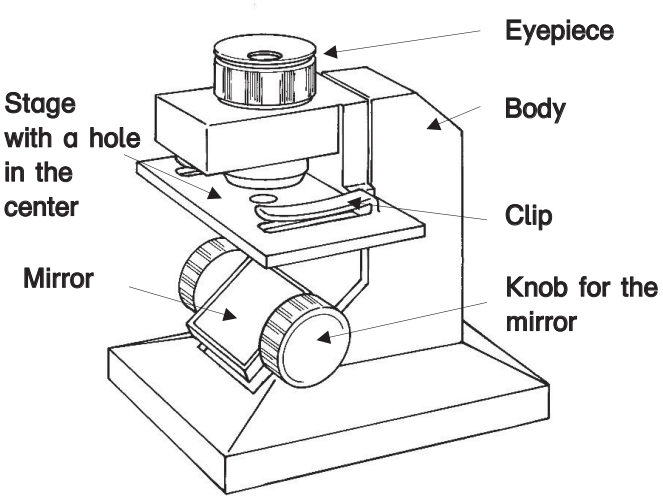


Flöhe besitzen sechs Beine und können das 50-fache ihrer Körperlänge weit springen.
Als Parasiten ernähren sie sich vom Blut anderer Tiere.

Menschenflöhe sind nur 2 mm groß.
Im 17. Jahrhundert sahen viele Menschen ihre lästigen „Mitbewohner“- Flöhe – erstmals mit Lupen.
Darum nannte man damals Lupen auch „Flohgläser“.
Robert Hooke fertigte die Zeichnung von einem Floh voller winziger Einzelheiten. Er zeigte sie im Jahr 1665 in seinem Buch „Micrographia“.

Welcome to the invisible world

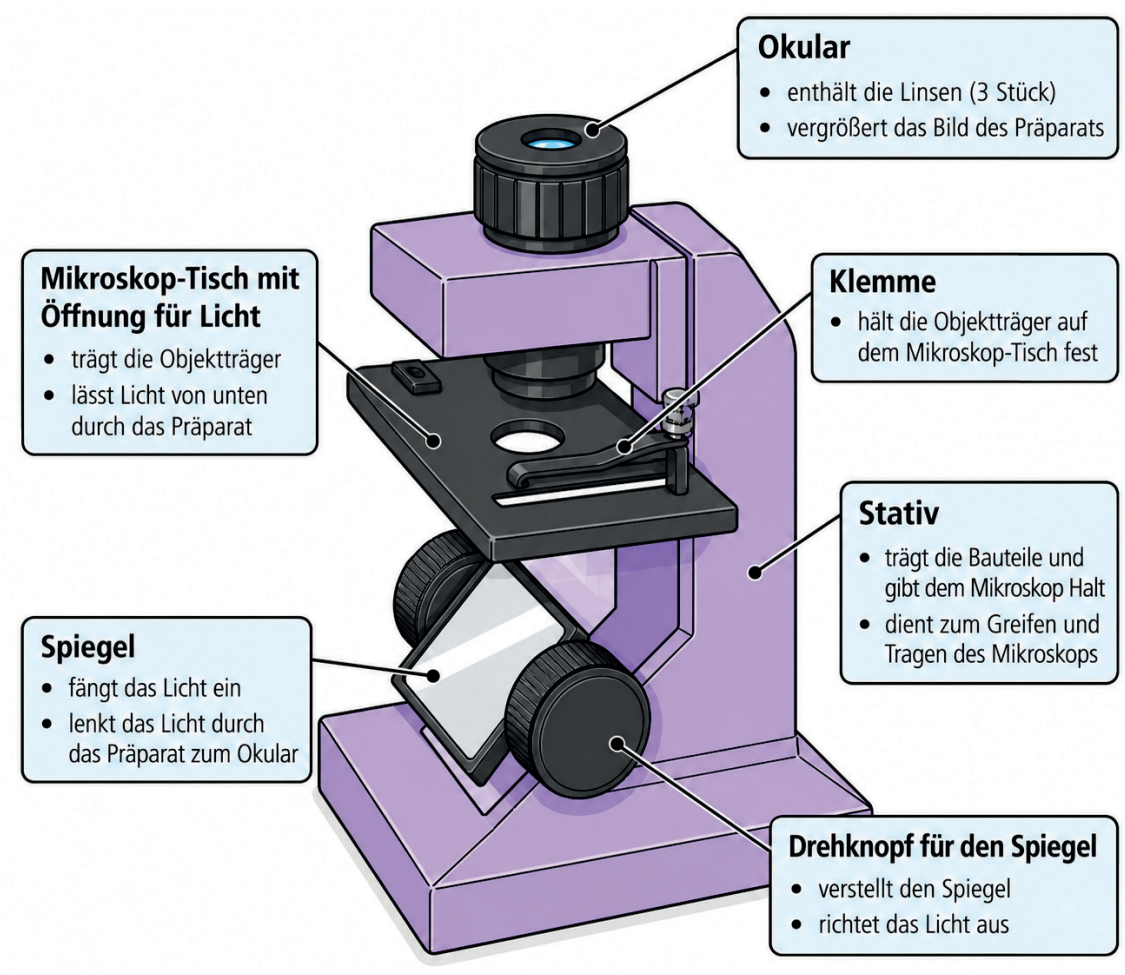
If you can read this: Stand up!



Transfer the names of the microscope parts to your worksheet.

Lösungsblatt „Bonus: Funktion der Mikroskopteile“

Teil	Funktion
Mikroskop-Tisch mit Öffnung für Licht	trägt die Objektträger lässt Licht von unten durch das Präparat
Spiegel	fängt das Licht ein lenkt das Licht durch das Präparat zum Okular
Okular	enthält die Linsen (3 Stück) vergrößert das Bild des Präparats
Klemme	hält die Objektträger auf dem Mikroskop-Tisch fest
Stativ	trägt die Bauteile und gibt dem Mikroskop Halt dient zum Greifen und Tragen des Mikroskops
Drehknopf für den Spiegel	verstellt den Spiegel richtet das Licht aus



5 Mit dem Mikroskop beobachten

Kern der Lektion

Die Lernenden vertiefen den sachgerechten Umgang mit dem Mikroskop, indem sie gedruckte Bilder untersuchen. Dabei entdecken sie das Druckraster und erschließen, wie Schwarz-Weiß- und Farbdruck sowie die Beschaffenheit des Papiers das Erscheinungsbild eines Druckbilds beeinflussen.

- Mikroskopierefertigkeiten vertiefen
- Druckraster in Schwarz-Weiß- und Farbbildern untersuchen
- Entstehung unterschiedlicher Helligkeits- und Farbeindrücke erschließen
- Einfluss des Papiers auf die Darstellung gedruckter Bilder untersuchen (Bonus)

Druckraster

Forschungsaufträge im Überblick

1. Schwarz-Weiß-Bild untersuchen: Vermutng anstellen, helle und dunkle Bereiche vergleichen und Beobachtung dokumentieren
2. Farbbild untersuchen: Vermutung anstellen, unterschiedlich farbige Bereiche vergleichen und Beobachtung dokumentieren

Zählraster: Helle und dunkle Bildbereiche mit Siebgaze vergleichen

Papier vergleichen: Farbbild auf glänzendem Papier mit dem Farbbild vergleichen

Achtung Fälschung: Gedruckte und mit Fineliner ergänzte Schrift vergleichen

Geldscheine: Originalgeldschein mikroskopisch untersuchen und mit dem Farbdruck vergleichen

Material & Vorbereitung

1	Mikroskop
2	Objektträger
1	Schwarz-Weiß-Bild (s. beigelegter Druckbogen)
2	Farbbild (s. beigelegter Druckbogen)

1	Siebgaze (Bonus)
1	Geldschein (Bonus)
1	Zeitschriftenpapier, glänzend, mit Farbbild und Text (Bonus)
1	Fineliner, schwarz (Bonus)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Schwarz-Weiß- und Farbbilder, die als Druckbogen in der Kiste beiliegen, entlang der Ober- und Unterkante des Bildes in Ausschnitte schneiden.
- Bei Auswahl der Bonusaufgaben zusätzlich vorbereiten:
  - Siebgaze bereithalten (aus Lektion 2) und ggf. in passende Stücke schneiden
  - Zeitschriftenbild bereitlegen
  - Zeitschriftenausschnitt mit Text und schwarzem Fineliner für den Vergleich von Druck und Handschrift bereitstellen
  - Geldschein für die mikroskopische Untersuchung bereithalten

---

Hinweise

- Sozialform: Einzelarbeit
- Bei der Bonusaufgabe „Achtung Fälschung“ ausreichend große Zeichen verwenden. Bei kleiner gedruckter Schrift auf glattem Papier kann der Unterschied zu einer handschriftlichen Ergänzung nur schwer sichtbar sein.
- Achtung: Geldscheine dürfen nicht kopiert oder verändert werden!
  Ein Originalgeldschein darf aber unter dem Mikroskop untersucht werden.

Gedruckte Bilder unter dem Mikroskop

Mit bloßem Auge erscheinen gedruckte Bilder als zusammenhängende Flächen und Farbverläufe. Unter dem Mikroskop werden viele einzelne schwarze oder farbige Punkte sichtbar. Ihre Anordnung bildet das Druckraster. Sie liegen so dicht beieinander, dass sie ohne Vergrößerung nicht einzeln wahrnehmbar sind und das Auge sie zu einem Bild verbindet. Wie die Rasterstrukturen aussehen, hängt vom Druckverfahren und vom verwendeten Drucker ab.

Helle und dunkle Bildbereiche

Beim verwendeten Schwarz-Weiß-Bild entstehen unterschiedliche Grautöne durch schwarze Rasterpunkte auf weißem Papier. In **hellen Bereichen** sind die Punkte kleiner und lassen mehr Papier sichtbar. In **dunklen Bereichen** sind sie größer und bedecken mehr Fläche und gehen stellenweise ineinander über, sodass eine durchgehend schwarze Fläche entsteht.

Nicht die Anzahl der Punkte macht Bereiche dunkler, sondern ihre Größe, dies lässt sich im Bonus „Zählraster“ überprüfen: Das **Rastermuster** ist im gesamten Bild gleich, dunklere Bereiche entstehen allein durch größere Druckpunkte, nicht durch mehr Punkte. Das Zählen widerlegt so die naheliegende Vermutung, dunklere Bereiche enthielten mehr Punkte. Das gilt für klassisch gerasterte Drucke wie Offsetdruck oder Laserdrucker. Bei manchen Tintenstrahldruckern bleiben die Punkte dagegen gleich groß, hier enthalten dunklere Bereiche tatsächlich mehr Punkte.

Farbdruck und Farbwahrnehmung

Beim üblichen Vierfarbdruck werden Raster aus **C**yan (blau), **M**agenta, **Y**ellow (gelb) und Schwarz (**K**ey) kombiniert (**CMYK**). Die Punkte je Grundfarbe unterscheiden sich in Größe und Rasterwinkel und liegen nebeneinander oder teilweise übereinander. Schwarz verstärkt dunkle Bereiche, Kontraste und feine Konturen.

Die Farbpunkte liegen so dicht beieinander, dass das Auge sie nicht getrennt wahrnimmt und stattdessen eine **optische Farbmischung** wahrnimmt. Winzige gelbe und blaue Punkte nah beieinander erscheinen so als Grün. Unter dem Mikroskop werden die einzelnen Druckfarben wieder sichtbar, deshalb können die Lernenden auch in einem scheinbar einfarbigen Bildbereich mehrere Farben entdecken .

Einfluss des Papiers

Als optionale Vertiefung beim Bonus „Papier vergleichen“ kann zusätzlich der Einfluss des Papiers untersucht werden: Bilder und Schrift auf glattem, beschichtetem Zeitschriftenpapier erscheinen schärfer und klarer als auf rauem Zeitungs- oder Druckpapier, weil sie mit feineren, klarer abgegrenzten Punkten gedruckt sind. Das glänzende Papier ist zudem weniger saugfähig und verhindert ein Ineinanderlaufen der Farben. Manche Lernende erkennen den Unterschied zunächst nicht. Beobachtete Unterschiede können auch an Druckverfahren, Rasterfeinheit oder Ausgangsbild liegen, nicht nur am Papier.

Fälschungserkennung und Sicherheitsmerkmale

Der Bonus „Achtung Fälschung!“ vergleicht gedruckten und handschriftlich mit schwarzem Fineliner ergänzten Text. Wie bei den Bildbereichen zuvor wird auch reiner Schwarztext gerastert, bei voller Deckung liegen die Punkte aber oft so dicht, dass sie ineinander übergehen und einzeln nicht mehr erkennbar sind. Der Unterschied zur Handschrift zeigt sich dann vor allem an der individuellen Struktur der Stiftspitze und den weniger präzisen Linien.

Der Bonus „Geldscheine“ führt das fort: Geldscheine nutzen besondere Druckverfahren mit sehr feinen Linien, Mikroschrift und weiteren Sicherheitsmerkmalen, die ein Farbausdruck nicht wiedergibt.

Problem	Mögliche Ursache(n)	Lösung(en)
Im Druckbild sind keine Rasterstrukturen zu erkennen.	Ungeeigneter oder schlecht bedruckter Bildbereich; Papier nicht plan; Licht oder Fokus unpassend.	Druckbogen mit deutlich bedruckten Bereich mit hellen und dunklen bzw. farbigen Flächen nutzen; Papier plan auflegen; Bereich verschieben und Beleuchtung sowie Fokus nachregeln.

5 Mit dem Mikroskop beobachten

Forschungsfragen

D

- Welches Problem besteht?
- Warum wollen die beiden ein Mikroskop benutzen?
- Meinst du, sie können die Kuh so genau erkennen?



Mit dem Mikroskop kannst du in gedruckten Bildern Dinge entdecken, die du mit dem bloßen Auge nicht sehen kannst. Nutze dein Wissen aus Lektion 4 zum Mikroskopieren.

Material

Für dich

1 Mikroskop
2 Objektträger
1 Schwarz-Weiß-Bild
1 Farbbild

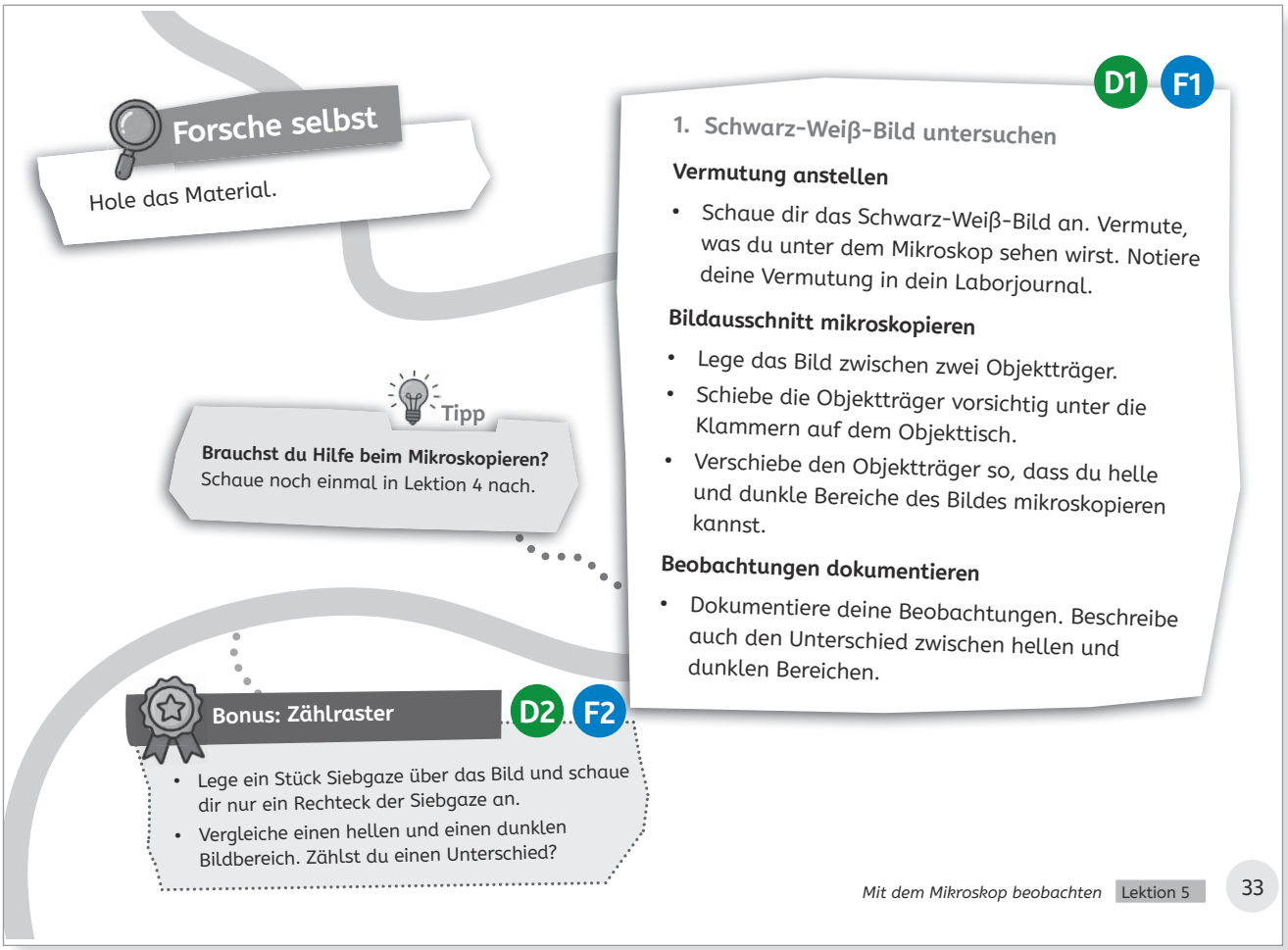
Bonus: Siebgaze, Geldschein, Zeitschrift (Bild und Text)

32

Zu den Forschungsfragen

D

- **Welches Problem besteht?**
  - Kuh auf dem Bild sehr klein.
  - Kuh nicht (eindeutig) erkennbar.
- **Warum wollen die beiden ein Mikroskop benutzen?**
  - Bild vergrößern, um die Kuh genauer zu betrachten.
- **Können sie die Kuh so genauer erkennen?**
  - unterschiedliche Vermutungen sammeln und nicht auflösen, das das untersucht wird, z. B. „Ja, weil das Mikroskop vergrößert“ oder „Nein, weil nur ein kleiner Ausschnitt sichtbar ist“.



Zu Aufgabe 1

D1

- Vermutung und Beobachtung vergleichen. Abweichungen als Teil des Erkenntnisprozesses aufgreifen.

F1

- Erwartbare Beobachtung: schwarze Rasterpunkte, kleinere Punkte in hellen Bereichen, größere Punkte in dunklen Bereichen (vgl. Hintergrund).

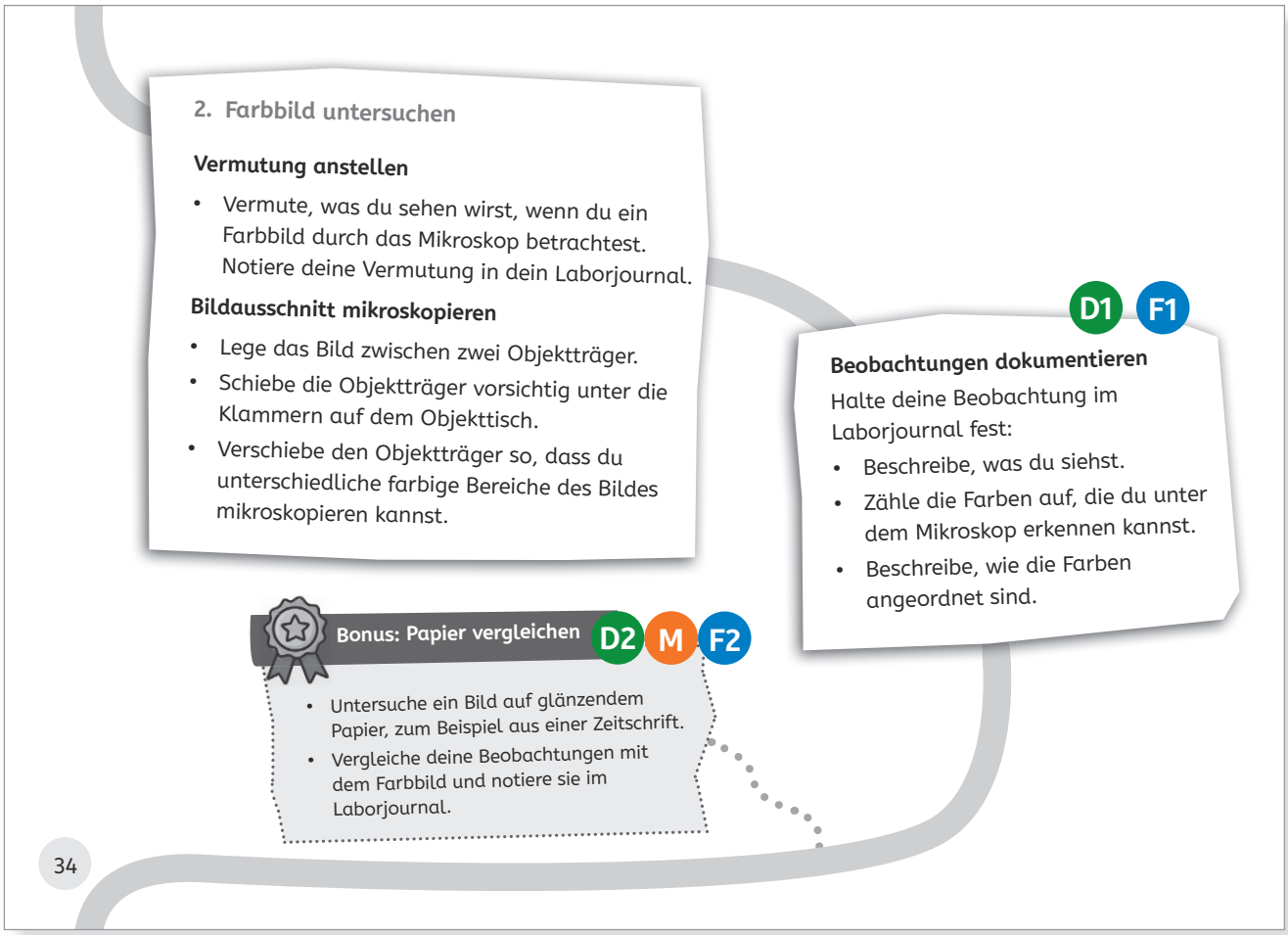
Zum Bonus

D2

- Typische Fehlvorstellung aufgreifen: Dunkle Bereiche enthalten mehr Raster.
- Impuls: Unterscheiden sich Anzahl oder Größe der Rasterpunkte?

F2

- Erwartbar: Anzahl und Abstände der Rasterpunkte bleiben gleich; größere Punkte ergeben dunklere Bildbereiche (vgl. Hintergrund).



Zu Aufgabe 2

D1

- Typische Fehlvorstellung aufgreifen: Jeder sichtbare Farbton sei mit genau dieser Farbe gedruckt.
- Impuls: Vergleiche verschiedene Farbbereiche. Welche bestehen aus Rasterpunkten einer Farbe, welche aus Rasterpunkten mehrerer Farben? Welche Farben kannst du erkennen?

F1

- Erwartbar: einzelne Rasterpunkte in einer bzw. mehreren Druckfarben. Je nach Bildausschnitt sind nicht alle vier Druckfarben (Blau, Magenta, Gelb, Schwarz) sichtbar (vgl. Hintergrund).

Zum Bonus

D2

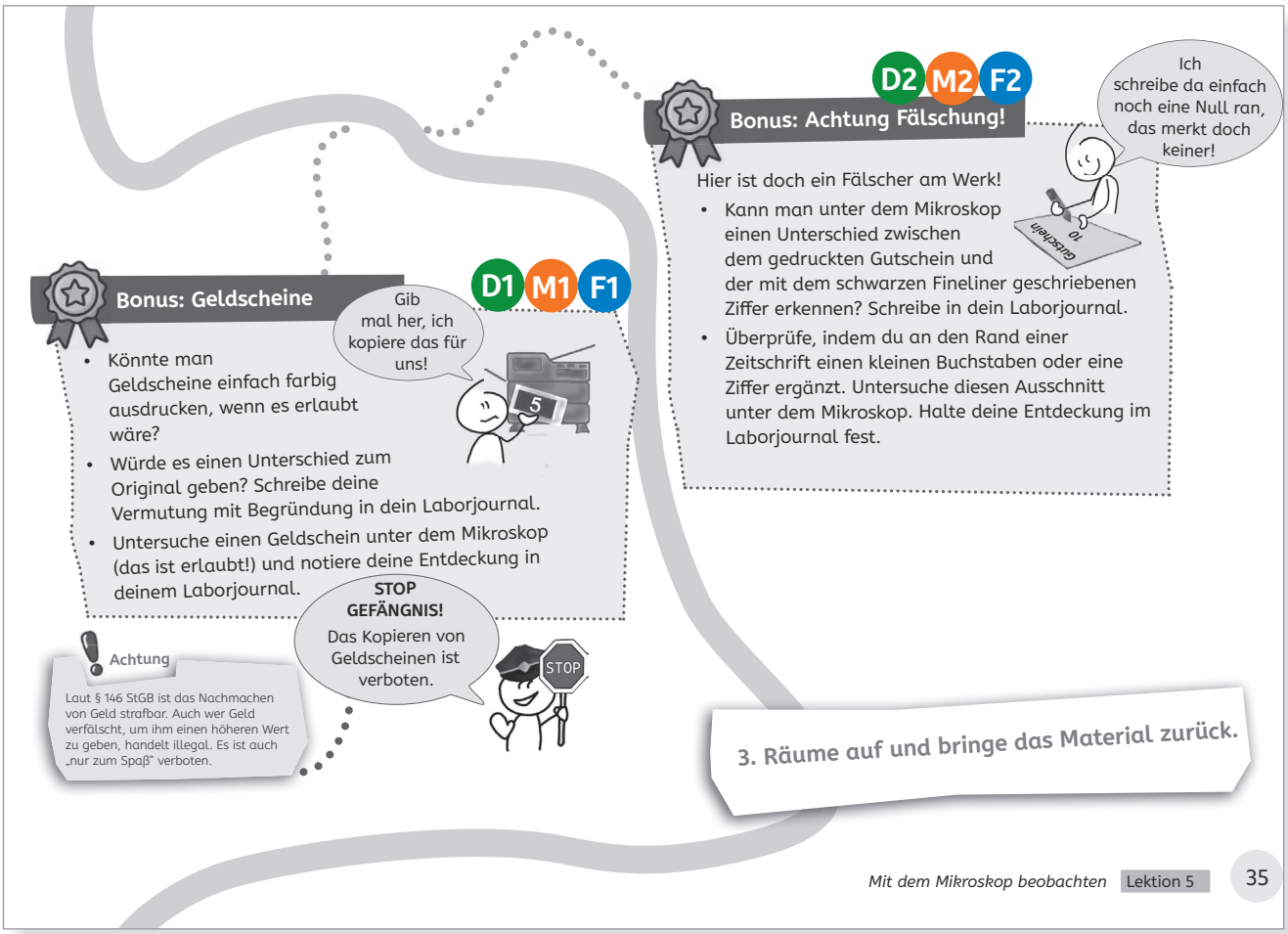
- Unterschiedliche Ergebnisse zulassen. Sie hängen vom jeweils untersuchten Druckprodukt ab.

M

- Farbbilder auf unterschiedlichen Papieren bereitstellen, zum Beispiel aus einer Zeitung, einer Zeitschrift und einem Hochglanzmagazin

F2

- Erwartbar: Auf glänzendem Papier meist feinere und schärfer abgegrenzte Rasterpunkte (vgl. Hintergrund).



Zum Bonus Geldscheine

D1

- Unterschied zwischen gewöhnlichem Farbausdruck und echtem Geldschein anhand der mikroskopischen Druckstruktur herausarbeiten.
- Impuls: Welche Strukturen unterscheiden sich von dem Druckraster, das du bisher kennengelernt hast?

M1

- Geldschein an mehreren Stellen untersuchen lassen, z. B. Bildfläche, Schrift, feine Linien. Sichtbare Strukturen unterscheiden sich je nach Ausschnitt.

F1

- Erwartbar: Man erkennt ein Original u.a. an sehr feinen Linien, Punkten und kleine Schrift in unterschiedlicher Dichte und Anordnung. Gewöhnlicher Farbausdruck zeigt dagegen regelmäßigeres Raster aus sichtbaren Rasterpunkten.

Zum Bonus Fälschung

D2

- Als Rückgriff auf das Druckraster nutzen.
- Uneindeutige Ergebnisse zulassen.

M2

- Vorlage vorab erproben. Große Zeichen auf saugfähigem Papier meist gut unterscheidbar. Kleine Schrift auf glattem Papier oft kaum unterscheidbar.

F2

- Erwartbar: Gedrucktes Zeichen aus regelmäßig angeordneten Rasterpunkten. Finelinerstrich ohne regelmäßiges Raster (vgl. Hintergrund).



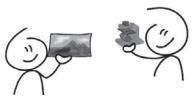
Links: Fineliner
Rechts: Druck

Forschungskonferenz

D F

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Woraus besteht das Bild?
- Welche Farben konntest du unter dem Mikroskop entdecken?
- Konnten die beiden die Kuh im Bild nun wirklich genauer erkennen?



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?



36

Zur Forschungskonferenz

D

- Beobachtungen offen sammeln. Unterschiedliche Ergebnisse je nach Bildausschnitt, Druckprodukt und bearbeitetem Bonus zulassen.
- Typische Fehlvorstellung aufgreifen: Dunkle Bereiche enthielten mehr Rasterpunkte.
- Bei Farbbildern gegebenenfalls weiterführen: Wie entstehen aus wenigen Druckfarben die vielen Farben des Bildes?

F

- **Aufbau des Bildes:** Bild aus Rasterpunkten. Helle Bereiche mit kleineren, dunkle Bereiche mit größeren Rasterpunkten. Anzahl und Abstände weitgehend gleich. Bei Hochglanzbildern meist feineres Raster und klarer abgegrenzte Rasterpunkte, dadurch schärferer Bildeindruck (vgl. HIntergrund).
- **Entdeckte Farben:** Rasterpunkte in Cyan, Magenta, Yellow (Gelb) und Key (Schwarz). Je nach Bildbereich nur einige der vier Druckfarben sichtbar. Eng nebeneinanderliegende Rasterpunkte verschiedener Druckfarben erscheinen dem Auge durch optische Farbmischung als weitere Farben (vgl. HIntergrund).
- **Kuh genauer erkennbar:** Nein. Unter dem Mikroskop wird das Druckraster sichtbar. Zusätzliche Einzelheiten der Kuh sind nicht zu erkennen.

Forsche weiter

Pointillismus

Pointillismus ist eine französische Kunstrichtung. *Pointiller* bedeutet *mit Punkten darstellen*. Die Künsterlinnen und Künstler tupften kleine Punkte auf die Leinwand, die aus der Entfernung zu einem Bild verschmolzen.

- Finde Abbildungen pointillistischer Malerei, die du der Klasse zeigen kannst. Berühmte Künstler, die mit dieser Maltechnik arbeiteten, sind Georges Seurat und Paul Signac.
- Versuch selbst, ein Bild in pointillistischer Technik zu malen.

Drucktechnik bei Farbbildern

Beim Druck werden Farben aus Farbpigmenten zusammengesetzt. Drucker arbeiten häufig mit CMYK-Farben (Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz). Recherchiere, wie große Druckereien arbeiten und welche Verfahren diese anwenden.



© David Herder

Mikroskopierfertigkeiten vertiefen und Druckbilder untersuchen

Die praktische Arbeit am Mikroskop und die Dokumentation im Laborjournal zeigen, wie die Lernenden ihre in Lektion 4 erworbenen Mikroskopierfertigkeiten weiterentwickeln und zur gezielten Untersuchung von Druckbildern einsetzen. Besonders aussagekräftig ist, ob sie unterschiedliche Bildbereiche systematisch untersuchen, Vermutungen mit ihren Beobachtungen vergleichen und aus den sichtbaren Strukturen Rückschlüsse auf den Aufbau von Schwarz-Weiß- und Farbbildern ziehen.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Mikroskopieren**: Fokus und Beleuchtung zunehmend sachgerecht einstellen und den Objektträger gezielt verschieben, um aufgrund des begrenzten Sichtfelds unterschiedliche Bereiche eines Druckbilds zu untersuchen.
- **Vermuten und prüfen**: Erwartungen an das mikroskopische Aussehen von Schwarz-Weiß- und Farbbildern formulieren und mit den tatsächlichen Beobachtungen vergleichen.
- **Beobachten und dokumentieren**:Unterschiede zwischen hellen und dunklen beziehungsweise verschiedenfarbigen Bildbereichen gezielt erfassen und ihre Beobachtungen nachvollziehbar im Laborjournal festhalten.
- **Fachlich einordnen**: beschreiben, dass gedruckte Bilder aus Rasterpunkten aufgebaut sind und bei Schwarz-Weiß-Bildern unterschiedliche Helligkeitseindrücke durch unterschiedlich große schwarze Rasterpunkte entstehen. Beim Farbdruck werden wenige Druckfarben kombiniert, die unter dem Mikroskop auch in scheinbar einfarbigen Bereichen als unterschiedliche Farbpunkte sichtbar werden.
- **Reflektieren**: ihre mikroskopischen Beobachtungen mit der Wirkung des Druckbilds für das bloße Auge in Beziehung setzen, etwa dass ein zusammenhängend erscheinendes Bild unter dem Mikroskop in einzelne Rasterstrukturen aufgelöst wird.

Arbeitsblatt/Laborjournal

Die zentralen Ergebnisse der Lektion werden im Laborjournal festgehalten. Die Einträge können zeigen, ob die Lernenden.

- ihre Vermutungen vor der Untersuchung von ihren späteren Beobachtungen unterscheiden,
- helle und dunkle beziehungsweise verschiedenfarbige Bereiche gezielt vergleichen,
- sichtbare Rasterpunkte und deren Unterschiede so beschreiben oder zeichnerisch festhalten, dass ihre Beobachtung nachvollziehbar wird.

Die **Forschungskonferenz** bietet zusätzlich die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden ihre Beobachtungen zum Aufbau von Schwarz-Weiß- und Farbbildern zusammenführen und fachlich einordnen können.

Bonus-Aufgaben

Die Bonusaufgaben eröffnen zusätzliche Beobachtungsmöglichkeiten, sind jedoch kein notwendiger Lernerfolg:

- Zählraster: zeigt, ob die Lernenden ihre erste Erklärung für helle und dunkle Bereiche überprüfen und erkennen, dass größere statt mehr Rasterpunkte dunklere Bereiche verursachen.
- Papier vergleichen: zeigt, ob Unterschiede zwischen Druckbildern auf verschiedenen Papieren gezielt beobachtet werden.
- Achtung Fälschung: wendet das Wissen über Druckraster auf den Vergleich von gedruckter und mit Fineliner ergänzter Schrift an.
- Geldscheine: überträgt es auf einen weiteren Druckgegenstand und den Vergleich mit den zuvor untersuchten Rasterstrukturen.

Ergänzende Aufgaben

Ergänzend können folgende Fragen genutzt werden:

> Worauf musst du achten, wenn du ein klares und helles Bild unter dem Mikroskop sehen möchtest?

Erwartbar: Fokus passend einstellen und für eine gute Beleuchtung sorgen.

> Wie konntest du unterschiedliche Stellen auf deinem Zeitungsausschnitt untersuchen?

Erwartbar: Den Objektträger verschieben, da durch das begrenzte Sichtfeld jeweils nur ein Ausschnitt zu sehen ist.

6 Objekte präparieren

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht, warum Objekte für das Mikroskopieren präpariert werden müssen und wie das gelingt. An Haar, Mohn und Feder erproben die Lernenden vorgegebene Präparationsmethoden. Bei Watte wählen und überprüfen sie selbst eine passende Methode.

- Dünne und dicke Trockenpräparate sowie Nasspräparate herstellen
- Flache Objektträger und Kammerobjektträger sachgerecht auswählen und einsetzen
- Präparate im Hell- und Dunkelfeld vergleichen
- Verschiedene Ebenen dreidimensionaler Präparate durch Fokussieren untersuchen

Präparat | Hellfeld | Dunkelfeld

Forschungsaufträge im Überblick

1. Haar mikroskopieren: Dünnes Trockenpräparat herstellen und im Hell- und Dunkelfeld untersuchen
2. Mohn mikroskopieren: Dickes Trockenpräparat herstellen und unterschiedliche Ebenen fokussieren
3. Feder mikroskopieren: Nasspräparat herstellen und im Hell- und Dunkelfeld untersuchen
4. Watte mikroskopieren: Passende Präparationsmethode auswählen und anwenden

Material & Vorbereitung

	1	Mikroskop
	1	Pipette mit Wasserbecher
	1	Zahnstocher
	3	flache Objektträger
	2	Kammerobjektträger
	4–5	Deckgläser
	1	Haar (eigenes)
	1	Feder (kleines Stück)
	1	Mohnsamen
	1	Watte (wenige Fasern)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Feder, Mohn und Watte für alle Lernenden bereitstellen. Darauf hinweisen, dass für die erste Untersuchung das eigene Haar verwendet wird.
- Wasserbecher füllen und Pipetten bereitlegen.
- Bei empfohlener Durchführung von „Alltagsobjekte untersuchen“ (s. „Forsche weiter“) geeignete Alltagsgegenstände bereitstellen oder von den Lernenden mitbringen lassen. Einzigen Einschränkungen: Die Objekte müssen sich gefahrlos untersuchen und so präparieren lassen, dass sie unter das Okular passen (z.B. Haustierhaare, Briefmarken, tote Insekten, Cent-Stück, Textilgewebe, Kreide, Blätter, Gewürze, Samen).

Hinweise

- Sozialform: Einzelarbeit (jede Person sollte die verschiedenen Präparationsmethoden selbstständig einüben)
- Für die vier Präparations- und Mikroskopieraufgaben eine Doppelstunde einplanen.
- Objektträger und Deckgläser sollten nur an den Rändern angefasst werden, damit die Beobachtungsflächen nicht durch Fingerabdrücke verschmutzt werden.
- Grundsätzlich gilt: Weniger ist mehr. Zu viel Material, mehrere übereinanderliegende Schichten oder ein zu dickes Objekt erschweren den Lichteinfall und verdecken einzelne Strukturen.
- Es wird ausdrücklich empfohlen „Alltagsobjekte untersuchen“ (Forsche weiter) am Lektionsende oder parallel zu den folgenden Lektionen einzuführen. So können die Lernenden in Freiarbeitsstunden oder bei Leerlauf darauf zugreifen und verbessern nebenbei ihre mikroskopischen Fertigkeiten.
- Für das Aufräumen kann eine Abwaschstation für benutzte Objektträger eingerichtet werden, das erleichtert Reinigen und Trocknen nach den verschiedenen Präparationen. Objektträger vorsichtig durchs Wasser ziehen, anschließend auf Zeitungspapier oder Papierhandtüchern trocknen lassen und mit einem Taschentuch polieren.



Achtung

Erinnerung: Spätestens zwei Wochen vor Beginn der Lektion 9 das Lebendmaterial (Elodea, Blepharisma, Teichmix) bestellen.

Warum Objekte präpariert werden

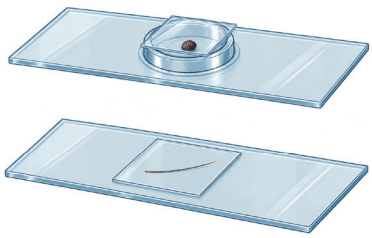
Das verwendete Mikroskop arbeitet überwiegend mit Durchlicht. Der Spiegel lenkt Licht von unten durch die Öffnung im Mikroskoptisch zum Präparat und zur Linse. Damit erkennbare Strukturen entstehen, muss das Objekt auf den Objektträger passen, möglichst gut aufliegen und ausreichend Licht hindurchlassen oder zur Linse ablenken. Beim Präparieren wird es deshalb passend ausgewählt, verkleinert, verteilt und auf einem geeigneten Objektträger befestigt.

Dicke oder weitgehend undurchsichtige Objekte lassen nur wenig Licht hindurch. Bei ihnen sind vor allem Umriss, Oberfläche und lichtstreuende Strukturen zu erkennen. Innere Strukturen lassen sich mit diesem Mikroskop nur untersuchen, wenn das Material ausreichend dünn und lichtdurchlässig ist.

Dünne und dicke Präparate

Bei einem dünnen Präparat liegt das Objekt flach auf einem Objektträger und wird mit einem Deckglas abgedeckt. Das Deckglas hält es in Position und sorgt für eine möglichst ebene Präparatschicht. Haare und dünne Teile einer Feder lassen sich auf diese Weise untersuchen.

Dickere, dreidimensionale Objekte wie Mohnsamen können besser auf einem Kammerobjektträger untersucht werden. Seine Vertiefung bietet der Probe mehr Raum als ein flacher Objektträger. Kammerobjektträger eignen sich grundsätzlich sowohl für trockene als auch für nasse Proben.



Für beide Präparattypen gilt: Weniger Material erleichtert die Beobachtung, weil Strukturen nicht übereinanderliegen oder sich gegenseitig verdecken.

Verschiedene Fokusebenen

Bei einem dicken Präparat befinden sich nicht alle Teile auf derselben Höhe. Deshalb kann immer nur eine Ebene scharf erscheinen. Durch langsames Drehen am Okular werden nacheinander verschiedene Fokusebenen scharf. Auf diese Weise lässt sich die räumliche Oberfläche eines Mohnsamens schrittweise untersuchen.

Trocken- und Nasspräparate

Bei einem Trockenpräparat liegt das Objekt ohne Flüssigkeit zwischen Objektträger und Deckglas. Diese Methode eignet sich für trockene, formstabile Objekte wie Haare oder Mohnsamen.

Bei einem Nasspräparat liegt das Objekt in einem Wassertropfen. Das Wasser erleichtert das Positionieren leichter Objekte und stabilisiert ihre Lage unter dem Deckglas. Bei lebenden Proben verhindert es außerdem das unmittelbare Austrocknen. Ein Nasspräparat ist jedoch nicht grundsätzlich besser als ein Trockenpräparat. Die Wahl richtet sich nach dem Objekt und der beabsichtigten Beobachtung.

Beim Herstellen eines Nasspräparats wird das Deckglas schräg am Wassertropfen angesetzt und langsam abgesenkt. Ein Zahnstocher kann das Deckglas dabei stützen und ein kontrolliertes Absenken erleichtern. Unter dem Deckglas eingeschlossene Luftblasen können zunächst mit Strukturen des Untersuchungsobjekts verwechselt werden. Große, runde Gebilde mit deutlich begrenztem Rand sind daher kritisch zu prüfen. Überschüssige Flüssigkeit wird vor dem Mikroskopieren mit einem Papiertuch am Rand des Deckglases abgesaugt.

Hellfeld und Dunkelfeld

Im Hellfeld wird der Spiegel so ausgerichtet, dass möglichst viel Licht durch die Öffnung zum Präparat gelangt. Das Präparat erscheint vor einem hellen Hintergrund. Bei dünnen Präparaten können Unterschiede in Lichtdurchlässigkeit, Farbe und Struktur sichtbar werden.

Wird der Spiegel vom Licht weggedreht, gelangt insgesamt weniger Licht zum Präparat, und es trifft in einem schrägeren Winkel auf. Der Hintergrund wird dunkler, während Kanten, Fasern und andere lichtstreuende Strukturen kontrastreicher erscheinen können. Es wird hier vereinfacht als Dunkelfeld bezeichnet. Fachlich handelt es sich eher um eine dunkelfeldähnliche beziehungsweise schräge Beleuchtung. Welche Einstellung mehr Einzelheiten erkennen lässt, hängt vom Präparat ab und wird deshalb praktisch verglichen.

Fehlersuche beim Mikroskopieren

Bei Problemen nacheinander Aufstellung, Beleuchtung, Lage des Präparats, Fokussierung und Sauberkeit prüfen (vgl. Lektion 4).

Achtung: Spiegel niemals auf direktes Sonnenlicht oder eine Handylampe richten.

Problem	Mögliche Ursache(n)	Lösung(en)
Das Deckglas liegt nicht flach auf.	Objekt zu dick; zu viel Material; falscher Objektträger.	Material verkleinern oder ausdünnen; nur eine kleine Menge verwenden; für dicke Objekte den Kammerobjektträger nutzen.
Das Präparat ist sehr dunkel oder kaum durchscheinend	Probe zu dick, zu dicht oder weitgehend undurchsichtig; Durchlicht reicht nicht aus.	Dünneres Stück oder weniger Material verwenden; Randbereich untersuchen; geeigneten Präparattyp wählen.
Einzelne Strukturen sind nicht voneinander zu unterscheiden.	Material liegt in mehreren Schichten oder verklumpt.	Weniger Material verwenden; als Trockenpräparat versuchen.
Im Nasspräparat sind große runde Strukturen zu sehen.	Beim Absenken des Deckglases eingeschlossene Luftblasen.	Deckglas schräg am Tropfen ansetzen und langsam (mit Hilfe von Zahnstocher) absenken. Störende Luftblasen nicht als Objekt deuten; Präparat bei Bedarf neu herstellen.
Das Deckglas schwimmt oder das Präparat verrutscht.	Zu viel Flüssigkeit unter dem Deckglas.	Papiertuch vorsichtig an den Rand des Deckglases halten und überschüssige Flüssigkeit absaugen, bevor das Präparat auf das Mikroskop kommt.
Das Nasspräparat trocknet aus.	Zu wenig Flüssigkeit; lange Beobachtungszeit; Deckglas fehlt oder liegt nicht richtig.	Kleinen Tropfen Wasser an den Rand des Deckglases geben und ggf. Papiertuch auf andere Seite halten, um Wasser durchzuziehen (s. Lektion 8)
Flüssigkeit gelangt auf den Mikroskoptisch oder an die Linse.	Überschüssige Flüssigkeit nicht vorher entfernt	Präparat sofort abnehmen; Flüssigkeit abtupfen und Mikroskop vollständig trocknen lassen. Erst danach weiterarbeiten; Linse bei Bedarf durch die Lehrkraft reinigen.
Beim dicken Trockenpräparat bleibt immer nur eine Stelle scharf	Dreidimensionale Probe; nur eine Ebene liegt jeweils im Fokus.	Fokussierung langsam über die Oberfläche wandern lassen und die verschiedenen scharfen Ebenen nacheinander betrachten.

6 Objekte präparieren

D M F

Forschungsfragen

- Welche Probleme können entstehen, wenn du ein Objekt mikroskopieren möchtest?
- Wie könntest du Objekte zum Mikroskopieren vorbereiten?



Material

Für dich

1 Mikroskop
1 Pipette mit Wasserbecher
1 Zahnstocher
flache Objektträger
Kammerobjektträger
Deckgläser
je 1x Feder, Mohn, Watte, eigenes Haar

Bisher hast du einen Mikrofilm und Bilder mikroskopiert. Heute geht es einen Schritt weiter: Du untersuchst verschiedene Alltagsgegenstände. Dafür ist eine gezielte Vorbereitung nötig, die man *präparieren* nennt. Wie du dabei vorgehst, hängt von dem Objekt ab, das du untersuchen möchtest.

38

Zu den Forschungsfragen

D

- Vorwissen und Vermutungen sammeln. Noch keine vollständigen Präparationsmethoden erwarten.
- Bildimpuls aufgreifen. Ein kleineres Objekt ist nicht automatisch mikroskopierbar. Auch Dicke, Form und Lichtdurchlässigkeit entscheidend.

M

- Vorschläge getrennt festhalten. Probleme und mögliche Vorbereitungen.

F

- **Mögliche Probleme**: Zu große, dicke oder mehrschichtige Objekte passen nicht unter das Mikroskop, lassen sich schlecht beleuchten und scharf stellen.
- **Mögliche Vorbereitung**: Wenig Material verwenden; Objekt verkleinern, flach ausbreiten oder einen anderen Objektträger (z.B. Kammerobjektträger) nutzen. Bei Bedarf Wasser und Deckglas verwenden.

Forsche selbst

Hole das Material.

M1

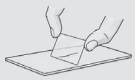
1. Haar mikroskopieren

Bereite das Haar als dünnes Trockenpräparat vor und mikroskopiere es.

Info

Dünnes Trockenpräparat erstellen

- Nutze einen flachen Objektträger.
- Schneide oder zupfe das Objekt auf die passende Größe. Weniger Material ist hier mehr. So lassen sich die Strukturen besser erkennen.
- Lege das Objekt nun auf den Objektträger und senke das Deckglas vorsichtig ab. Nutze dafür deine Finger oder einen Zahnstocher. Fasse nicht auf das Deckglas, damit es nicht verschmiert.



Info

Hellfeld – Dunkelfeld

Wenn du deinen Spiegel verstellst, kannst du dein Präparat unterschiedlich stark beleuchten.
Ist der Spiegel zum Licht gedreht, fällt mehr Licht auf dein Präparat. Das nennt man **Hellfeld**.
Drehst du den Spiegel vom Licht weg, also zum Mikroskop, wird dein Präparat weniger beleuchtet. Das nennt man **Dunkelfeld**.

M2 **F**

Hellfeld und Dunkelfeld austesten

- Vergleiche das Haar im Hellfeld und im Dunkelfeld und beschreibe die Unterschiede.
- Notiere deine Beobachtungen im Laborjournal.

Zu Aufgabe 1

M1

- Absprechen, ob dieses und folgende Präparate skizziert und beschriftet werden sollen (optional)
- Langes Haar kürzen.

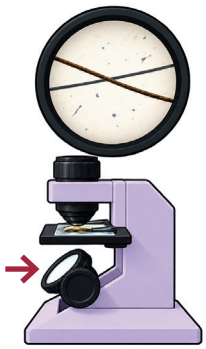
Zum Hell- & Dunkelfeld

M2

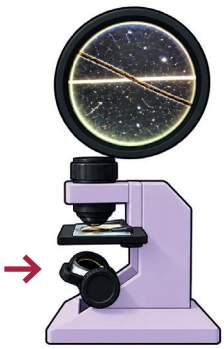
- Für den Hellfeld-Dunkelfeld-Vergleich nur Spiegelstellung verändern. Lage und Fokus beibehalten.

F

- Hellfeld: Haar dunkel vor hellem Hintergrund. Umriss und Struktur meist gut sichtbar.
- Dunkelfeld: Haar oder Haarränder hell vor dunklem Hintergrund. Konturen und Oberfläche kontrastreicher erkennbar, teils auch Pigmentierung.
- Wirkung abhängig von Haarfarbe, Haardicke und Lichteinfall. Keine Einstellung grundsätzlich besser (vgl. Hintergrund).



Hellfeld



Dunkelfeld

M F

2. Mohn mikroskopieren

Manche Objekte sind dicker und lassen sich nicht einfach zerteilen. Verwende zur Untersuchung ihrer Struktur einen Kammerobjektträger.

- Bereite den Mohn als dickes Trockenpräparat vor und mikroskopiere es.
- Probiere die unterschiedlichen Einstellungen des Spiegels für das Hellfeld und das Dunkelfeld aus.
- Notiere deine Beobachtungen im Laborjournal.

Info

Dickes Trockenpräparat erstellen

- Nimm einen Kammerobjektträger.
- Lege das Präparat in die Vertiefung. Auch hier ist weniger Material mehr!
- Lass das Deckglas vorsichtig auf das Objekt sinken. So bleibt dein Objekt in der Kammer und die Linse wird nicht verschmutzt.

Tipp

Fokussieren

Mit dem Mikroskop kannst du immer nur eine Ebene scharf sehen. Das ist so wie beim Fotografieren:



Fokussierst du auf den Vordergrund, sind die Berge im Hintergrund unscharf.



Fokussierst du auf den Hintergrund, dann ist der Vordergrund unscharf.

Drehe am Okular, um die gesamte Struktur des Mohns scharf zu stellen und genau zu betrachten.

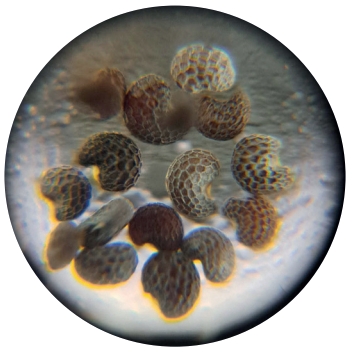
Zu Aufgabe 2

M

- Wenige Mohnsamen pro Kammer.
- Deckglas nicht herunterdrücken. Bei Bedarf kleineren Samen wählen.
- Langsam durch die Schärfeebenen fokussieren (vgl. Hintergrund „Fehlersuche beim Mikroskopieren“).

F

- Mohnsamen rundlich bis nierenförmig. Oberfläche meist netzartig strukturiert.
- Immer nur ein begrenzter Tiefenbereich scharf. Weitere Bereiche beim Durchfokussieren erkennbar.



Mohnsamen (30x Vergrößerung)

M1 F1

3. Feder mikroskopieren

- Bereite die Feder als Nasspräparat vor und mikroskopiere sie. Schneide oder zupfe das Objekt auf die passende Größe.
- Untersuche, wie das Präparat im Hellfeld und im Dunkelfeld aussieht.
- Halte deine Beobachtungen im Laborjournal fest.

Info

Nasspräparat erstellen

- Gib einen Tropfen Wasser auf den Objektträger.
- Lege dein Präparat auf den Wassertropfen.
- Setze vorsichtig das Deckglas schräg an einer Seite an und lasse es langsam über Wassertropfen und Objekt sinken. So vermeidest du, dass Luftblasen eingeschlossen werden.



D M2 F2

4. Watte mikroskopieren

Du hast unterschiedliche Methoden für die Präparation kennengelernt: dünnes Trockenpräparat, dickes Trockenpräparat und Nasspräparat.

- Mikroskopiere die Watte. Entscheide, welche Präparationsmethode du verwendenst. Du kannst auch verschiedene Methoden ausprobieren und vergleichen.
- Notiere deine Beobachtungen im Laborjournal.

5. Räume auf und bringe das Material zurück.

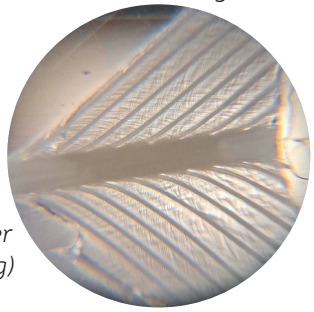
Zu Aufgabe 3

M1

- Feder ggf. zurechtschneiden.
- Nasspräpartion benötigt etwas Übung (vgl. HIntergrund „Fehlersuche beim Mikroskopieren“).

F2

- Konturfedern mit regelmäßig angeordneten, vielfach verhakten Federästen. Daunen mit lockeren, unverhakten Verzweigungen.
- Hellfeld zeigt die Gesamtstruktur vor hellem Hintergrund. Im Dunkelfeld treten feine Ränder und Verzweigungen häufig deutlicher hervor.



Konturfeder (30x Vergrößerung)

Zu Aufgabe 4

D

- Ziel: Präparationstechniken durch eigenständiges Entscheiden und Ausprobieren vertiefen.
- Keine einzig richtige Präparationsmethode. Auswahl anhand der Beobachtung begründen lassen.

M2

- Bei einen trocken/nass Vergleich ähnlich kleine Watteportionen präparieren.
- Flacher Objektträger besser geeignet für Präparation.

F2

- Trockenpräparat zeigt Fasern kontrastreicher und in lockerer, ungeordneter Anordnung.
- Nasspräparat lässt Fasern etwas transparenter erscheinen und kann sie stärker verklumpen.

Forschungskonferenz

D F

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Wie kann man Objekte zum Mikroskopieren vorbereiten?
- Welche Probleme können entstehen, wenn du ein Objekt ohne Präparation mikroskopieren möchtest?
- Was hat beim Präparieren der Watte gut geklappt? Was war schwierig?



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

42

Zur Forschungskonferenz

D

- Zusammenhang zwischen Beschaffenheit des Objekts, gewählter Präparationsmethode und Beobachtbarkeit herausarbeiten.

F

- **Objekte vorbereiten:** Objekt passend verkleinern, wenig Material verwenden (vgl. HIntergrund).
  - Trockenpräparat auf flachem Objektträger: dünne, trockene Objekte
  - Trockenpräparat im Kammerobjektträger: dicke, trockene Objekte
  - Nasspräparat auf flachem Objektträger: dünne, leichte oder feuchtebedürftige Objekte
  - Nasspräparat im Kammerobjektträger: dünne oder wasserlebende Objekte
- **Probleme ohne Präparation:** Objekt möglicherweise zu groß, zu dick oder beweglich. Strukturen überlagert, Lichtdurchgang und Fokussierung erschwert (vgl. HIntergrund).
- **Erfahrung Präparation mit Watte:** Kleine, getrennte Fasermenge vorteilhaft. Trocken kontrastreicher und lockerer, nass transparenter, kann verklumpen. Schwierigkeiten beim Portionieren, Trennen und Auflegen des Deckglases möglich.

Forsche weiter

Alltagsobjekte untersuchen

- Mikroskopiere weitere Objekte, die du nach deinem Interesse auswählst.
- Wähle, welche Präparationsmethode am besten zu deinem Objekt passt.
- Fertige eine Zeichnung oder ein Foto von deinem mikroskopierten Objekt an.
- Ihr könnt eure Dokumentationen sammeln und so ein Buch der Klasse anlegen.

Gut geeignet sind zum Beispiel Tierhaare. Kannst du Unterschiede zu deinem eigenen Haar erkennen?

Achtung: Wähle für deine Untersuchung geeignete Objekte, die dir und der Umwelt nicht schaden können. Frage unbedingt einen Erwachsenen, ob du das Objekt auch verwenden darfst.

Objekte erkennen

Sieh dir die drei Bilder genau an. Bestimme, welche Objekte mikroskopiert wurden.



- Erstelle nun selbst ein Rätsel für andere aus deiner Klasse.
- Du kannst dafür ein Foto deines Präparats machen oder eine eigene Zeichnung anfertigen.
- Gib dein Rätsel anschließend weiter und finde heraus, ob es gelöst werden kann.

Präparationsmethoden kennenlernen und gezielt anwenden

Die praktische Arbeit beim Präparieren und Mikroskopieren sowie die Einträge im Laborjournal zeigen besonders gut, wie sich die Fähigkeit entwickelt, unterschiedliche Objekte für die mikroskopische Untersuchung vorzubereiten. Entscheidend ist nicht, dass jedes Präparat auf Anhieb gelingt, sondern ob die Lernenden zunehmend berücksichtigen, dass die Beschaffenheit eines Objekts die Wahl der Präparationsmethode beeinflusst, und ihr Vorgehen bei Bedarf anpassen. An Haar, Mohn und Feder erproben sie vorgegebene Verfahren. Bei der Watte wählen und überprüfen sie erstmals selbst eine geeignete Präparationsmethode

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Präparieren**: dünne und dicke Trockenpräparate sowie Nasspräparate zunehmend sachgerecht herstellen und dabei flache bzw. Kammerobjektträger passend zur vorgegebenen Präparation einsetzen.
- **Auswählen und überprüfen**: bei der Watte eine geeignete Präparationsmethode auswählen, erproben und ihre Entscheidung anhand der Beobachtbarkeit des Präparats überprüfen. Dabei kann auch deutlich werden, dass mehrere Vorgehensweisen sinnvoll sein können.
- **Mikroskopieren**: bei einem dicken Präparat durch Verändern des Fokus unterschiedliche Ebenen untersuchen und erkennen, dass nicht alle Bereiche gleichzeitig scharf sichtbar sind.
- **Vergleichen und beschreiben**: Präparate unter unterschiedlicher Beleuchtung untersuchen und beobachtbare Unterschiede zwischen Hell- und Dunkelfeld beschreiben.
- **Beobachten und dokumentieren**: mikroskopisch sichtbare Strukturen und Oberflächen gezielt betrachten und wesentliche Beobachtungen nachvollziehbar im Laborjournal festhalten.
- **Fachlich einordnen**: erläutern, dass Objekte je nach Größe, Dicke, Form und Beschaffenheit unterschiedlich vorbereitet werden müssen, damit sie unter dem Mikroskop sinnvoll untersucht werden können.

Laborjournal

Zeichnungen im **Laborjournal** können besonders gut zeigen, wie genau die Lernenden die mikroskopischen Strukturen der verschiedenen Präparate beobachten und wiedergeben. Sinnvoll ist, Haar, Mohn, Feder und Watte zu skizzieren und charakteristische Strukturen gegebenenfalls zu beschriften.

Die **Forschungskonferenz** bietet zusätzlich die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden Zusammenhänge zwischen der Beschaffenheit eines Objekts, der gewählten Präparationsmethode und der Beobachtbarkeit herstellen können..

Bonus-Aufgaben

- **Alltagsobjekte untersuchen**: Die Lernenden wählen für weitere selbst gewählte Objekte eine passende Präparationsmethode und dokumentieren das mikroskopische Ergebnis durch Zeichnung oder Foto. Dies bietet eine besonders geeignete Möglichkeit zu beobachten, ob sie die kennengelernten Verfahren auf neue Objekte übertragen können. Zudem regt es den Forschungsgeist an.
- **Objekte erkennen**: Beim Erkennen mikroskopierter Alltagsobjekte und beim Erstellen eines eigenen Bilderrätsels können genaue Beobachtung und aussagekräftige Dokumentation weiter vertieft werde.

Ergänzende Aufgaben

Ergänzend können beispielsweise folgende Fragen genutzt werden:

> Woran erkennst du, ob eine gewählte Präparationsmethode für dein Objekt geeignet ist?

Erwartbar: Das Objekt lässt sich gut beleuchten und fokussieren; charakteristische Strukturen werden sichtbar.

> Welche Präparationsmethode würdest du für ein unbekanntes Objekt ausprobieren und wie würdest du prüfen, ob sie geeignet ist?

Erwartbar: Die Methode passend zur Beschaffenheit auswählen, das Präparat mikroskopieren und bei Bedarf eine andere Methode ausprobieren oder vergleichen.

7 Einen Bestimmungsschlüssel nutzen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die systematische Bestimmung von vier unbekannten, ähnlich aussehenden Proben. Die Lernenden fertigen dicke Trockenpräparate an, untersuchen sie in verschiedenen Fokusebenen und identifizieren die Proben mithilfe eines Bestimmungsschlüssels als Kochsalz, Bittersalz, Alaun oder Natron.

- Dicke Trockenpräparate auf Kammerobjektträgern herstellen und untersuchen
- Mikroskopisch sichtbare Eigenschaften ähnlich aussehender Proben vergleichen und bestimmungsrelevante Merkmale erkennen
- Einen Bestimmungsschlüssel zur systematischen Identifikation nutzen und Zuordnungen begründen

Bestimmungsschlüssel

Forschungsaufträge im Überblick

1. Objektträger vorbereiten: Kammerobjektträger im Team kennzeichnen (z.B. 1 bis 4)
2. Präparieren und mikroskopieren: Unbekannte Probe auftragen und mikroskopieren
3. Proben bestimmen: Proben mittels Bestimmungsschlüssel zuordnen und Ergebnis dokumentieren (Bestimmungsschlüssel *Unbekannte Proben*)

Gemische bestimmen: Gemisch aus zwei, erweitert aus drei Proben untersuchen und zuordnen

Material & Vorbereitung

	1	Mikroskop
	1	Bestimmungsschlüssel *Unbekannte Proben* (Kopiervorlage)

(Pro 4 Personen)

	4	Deckgläser
	4	Objektträger-Kennzeichnung, z.B. Farb- oder Nummeraufkleber, Klebefilm zum Beschriftne oder abwaschbarer Stift
	4	Kammerobjektträger

	4	Proben von Kochsalz, Bittersalz, Alaun und Natron
	4	Probenbehälter, anonymisiert mit Farb-/Nummerncode
	4-5	gefaltetes Papier zur Probenentnahme („Probenschiffchen“)
	1	Gemisch aus zwei (Erweiterung drei) der Proben in Probenbehälter (Bonus)

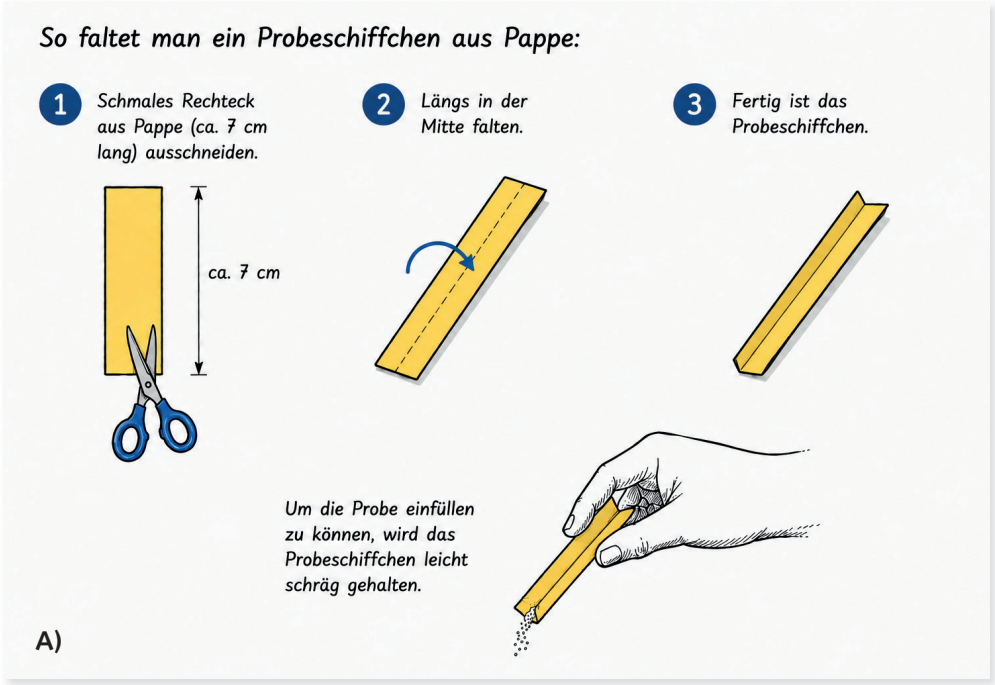
Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Kopiervorlage des Bestimmungsschlüssels in gewünschter Differenzierungsstufe vorbereiten (nur Text, Text mit Zeichnung, Text mit Fotos)
- Vier Proben aus Kochsalz, Bittersalz, Alaun und Natron vorbereiten:
  - Probenbehälter anonymisieren, z.B. durch die Kennzeichnung mit einem Nummerncode (1-4).
  - Zuordnung der vier Proben für die spätere Auswertung notieren.
  - Probenbehälter befüllen
  - Darauf achten, dass die Nummerierung der Proben die Identität der Substanzen nicht vorwegnimmt (andere Reihenfolge wählen als der Bestimmungsschlüssel vorgibt)
- „Probenschiffchen“ vorbereiten, in dem ein Stück festeres Papier zu einem schmalen Rechteck geschnitten und in der Mitte gefaltet wird (s. Abb. A)
- Eine Möglichkeit zum Kennzeichnen der Objektträger auswählen und vorbereiten: beschreibarer Klebefilm, Nummernaufkleber oder abwaschbarer Stift.

Hinweise

- Sozialform: Objektträger-Vorbereitung, Materialorganisation und Probenweitergabe im Viererteam; Präparieren, Mikroskopieren und Bestimmen in Einzelarbeit
- Darauf achten, dass beim Präparieren nur wenige Körner verwendet werden, damit einzelne Strukturen gut erkennbar bleiben.
- Für das Aufräumen kann wie in Lektion 6 eine Abwaschstation für die benutzten Objektträger genutzt werden.
- Bestimmungsschlüssel *Unbekannte Proben* und „Probenschiffchen“ aufheben, das Material wird noch einmal in Lektion 12 eingesetzt.
- **Wichtig**: In Lektion 9, 10 und 11 wird Lebendmaterial eingesetzt, das mindestens zwei Wochen vorher bestellt werden muss (s. xxx)



A)

Eigenschaften und Bestimmungsmerkmale

Beim Mikroskopieren lassen sich an den Proben verschiedene Eigenschaften beobachten, etwa die Form und Größe der Körner, ihre Durchsichtigkeit, ihre Kanten und ihre Oberfläche. Nicht jede Eigenschaft hilft jedoch bei der Bestimmung. Alle vier Proben erscheinen beispielsweise weiß. Diese Eigenschaft eignet sich deshalb kaum zur Unterscheidung.

Eine beobachtete Eigenschaft wird zum Bestimmungsmerkmal, wenn sich eine Probe dadurch von den anderen unterscheiden lässt. Ob eine Eigenschaft als Bestimmungsmerkmal geeignet ist, hängt somit davon ab, welche Proben miteinander verglichen werden. Für eine zuverlässige Zuordnung sollten mehrere Merkmale berücksichtigt werden.

Mit einem Bestimmungsschlüssel arbeiten

Ein Bestimmungsschlüssel ist eine strukturierte Bestimmungshilfe. Er führt anhand ausgewählter Merkmale schrittweise zu einer Zuordnung. Dazu werden die mikroskopischen Beobachtungen mit Bildern und Beschreibungen verglichen.

Der in der Lektion verwendete Schlüssel ist ein dichotomer (= zweigeteilter) Bestimmungsschlüssel: An jeder Verzweigung stehen zwei einander ausschließende Möglichkeiten zur Auswahl, hier „ja“ oder „nein“. Mit jeder Entscheidung wird die Zahl der möglichen Proben weiter eingegrenzt. Dichotome Bestimmungsschlüssel sind besonders in der Biologie verbreitet, um Lebewesen anhand charakteristischer Merkmale zu bestimmen. Sie lassen sich aber auch auf unbelebte Untersuchungsobjekte übertragen. Die Zuordnung ist nur innerhalb der vier vorgegebenen Proben möglich und stellt keinen chemischen Nachweis dar.

Der Bestimmungsschlüssel liegt in **drei Differenzierungsstufen** vor:

- nur Text (höchste Anforderung an genaues Lesen und Übertragen)
- Zeichnungen (heben typische Formen hervor, reduzieren Nebensächliches)
- Fotos (unmittelbarer Vergleich, stärkste visuelle Unterstützung).

Einzelne Körner können dennoch von den Abbildungen abweichen. Aufbau, Entscheidungsschritte und fachliches Ziel bleiben in allen drei Fassungen gleich.

Die vier Proben

Bei Kochsalz, Bittersalz, Alaun und Natron handelt es sich chemisch betrachtet um Salze.

- **Kochsalz** besteht aus Natriumchlorid (NaCl). Seine würfelförmigen Kristalle entstehen durch den regelmäßigen Aufbau des Kristallgitters. Zerkleinerte Körner können allerdings von der idealen Würfelform abweichen.
- **Bittersalz** besteht meist aus Magnesiumsulfat-Heptahydrat ($MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$). Es enthält Kristallwasser, das fest in das Kristallgitter eingebunden ist. Als Trocknungsmittel wird dagegen wasserfreies Magnesiumsulfat verwendet.
- **Natron** besteht aus Natriumhydrogencarbonat ($NaHCO_3$). Es ist nicht mit Backpulver gleichzusetzen, sondern lediglich ein Bestandteil vieler Backpulver. Trifft Natron in Gegenwart von Wasser auf eine Säure, entsteht unter anderem Kohlenstoffdioxid. Die dabei entstehenden Gasblasen lockern beispielsweise Teige auf.
- **Alaun** ist ein wasserhaltiges Doppelsalz. Alaune kristallisieren im kubischen Kristallsystem und können vieleckige, häufig annähernd oktaedrische Kristalle bilden. Kleine oder beschädigte Kristalle zeigen diese Idealform jedoch nicht immer deutlich.

Alle vier Proben lösen sich in Wasser. Sie werden deshalb als Trockenpräparate untersucht. Für eine zuverlässige Bestimmung sollten einige wenige Körner und unterschiedliche Fokusebenen in einem Kammerobjektträger unter dem Mikroskop betrachtet werden.

Gemische bestimmen

In der Bonusaufgabe „Gemische bestimmen“ wird der Bestimmungsschlüssel auf eine Probe mit mehreren Bestandteilen übertragen. Da die Stoffe trocken gemischt werden, bleiben die charakteristischen Körner nebeneinander erhalten und können einzeln bestimmt werden. Dafür müssen mehrere Bereiche des Präparats untersucht werden. Fehlt ein Stoff in einem Sichtfeld, bedeutet dies nicht, dass er im gesamten Gemisch nicht enthalten ist.

7 Einen Bestimmungsschlüssel nutzen

Forschungsfragen

M F

- Welches Problem besteht?
- Was könntest du tun, um das Salz ohne zu probieren zu erkennen?
- Welche Eigenschaften könnten bei der Unterscheidung helfen?



Material

Für dich
1 Mikroskop
1 Bestimmungsschlüssel

Jedes Team (4 Personen)
4 Kammerobjektträger
4 Deckgläser
4 unbekannte Proben (Nr. 1-4)

Manche Proben sehen sich sehr ähnlich. Unter dem Mikroskop kannst du Unterschiede in ihrer Feinstruktur beobachten. Eigenschaften, die bei der Bestimmung helfen, nennt man Merkmale. Mit einem Bestimmungsschlüssel vergleichst du diese Merkmale. So findest du heraus, um was es sich handelt.

44

Zu den Forschungsfragen

M

- Zur Verdeutlichung des Problems, können bereits die unbekannten Proben gezeigt werden.

F

- „Das Salz“ meint hier alltagssprachlich Kochsalz. Auch, Bittersalz, Alaun und Natron sind chemisch betrachtet Salze.
- **Problem**: (Koch-)Salz unter ähnlich aussehenden Substanzen nicht eindeutig erkennbar. Probieren aus Sicherheitsgründen ausgeschlossen.
- **Vorgehen**: Erlaubte Sinne nutzen, Feinstruktur unter Mikroskop betrachten, Vergleich mit bekanntem (Koch-)Salz bzw. Bestimmungsschlüssel.
- **Hilfreiche Eigenschaften**: Form und Größe der Körner, Durchsichtigkeit, Kanten und Oberfläche. Kombination aussagekräfter als einzelnes Merkmal. Farbe kaum hilfreich, da alle Proben weiß erscheinen.

Forsche selbst

Hole das Material.

M1

1. Objektträger im Team vorbereiten

Kennzeichnet die Objektträger mit den Zahlen 1 bis 4.

M2

2. Präparieren und mikroskopieren

- Nimm die Probe mit derselben Ziffer wie dein Objektträger.
  Zum Beispiel: Wenn du Objektträger Nr. 1 hast, dann nimm die Probe Nr. 1.
- Gib eine Prise der Probe auf den Objektträger. Auch hier gilt: Weniger ist mehr!
- Lege ein Deckglas darauf und betrachte dein Präparat unter dem Mikroskop.

Zu Aufgabe 1

M1

- Kennzeichnung am Rand des Objektträgers, außerhalb der Vertiefung. Geeignete Kennzeichnungsmöglichkeiten vgl. Vorbereitung.

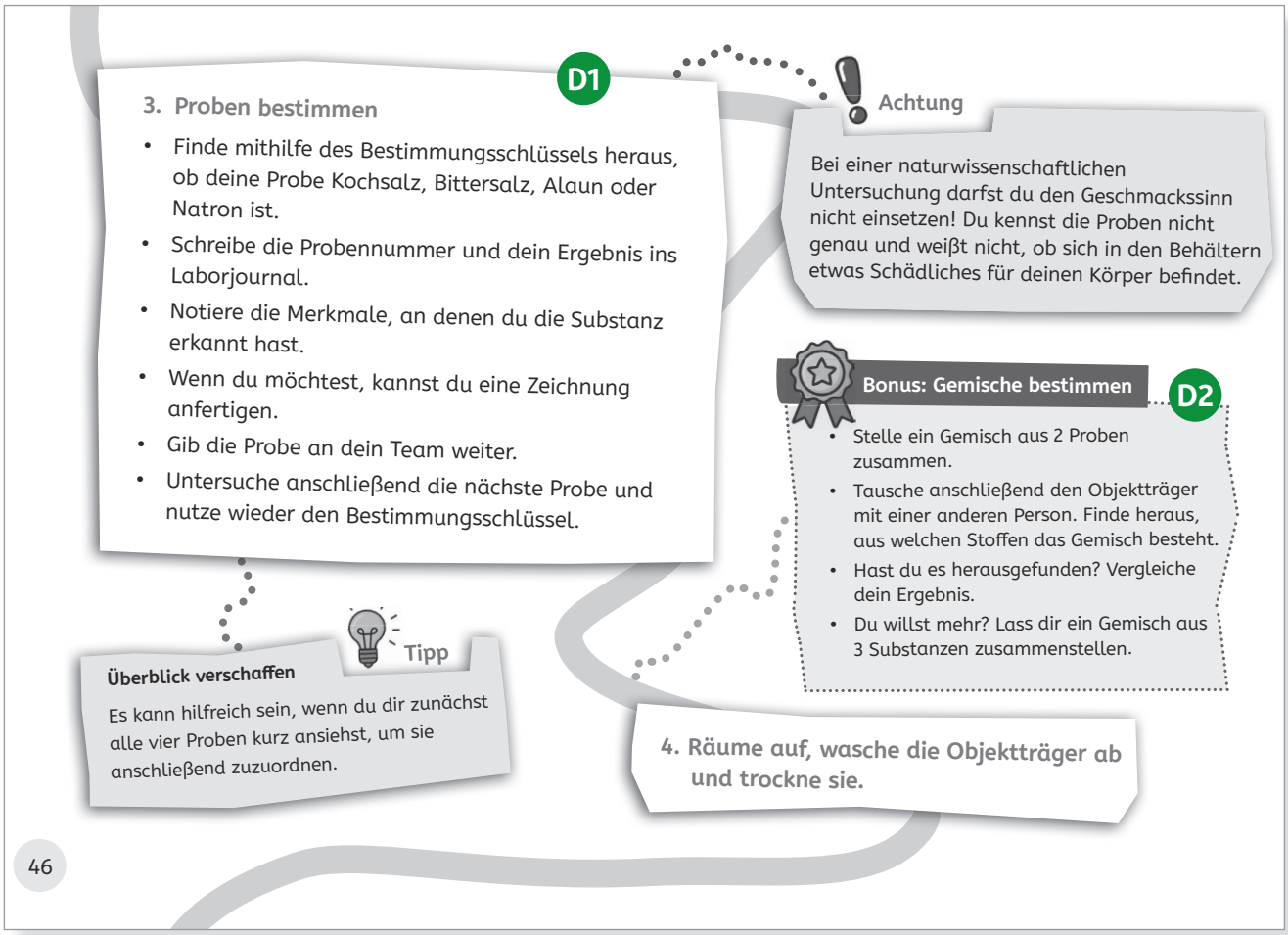
Zu Aufgabe 2

M2

- Für jede Probe eigenes „Probenschiffchen“ (vgl. Vorbereitung). Vermischung unbedingt vermeiden!
- Trockenpräparat im Kammerobjektträger.
- Nur wenige Körner, möglichst in einer Schicht
- Dreidimensionale Körner mit mehreren Schärfeebenen. Langsam durchfokussieren (vgl. Lektion 6 „Fehlersuche beim Mikroskopieren“).



Anonymisierter Probenbehälter mit „Papierschiffchen“



Zu Aufgbae 3

D1

- Beobachtung und Bestimmung trennen. Zunächst mehrere Körner betrachten und gemeinsame Eigenschaften erfassen. Zuordnung erst mithilfe des Bestimmungsschlüssels.
- Bestimmungsschlüssel (je nach Differnzierenzierungsstufe) schrittweise nutzen. Beobachtetes Merkmal bei jeder Entscheidung prüfen, nicht nur nach einem insgesamt ähnlichen Bild suchen.
- Zuordnung mit mindestens einem beobachteten Merkmal begründen.

M

- Mehrere Körner vergleichen. Einzelne Körner möglicherweise beschädigt oder untypisch ausgeprägt.

Differenzierungen Bestimmungsschlüssel

- *Fordern*
  - Schlüssel nur mit Text
  - Kochsalz zunächst mikroskopieren, beschreiben und unter den unbekannten Proben wiederfinden. Bestimmungsschlüssel erst zur Selbstkontrolle ausgeben.
- *Fördern*
  - Schlüssel mit Text + Zeichnungen
  - Schlüssel mit Text + Fotos

Zu Bonus

D2

- Transfer der zuvor bestimmten Merkmale auf ein Gemisch. Erst einsetzen, wenn die Einzelproben sicher zugeordnet werden.

Forschungskonferenz

D F

Tauscht euch mit anderen Forschungsteams aus.

- Konntest du das Kochsalz finden? Nenne die Probennummer.
- Vergleiche auch deine weiteren Ergebnisse. Was war eindeutig und was war schwieriger zu erkennen?
- Welche Angaben im Bestimmungsschlüssel haben dir geholfen?



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

Zur Forschungskonferenz

D

- Zentrale Erkenntnis: Der Bestimmungsschlüssel führt über mehrere Entscheidungen zur Zuordnung einer Probe.
- Bei unterschiedlichen Ergebnissen den Weg im Schlüssel zurückverfolgen: Welche Eigenschaft wurde anders beobachtet oder eingeordnet?

F

- **Kochsalz:** Probennummer gemäß Zuordnungsliste; durchscheinende, würfelförmige Kristalle.
- **Weitere Ergebnisse:** Markante Kristallformen meist eindeutig; zerbrochene oder überlagerte Körner schwieriger. Mehrere Körner vergleichen hilft.
- **Hilfreiche Angaben:** Form, Kanten, Oberfläche, Transparenz; Fotos bzw. Zeichnungen zum Abgleich.

Forsche weiter

Gewürze, Samen & Co

Gewürze oder Samen können interessante Untersuchungsobjekte sein.
Schaue doch einmal bei dir zu Hause nach, was sich im Küchenschrank befindet. Bevor du das tust, musst du unbedingt eine erwachsene Person aus deinem Haushalt um Erlaubnis bitten.

Mirkoskopieren

Bringe interessante Samen oder Gewürze in die Schule mit und mikroskopiere sie. Vielleicht haben auch andere Kinder Untersuchungsobjekte mitgebracht.

Bestimmungshilfe erstellen

Beobachte, beschreibe und zeichne deine Untersuchungsobjekte.
So erstellst du dir eine eigene kleine Bestimmungshilfe.

Proben zuordnen lassen

Lasse andere deiner Lerngruppe die mitgebrachten Proben aus Gewürzen und Samen mikroskopieren und zuordnen.
Du kannst auch Mischungen herstellen, um es noch interessanter zu gestalten.

48

Salzkristalle züchten

Du hast Kristalle unter dem Mikroskop bestimmt. Nun kannst du beobachten, wie neue Kristalle entstehen.

Fülle 100 ml warmes Wasser in ein Glas und gob so lange Salz hinzu, bis sich kein weiteres Salz mehr auflöst. Gieße die klare Flüssigkeit vorsichtig in ein zweites Glas. Hänge einen Faden in die Salzlösung. Stelle das Glas an einen warmen Ort.

Beobachte mehrere Tage lang:

- Notiere, wann die ersten Kristalle entstehen.
- Zeichne die Kristalle.
- Vergleiche ihre Form mit den Salzkristallen aus der Lektion.

Alaunkristalle züchten

Du kannst auch mit Alaun Kristalle herstellen. Stelle dafür eine gesättigte Alaunlösung mit 25g Alaun und 100 ml heißem Wasser her. Lasse sie einige Tage an einem warmen Ort stehen.

- Zeichne die Kristalle und vergleiche sie mit den Alaunkristallen aus der Lektion.
- Worin unterscheiden sie sich von Salzkristallen?

Eigenen Schlüssel erstellen

Wenn du einen Bestimmungsschlüssel nutzt, musst du Entscheidungen treffen. Du kannst so Dinge oder Lebewesen einordnen, aber auch andere Entscheidungen treffen.

Erstelle einen Bestimmungsschlüssel für eine deiner Sammlungen, wie zum Beispiel Stifte der Federtasche, Spielfiguren oder den Inhalt deiner Brotbox.

Du kannst aber auch einen Entscheidungsschlüssel für beispielsweise die Gestaltung deiner Pause erstellen.

Proben mikroskopieren und systematisch bestimmen

Die praktische Arbeit beim Präparieren und Mikroskopieren sowie die Nutzung des Bestimmungsschlüssels zeigen, wie die Lernenden bereits erworbene Mikroskopierfertigkeiten auf unbekannte dickere Trockenpräparate anwenden und sichtbare Merkmale für eine systematische Bestimmung nutzen. Besonders aussagekräftig ist, ob sie ihre eigenen Beobachtungen mit den Angaben des Bestimmungsschlüssels abgleichen, Entscheidungen schrittweise treffen und ihre Zuordnung anhand beobachteter Merkmale begründen.

Der Bestimmungsschlüssel steht in drei differenzierten Fassungen zur Verfügung: nur mit Text, unterstützt durch Zeichnungen oder unterstützt durch Fotos. Für die Einschätzung des Lernerfolgs ist daher nicht entscheidend, welche Fassung genutzt wird, sondern wie die Lernenden mit der jeweils verfügbaren Unterstützung beobachten, vergleichen und zu einer begründeten Zuordnung gelangen.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Präparieren**: ein dickes Trockenpräparat auf dem Kammerobjektträger herstellen und eine geeignete Probenmenge verwende.
- **Mikroskopieren**: dicke Proben gezielt untersuchen, durch unterschiedliche Fokusebenen scharfstellen und mehrere Körner betrachten, um charakteristische Merkmale erfassen zu können.
- **Beobachten und Merkmale erfassen**: Form, Kanten, Oberfläche oder Durchsichtigkeit gezielt beobachten und zwischen Merkmalen unterscheiden, die für die Bestimmung hilfreich bzw. weniger hilfreich sind.
- **Mit dem Bestimmungsschlüssel arbeiten**: die eigenen Beobachtungen schrittweise mit den textlichen und – je nach verwendeter Fassung – bildlichen Informationen des Bestimmungsschlüssels vergleichen und den Entscheidungsweg nachvollziehen.
- **Bestimmen und begründen**:eine Probe anhand mehrerer übereinstimmender Merkmale Kochsalz, Bittersalz, Alaun oder Natron zuordnen und erläutern, welche Beobachtungen für die Entscheidung ausschlaggebend waren.
- **Prüfen und korrigieren**: bei einer unsicheren oder abweichenden Zuordnung den Weg im Bestimmungsschlüssel zurückverfolgen und prüfen, an welcher Stelle ein Merkmal anders beobachtet oder eingeordnet wurde.

Beobachtung grundlegender Mikroskopierfertigkeiten

Die Lektion eignet sich zugleich als Prüfpunkt, um die Entwicklung bereits eingeführter praktischer Fertigkeiten zu beobachten:

- Vorbereiten von Objektträgern,
- Scharfstellen über die Oberfläche eines dicken Objekts,
- Durchführen genauer Beobachtungen.

Zeigen sich hierbei noch Schwierigkeiten, sollten die Lernenden vor den späteren Untersuchungen mit komplexeren Präparaten weitere Gelegenheit zum Üben erhalten.

Laborjournal und Forschungskonferenz

Im **Laborjournal** werden zu den untersuchten Proben die Probennummer, das Bestimmungsergebnis und die Merkmale festgehalten, auf denen die Zuordnung beruht. Daran lässt sich besonders gut erkennen, ob die Lernenden Beobachtung, Nutzung des Bestimmungsschlüssels und Ergebnis nachvollziehbar miteinander verknüpfen. Eine zusätzliche Zeichnung kann die genaue Beobachtung charakteristischer Strukturen sichtbar machen, ist aber optional.

Die **Forschungskonferenz** bietet ergänzend die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden unterschiedliche Zuordnungen vergleichen, Unsicherheiten benennen und erläutern können, welche Angaben des Bestimmungsschlüssels ihnen bei der Entscheidung geholfen haben

Ergänzende Aufgaben

Die Bonus- und „Forsche weiter“-Aufgaben bieten Möglichkeiten, das Bestimmen auf Gemische oder andere Untersuchungsobjekte zu übertragen bzw. einen eigenen Bestimmungsschlüssel zu entwickeln. Sie sind kein notwendiger Lernerfolg.

Bestimmungsschlüssel nur mit Text

Bestimmungsschlüssel
zu den unbekannten Proben

1. Sehen die Teilchen eher **transparent** und durchscheinend aus?
   - ja → 2. Sind die Kanten der Teilchen eher **glatt** und **regelmäßig**?
     - ja → 3. Sehen die Teilchen eher wie **kleine Würfel** aus?
       - ja → **Kochsalz**
       - nein → **Alaun**
     - nein → **Natron**
   - nein → **Bittersalz**

Bittersalz

Aussehen: Bittersalz bildet meist weiße, längliche Kristalle.

Vorkommen: Es kommt in manchen Mineralien und in salzhaltigem Wasser vor. Heute wird es häufig künstlich hergestellt.

Verwendung: Es wird als Dünger für Pflanzen, Badezusatz oder zum Trocknen von Stoffen genutzt. Es schmeckt sehr bitter.

Natron

Aussehen: Natron besteht aus weißen oder farblosen Körnchen. Die Kanten sind oft unregelmäßigen.

Vorkommen: Natron kommt in Salzseen vor. Heute wird es meist künstlich hergestellt.

Verwendung: Es wird zum Backen, Reinigen, Frischhalten von Schnittblumen oder in der Medizin verwendet.

Alaun

Aussehen: Alaun ist durchsichtig und bildet oft vieleckige Kristalle. Kleine Kristalle können auch kugelig wirken.

Vorkommen: Es kommt manchmal in der Nähe von Vulkanen vor. Heute wird es meist künstlich hergestellt.

Verwendung: Es wird zur Wasserreinigung oder zum Färben von Stoffen verwendet.

Kochsalz

Aussehen: Kochsalz bildet durchsichtige, würfelförmige Kristalle.

Vorkommen: Man findet es in Gesteinen und im Meerwasser. Es ist eines der häufigsten Mineralien der Erde.

Verwendung: Es wird zum Würzen, Haltbarmachen von Lebensmitteln und in der Industrie verwendet.

Bestimmungsschlüssel mit Text und Zeichnung

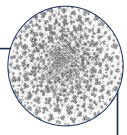
Bittersalz



Aussehen: Bittersalz bildet meist weiße, längliche Kristalle.

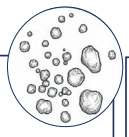
Vorkommen: Es kommt in

Natron



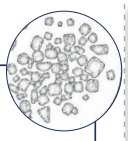
Aussehen: Natron besteht aus weißen oder farblosen Körnchen. Die Kanten sind oft unregelmäßigen.

Alaun



Aussehen: Alaun ist durchsichtig und bildet oft vieleckige Kristalle. Kleine Kristalle können auch kugelig wirken.

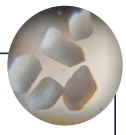
Kochsalz



Aussehen: Kochsalz bildet durchsichtige, würfelförmige Kristalle.

Bestimmungsschlüssel mit Text und Fotos

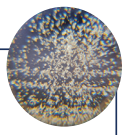
Bittersalz



Aussehen: Bittersalz bildet meist weiße, längliche Kristalle.

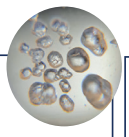
Vorkommen: Es kommt in

Natron



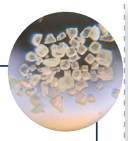
Aussehen: Natron besteht aus weißen oder farblosen Körnchen. Die Kanten sind oft unregelmäßigen.

Alaun



Aussehen: Alaun ist durchsichtig und bildet oft vieleckige Kristalle. Kleine Kristalle können auch kugelig wirken.

Kochsalz



Aussehen: Kochsalz bildet durchsichtige, würfelförmige Kristalle.

8 Eine Zwiebel untersuchen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die schrittweise Untersuchung des Aufbaus einer Zwiebel – von außen über Längs- und Querschnitt bis zur mikroskopischen Betrachtung der Zwiebelhaut. Dabei erkennen die Lernenden, dass die Zwiebelhaut aus vielen Zellen aufgebaut ist.

- Vermutungen und Beobachtungen miteinander vergleichen und dokumentieren
- Nasspräparat einer Zwiebelhaut herstellen und mikroskopieren
- Zellstruktur entdecken und beschreiben

Längsschnitt | Querschnitt | Zelle

Forschungsaufträge im Überblick

1. Zwiebel von außen betrachten: Außenseite beschreiben (AB 8)
2. Längsschnitt untersuchen: Vermutung und Beobachtung vergleichen (AB 8)
3. Querschnitt untersuchen: Vermutung und Beobachtung vergleichen (AB 8)
4. Zwiebelhaut untersuchen: Nasspräparat herstellen, mikroskopieren und Beobachtung dokumentieren (AB 8)

Präparat einfärben: Zwiebelhaut mit blauer bzw. roter Tinte anfärben, um den zellulären Aufbau sichtbarer zu machen

Material & Vorbereitung

	1	Mikroskop
	1	Flacher Objektträger
	1	Deckglas
	1	Zahnstocher
	1	Arbeitsblatt 8: *Aufbau einer Zwiebel*

(Pro 4 Personen)

	1	Zwiebel
	1	Messer (und ggf. Schneidebrett/Karton)
	1	Pinzette
	1	Pipette mit Wasserbecher
		Papiertücher (nach Bedarf)

	1	Füllertinte, blau und/oder rot (Bonus)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Arbeitsblatt 8 kopieren.
- Zwiebel, Messer, Pinzetten sowie Pipetten mit Wasserbechern pro Team (4 Personen) bereitstellen:
  - Zwiebeln kaufen (z.B. Küchenzwiebeln), optional auch rote Zwiebeln/ Frühlingszwiebeln
  - Küchermesser und ggf. Schneidebrett mitbringen (fester Karton geht auch als Schneideunterlage)
  - ggf. Metallpinzette mitbringen (für manche Lernenden erleichtert das die Handhabung statt der beigelegten Plastikpinzetten)
- Empfehlung, falls noch keine Erfahrung: Vorab selbst ein Zwiebelhaut präparieren und mikroskopieren, um geeignete Stellen der Zwiebelhaut und die Präparation mit dem verwendeten Material zu erproben.
- Bei Auswahl der Bonusaufgabe blaue und gegebenenfalls rote Füllertinte bereitstellen.
- Falls in der Schule Schulmikroskope verfügbar sind, eignet sich ab Lektion 7 deren (zusätzlicher) Einsatz für stärkere Vergrößerung und detailliertere Strukturerkennung.

Hinweise

- Sozialform: Untersuchung der Zwiebel im Team zu viert; Dokumentation und Herstellung des eigenen Nasspräparats in Einzelarbeit
- Zum Bonus „Präparat einfärben“: wenige gefärbte Präparate reichen aus und werden herumgereicht, z.B. durch einzelnen Lernenden oder LK vorbereitet
- Achtung: Beim Arbeiten mit der Zwiebel die Augen nicht mit den Fingern berühren und gut durchlüften.
- Optional kann für die Betrachtung von Längs- und Querschnitt eine Handlupe angeboten werden.
- Den Umgang mit dem Messer vorab klären. Falls die Lernenden die Schnitte nicht selbst sicher durchführen können, das Einritzen der für die Längs- und Querschnitt durch die Lehrkraft vorbereiten.
- Falls in der Schule Schulmikroskope verfügbar sind, eignet sich deren (zusätzlicher) Einsatz für stärkere Vergrößerung und detailliertere Strukturerkennung.
- **Wichtig**: Zwiebelschalen aufheben, werden für Lektion 12 benötigt (Rest kann entsorgt werden).
- Für das Aufräumen kann wie in Lektion 6 eine Abwaschstation für die benutzten Objektträger genutzt werden.

Aufbau der Zwiebel und der Zwiebelhaut

Die Speisezwiebel besteht aus vielen dicht ineinanderliegenden Schichten. Die inneren Schichten sind dick und fleischig. Sie speichern Wasser und Reservestoffe. Die trockenen äußeren Schalen schützen die Zwiebel.
Botanisch betrachtet sind die einzelnen Schichten verdickte Blätter, die sogenannten Schuppenblätter, also keine Wurzel. Sie sind am unteren Ende der Zwiebel an einem kurzen, flachen Spross befestigt. Im Längsschnitt ist zu erkennen, wie die Schuppenblätter von unten nach oben verlaufen. Im Querschnitt erscheinen sie als ineinanderliegende Ringe. Die Aufgaben 1 bis 3 auf Arbeitsblatt 8 führen vom äußeren Erscheinungsbild zu diesen beiden Ansichten des inneren Aufbaus. Ein Schuppenblatt oder Zwiebelring ist keine einzelne Zelle, sondern ein Gewebe aus sehr vielen Zellen.

Die in Aufgabe 4 untersuchte Zwiebelhaut ist die Epidermis eines Schuppenblatts. Sie lässt sich als dünne, durchsichtige Schicht abziehen und besteht meist nur aus einer Lage relativ großer Zellen. Deshalb eignet sie sich besonders gut für erste mikroskopische Untersuchungen von Pflanzenzellen.

Zwiebelzellen unter dem Mikroskop

Unter dem Mikroskop erscheinen die Zellen der Zwiebelhaut als regelmäßig angeordnete, längliche Felder. Die sichtbaren Begrenzungen sind vor allem die Zellwände. Sie geben den Pflanzenzellen Form und Stabilität. Die Anordnung erinnert an eine Ziegelmauer. Anders als Ziegelsteine sind Zellen jedoch lebende, dreidimensionale Einheiten. Das mikroskopische Bild zeigt nur eine zweidimensionale Ansicht.

In Aufgabe 4 sollen die Lernenden ähnlich wie Robert Hooke zunächst unbekannte Strukturen entdecken (Info „Wie Zelle zu ihrem Namen kam“). Der Begriff Zelle wird deshalb nicht vor der Untersuchung eingeführt. Die Lernenden beobachten, zeichnen und beschreiben das regelmäßige Muster. Erst anschließend erhält die entdeckte Struktur ihren Namen. Danach nutzen sie die Info „Wie Zelle zu ihrem Namen kam“, um sich über Zellen zu informieren.

Weitere Zellbestandteile sind im ungefärbten Präparat nicht immer eindeutig zu erkennen. Die Zellmembran liegt direkt an der Innenseite der Zellwand und kann mit dem verwendeten Mikroskop nicht von ihr unterschieden werden. Auch Zellkern, Zellplasma und Vakuole sind meist nicht klar voneinander abzugrenzen. Die Zellen sind daher nicht zwangsläufig leer, auch wenn ihr Inneres weitgehend durchsichtig erscheint. Bei der Auswertung von Aufgabe 4 steht entsprechend die Erkenntnis im Mittelpunkt, dass die Zwiebelhaut aus Zellen aufgebaut ist. Die sichere Bestimmung einzelner Zellbestandteile wird nicht erwartet.

Warum sind keine Chloroplasten zu sehen?

Chloroplasten gelten als bekanntes Merkmal der Pflanzenzelle. Sie kommen jedoch nur in fotosynthetisch aktiven Zellen vor. Die untersuchte Zwiebelhaut stammt aus den inneren, lichtgeschützten Schuppenblättern und besitzt daher keine Chloroplasten. Stattdessen kommen Leukoplasten vor, also farblose, teils auf Speicherung spezialisierte Plastiden. An einer Frühlingszwiebel ist der Zusammenhang gut erkennbar: Der lichtgeschützte untere Bereich ist weiß, die belichteten Blätter sind grün. In Lektion 9 untersuchen die Lernenden mit der Elodea chloroplastenhaltige Pflanzenzellen..

Färben des Präparats

Die Zwiebelhaut ist fast durchsichtig, sodass sich einzelne Strukturen nur schwach abheben. Beim Bonus „Präparat einfärben“ lagert sich Füllertinte unspezifisch an Zellstrukturen an und erhöht dadurch den Kontrast. Vor allem die Zellwände treten als schärfere Umrisslinien hervor. Auch der Zellkern kann sich stärker vom übrigen Zellinhalt abheben. Zu viel Tinte verdeckt die Strukturen und wird mit Wasser wieder ausgespült.

Füllertinte ist jedoch kein spezifischer biologischer Farbstoff. Angefärbte Bereiche lassen sich daher nicht allein anhand ihrer Färbung bestimmten Zellbestandteilen zuordnen. Bei roten Zwiebeln befindet sich in den Vakuolen einiger Zellschichten bereits der natürliche Farbstoff Anthocyan, sodass diese Zellen auch ohne zusätzliche Färbung kontrastreicher erscheinen können.

Vertiefung: Pflanzen- und Tierzellen

Je nach Lerngruppe kann der Aufbau und die Funktionen der Zellbestandteile unter „Forsche weiter“ weiter vertieft werden.

Fehlersuche beim Mikroskopieren

Bei Problemen nacheinander Aufstellung, Beleuchtung, Lage des Präparats, Fokussierung und Sauberkeit prüfen (vgl. Lektion 4).

Achtung: Spiegel niemals auf direktes Sonnenlicht oder eine Handylampe richten.

Problem	Mögliche Ursache(n)	Lösung(en)
Die Zwiebelhaut lässt sich nicht als dünnes Häutchen ablösen.	Die Ansatzstelle ist schwer zu greifen oder es wird nicht nur die dünne Epidermis abgezogen.	Eine frische, fleischige Zwiebelschicht verwenden. Kleines Rechteck in die Oberfläche einritzen, das anschließend mit der Pinzette abgezogen wird.
Es ist kein regelmäßiges Zellmuster zu erkennen.	Statt der dünnen Zwiebelhaut wurde dickeres Gewebe abgelöst oder es liegen mehrere Schichten übereinander.	Ein kleines, möglichst durchsichtiges Stück einer einzelnen Hautschicht verwenden und neu präparieren.
Einzelne Strukturen sind nicht voneinander zu unterscheiden.	Material liegt in mehreren Schichten oder verklumpt.	Weniger Material verwenden; als Trockenpräparat versuchen.
Einzelne Bereiche erscheinen dunkel, verdickt oder doppelt.	Die Zwiebelhaut ist gefaltet oder liegt stellenweise übereinander.	Das Häutchen im Wassertropfen mit Pinzette oder Zahnstocher vorsichtig glattstreichen. Bei starken Falten ein neues Präparat herstellen..
Die Zellgrenzen sind nur schwach erkennbar.	Der Kontrast ist zu gering oder die Beleuchtung ungeeignet.	Hell- und Dunkelfeld vergleichen und den Lichteinfall anpassen. Bei der Bonusaufgabe das Präparat leicht anfärben.
Ein gefärbtes Präparat ist zu dunkel.	Es wurde zu viel Tinte verwendet oder die Tinte wurde nicht ausreichend ausgespült.	Wasser an eine Seite des Deckglases geben und an der gegenüberliegenden Seite mit einem Papiertuch absaugen. Wiederholen, bis nur noch eine leichte Färbung bleibt.
Der Zellkern oder andere Zellbestandteile sind nicht zu erkennen.	Diese Strukturen sind im ungefärbten Präparat beziehungsweise mit Füllertinte und dem verwendeten Mikroskop nicht zuverlässig sichtbar.	Das Präparat anhand der sichtbaren Zellgrenzen untersuchen. Die Bestimmung weiterer Zellbestandteile nicht als erwartetes Ergebnis voraussetzen.
Das Nasspräparat trocknet aus.	Zu wenig Flüssigkeit; lange Beobachtungszeit; Deckglas fehlt oder liegt nicht richtig.	Kleinen Tropfen Wasser an den Rand des Deckglases geben und ggf. Papiertuch auf andere Seite halten, um Wasser durchzuziehen.
Flüssigkeit gelangt auf den Mikroskoptisch oder an die Linse.	Überschüssige Flüssigkeit nicht vorher entfernt	Präparat sofort abnehmen; Flüssigkeit abtupfen und Mikroskop vollständig trocknen lassen. Erst danach weiterarbeiten; Linse bei Bedarf durch die Lehrkraft reinigen.

8 Eine Zwiebel untersuchen

D M F

Forschungsfragen

- Was weißt du über eine Zwiebel?
- Welchen Teil einer Zwiebel hast du schon einmal genauer betrachtet?



Material

Für dich

1 Arbeitsblatt 8: *Aufbau einer Zwiebel*
1 Mikroskop
1 Objektträger
1 Deckglas
1 Zahnstocher

Bonus: blaue bzw. rote Tinte

Jedes Team (4 Personen)

1 Zwiebel
1 Messer
1 Pinzette
1 Pipette mit Wasserbecher
Papiertuch

Eine Zwiebel kennt jeder, aber wie sieht sie genau aus? Du untersuchst sie Schritt für Schritt und vergleichst deine Beobachtungen. So haben auch Forschende früher ihr Wissen gesammelt und nach und nach alles besser verstanden.

50

Zu den Forschungsfragen

D

- Vorwissen und Alltagserfahrungen sammeln, Aufbau noch nicht erklären.
- Beobachtung und Vermutung trennen: selbst gesehen – gehört – vermutet. Aussagen später überprüfen und ergänzen.

M

- Zwiebel unzerschnitten lassen.

F

- **Was weißt du über eine Zwiebel?** Wächst unter der Erde; speichert Nährstoffe; aus vielen fleischigen Schichten aufgebaut; außen trockene Schale; Wurzeln am Zwiebelboden; Grünes /Trieb (Spross) wächst in der Mitte.
- **Welchen Teil hast du genauer betrachtet?** Mögliche Antworten: äußere Schale, Schnittfläche mit Ringen, einzelne Zwiebelschichten, Wurzeln oder austreibender Spross. Dünne Zwiebelhaut meist noch nicht bewusst betrachtet.Proben weiß erscheinen.

Forsche selbst

Hole das Material.

1. Zwiebel von außen betrachten

- Betrachte die Außenseite der Zwiebel genau.
- Bearbeite Aufgabe 1 auf dem Arbeitsblatt 8.

Achtung

Berühre deine Augen nicht mit den Fingern, während du mit der Zwiebel arbeitest!

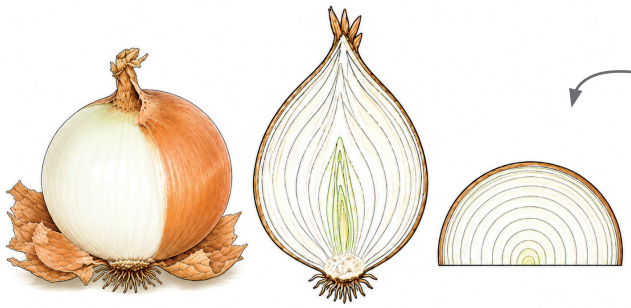
2. und 3. Längs- und Querschnitt der Zwiebel untersuchen

Bearbeite nun die Aufgaben 2 und 3 auf dem Arbeitsblatt 8.

Zu Aufgabe 1

D1
- Nur Sichtbares beschreiben; Vorwissen und Erklärungen von der Beobachtung trennen.

F1
- Mögliche Beobachtungen bei Küchenzwiebel: rundliche Form; trockene, braune Schale, feste Oberfläche, oben Spitze, Wurzelreste am Zwiebelboden.



Zu Aufgabe 2 und 3

D2
- Vermutung jeweils vor dem Schneiden zeichnen; anschließend nicht korrigieren, es geht um den Erkenntisprozess.
- Längs- und Querschnitt vergleichen: unterschiedliche Ansichten desselben Aufbaus.

M2
- Schnittrichtungen vorher an einer ungeschnittenen Zwiebel zeigen; ggf. bei Schneiden unterstützen (vgl. HInweise)

F2
- **Längsschnitt**: übereinanderliegende, fleischige Zwiebelschichten; Spross in der Mitte; Zwiebelboden am unteren Ende.
- **Querschnitt**: ringförmig angeordnete Schichten.
- Ringe und längliche Schichten: unterschiedliche Schnittansichten derselben Zwiebelschuppen (vgl. Hintergrund).

D

4. Zwiebelhaut

Zeichne bei Aufgabe 4 deine Vermutung zum Aussehen der Zwiebelhaut.

Tipp

Um Hilfe bitten

Falls du Schwierigkeiten hast, bitte deine Lehrkraft, dir ein Rechteck aus der Zwiebelschicht zu schneiden.

M F

Nasspräparat herstellen

- Gib einen großen Tropfen Wasser auf den Objektträger.
- Nimm eine Zwiebelschicht.
- Ziehe mit der Pinzette oder dem Fingernagel ein etwa 1 cm langes Stück ab. Ist das Stück zu groß, schneide es kleiner.
- Lege die Zwiebelhaut glatt und ohne Falten in den Wassertropfen.
- Senke das Deckglas vorsichtig auf das Präparat.
- Sauge überschüssiges Wasser mit einem Papiertuch ab, wenn das Deckglas nicht flach aufliegt.



Tipp

Du brauchst Hilfe beim Mikroskopieren?
Schaue noch einmal in Lektion 4 nach.

52

Zu Aufgabe 4

D

- Begriff „Zelle“ noch nicht vorgeben.
- Vermutung vor Mikroskopieren zeichnen; später nicht verändern (Erkenntisprozess).

M

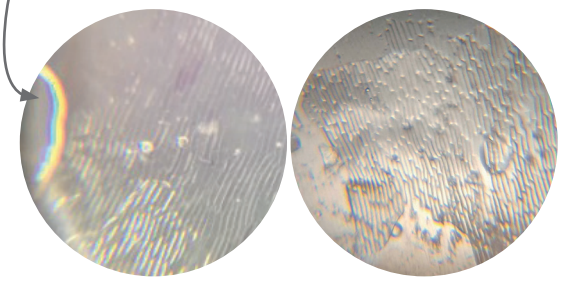
- Präparat auf Wassertropfen legen, verhindert Einrollen (vgl. Hintergrund & Hinweise).
- Innenseite der Zwiebelschicht nutzen.
- Bei Bedarf mit Messer Rechtecke in die Epidermis ritzen, dann abziehen.
- Falls zu groß: mit Schere zurechtschneiden.
- Falten mit Zahnstocher glattziehen,sonst mehrere Zellschichten übereinander (vgl. Hintergrund Fehlersuche).
- Deckglas nicht herunterdrücken, sonst gehen die Zellen kaputt.

F

- Aufbau: länglich, rechteckig, fast transparent, baustein-/ziegelsteinartiges Muster (wegen Zellwand), parallele Reihen, keine Zwischenräume
- Epidermis nur eine Zellschicht dick, deshalb gut mikroskopierbar (vgl. HIntergrund).

eingeschlossene Luftblase

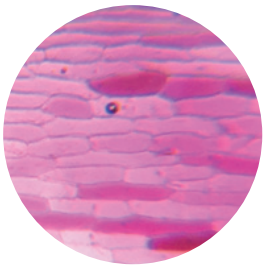
Zwiebelhaut



Zwei verschiedene Präpoarate unter dem Mikroskop (30x Vergrößerung)



Schematische Zeichnung



Rote Zwiebel mit gefärbten Vakuolen (vgl. Hintergrund)

D1 F1

Beobachtungen dokumentieren

- Zeichne deine Beobachtung auf das Arbeitsblatt 8.
- Beschreibe anschließend möglichst genau, was du siehst. Du kannst auch einen Vergleich verwenden.
  Zum Beispiel: „Die Struktur, die ich sehe, sieht aus wie...“

Tipp

Hell- und Dunkelfeld

Nutze das Hell- und Dunkelfeld für unterschiedliche Ansichten, indem du den Spiegel verstellst.

Bonus: Präparat einfärben D2 M F2

Um die Struktur der Zwiebelhaut besser zu erkennen, kannst du sie mit blauer Tinte einfärben.

- Gib einen kleinen Tropfen Tinte an eine Seite des Deckglases.
- Halte an die gegenüberliegende Seite ein Papiertuch. Dadurch wird die Tinte durch das Präparat gezogen.
- Gib danach Wasser auf dieselbe Stelle, auf die du die Tinte getan hast und halte wieder ein Papiertuch an die andere Seite. So wird die überschüssige Tinte ausgespült.
- Wiederhole diesen Vorgang, bis das Präparat nur noch ganz leicht blau gefärbt ist.

Du kannst gleiche Präparat im Anschluss zusätzlich mit roter Tinte einfärben.

Kannst du den Aufbau jetzt deutlicher erkennen? Welche Bereiche werden durch die Tinte angefärbt?

5. Räume auf, wasche die Objektträger ab und trockne sie.

Zu Aufgabe 4 (2. Teil)

D1

- Beobachtungen zunächst in eigenen Worten beschreiben und vergleichen lassen.
- Vergleiche begründen lassen: „wie eine Ziegelmauer, weil ...“

F1

- Mögliche Beobachtungen:
  - dichte, längliche, rechteckige bis vieleckige Felder/Räume,
  - fast transparent, keine Chloroplasten, kaum Zellorganellen sichtbar,
  - regelmäßig angeordnet in parallelel Reihen ohne Zwischenräume wie Bausteine/Ziegelsteine, parallele Reihen.
- Hellfeld: konstrastarm, fast durchsichtig.
- Dunkelfeld: helle Strukturen auf dunklem Grund, Zellgrenzen und Unebenheiten treten stärker hervor.

Zum Bonus

D2

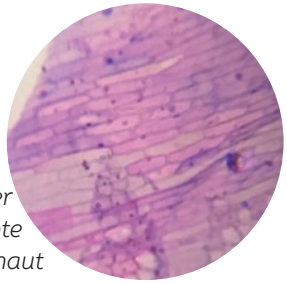
- Ungefärbtes und gefärbtes Präparat vergleichen: Welche bereits vorhandenen Strukturen werden deutlicher?

M

- Gefärbte Präparate können weitgegeben werden (vgl. HInweise)
- **Achtung**: Rote Tinte färbt sehr nachhaltig (auch Finger und Tische)!

F2

- Färbung erhöht den Kontrast, mit Füllertinte keine spezifische Zellfärbung (vgl. Hintergrund).



Mit blauer und roter Füllertinte eingefärbte Zwiebelhaut

D M F1

Forschungskonferenz

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Wie ist die Zwiebel im Längs- und Querschnitt aufgebaut?
- Welche Entdeckung konntest du beim Mikroskopieren der Zwiebelhaut machen?

F2 Info

Wie die Zelle zu ihrem Namen kam

Der Forscher Robert Hooke untersuchte 1665 sehr dünne Scheiben Kork. Kork ist die Rinde des Korkeichen-Baums.

Dabei entdeckte er viele kleine, wabenförmige Strukturen. Sie erinnerten ihn an kleine Schlafkammern von Mönchen in einem Kloster. Diese Kammern heißen auf Latein *cellulae*, das bedeutet auf Deutsch *Zellen*. Deshalb nannte Hooke die entdeckten Strukturen *Zelle*.

Seine Beobachtungen veröffentlichte er in seinem berühmten Buch *Micrographia*. Erst später erkannten Forschende, dass Zellen die grundlegenden Bausteine allen Lebens sind. Der Name *Zelle* ist bis heute geblieben.



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

54

Zur Forschungskonferenz

D

- Zunächst Beobachtungen und Vergleiche in eigenen Worten sammeln; Begriff „Zelle“ noch nicht vorgeben. Erst anschließend den Infotext lesen und die eigene Entdeckung mit Hookes Beobachtung vergleichen. Verdeutlichen: Die Lernenden haben die Struktur selbst entdeckt; Hooke hat ähnliche Strukturen bereits 1665 beschrieben, veröffentlicht und benannt.

M

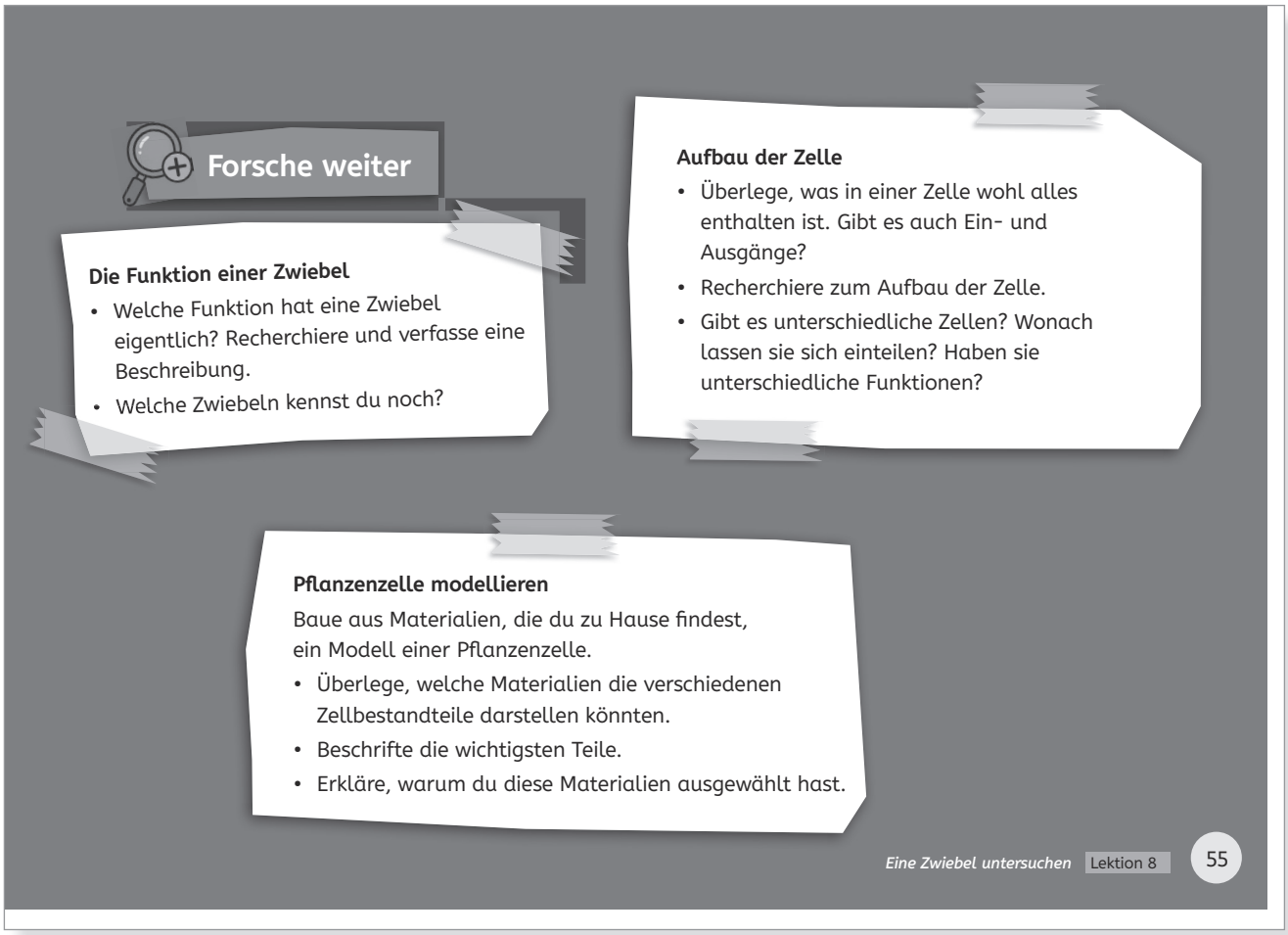
- Zeichnungen und Beschreibungen auf Arbeitsblatt 8 für den Vergleich heranziehen.
- Infotext „Wie die Zelle zu ihrem Namen kam“ erst nach dem Austausch lesen.

F1

- **Aufbau im Längs- & Querschnitt:** Zwiebel ist aus mehreren fleischigen Schichten aufgebaut. Im Querschnitt erscheinen diese als Ringe, im Längsschnitt als ineinanderliegende Schalen.
- **Entdeckungen des Zwiebelhaut:** Viele kleine, längliche oder rechteckige Felder/Räume mit deutlichen Begrenzungen. Regelmäßige Anordnung ähnlich einer Ziegelmauer.

F2

- Hooke beobachtete solche schachtelartigen Strukturen in dünnen Korkscheiben. Sie erinnerten ihn an kleine Kloster- oder Gefängniszellen. Er selbst lebte nicht in einem Kloster (s. Info „Wie die Zelle zu ihrem Namen kam“).
- Nach Einführung des Fachbegriffs: Die „Räume“ sind Zellen; ihre sichtbaren Begrenzungen sind vor allem Zellwände.


Forsche weiter
Die Funktion einer Zwiebel
• Welche Funktion hat eine Zwiebel eigentlich? Recherchiere und verfasse eine Beschreibung.
• Welche Zwiebeln kennst du noch?
Aufbau der Zelle
• Überlege, was in einer Zelle wohl alles enthalten ist. Gibt es auch Ein- und Ausgänge?
• Recherchiere zum Aufbau der Zelle.
• Gibt es unterschiedliche Zellen? Wonach lassen sie sich einteilen? Haben sie unterschiedliche Funktionen?
Pflanzenzelle modellieren
Baue aus Materialien, die du zu Hause findest, ein Modell einer Pflanzenzelle.
• Überlege, welche Materialien die verschiedenen Zellbestandteile darstellen könnten.
• Beschrifte die wichtigsten Teile.
• Erkläre, warum du diese Materialien ausgewählt hast.
Eine Zwiebel untersuchen Lektion 8
55

Arbeitsblatt 8 Name: Datum:

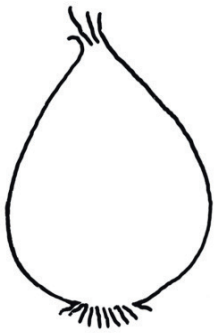
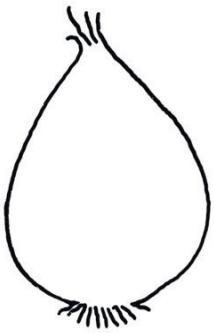
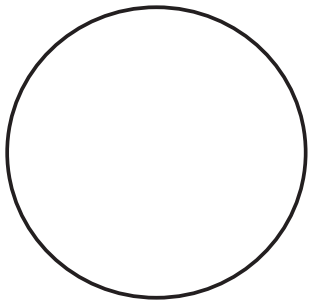
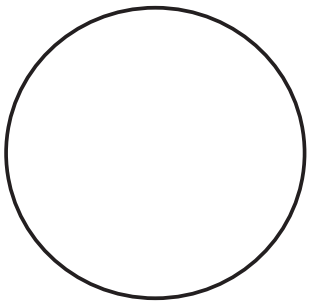
Der Aufbau einer Zwiebel

1. Die Zwiebel von außen betrachtet

Notiere deine Beobachtung.

_____

_____

	Vermutung Das erwarte ich zu sehen.	Beobachtung Das habe ich gesehen.
2. Der Längsschnitt		
3. Der Querschnitt		
4. Zwiebelhaut unter dem Mikroskop		

Beschreibe die Zwiebelhaut:

_____

_____

Vom Aufbau der Zwiebel zur Zelle

Die schrittweise Untersuchung der Zwiebel macht den Lernprozess besonders gut sichtbar: Die Lernenden halten zunächst fest, was sie bei Längsschnitt, Querschnitt und Zwiebelhaut erwarten, und stellen ihren Vermutungen anschließend die tatsächlichen Beobachtungen gegenüber. Bei der Zwiebelhaut kommen die bereits erlernten Fähigkeiten des Nasspräparierens und Mikroskopierens zur Anwendung. Entscheidend ist schließlich, ob die Lernenden aus ihrer mikroskopischen Beobachtung ableiten und beschreiben können, dass die Zwiebelhaut aus vielen Zellen aufgebaut ist.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Vermuten und beobachten**: vor der Untersuchung Vorstellungen zum inneren Aufbau der Zwiebel und zum Aussehen der Zwiebelhaut formulieren bzw. zeichnen und diese anschließend mit ihren tatsächlichen Beobachtungen vergleichen, ohne die ursprüngliche Vermutung nachträglich zu verändern.
- **Aufbau untersuchen und vergleichen**: an Längs- und Querschnitt charakteristische Strukturen beobachten und erkennen, dass die unterschiedlich erscheinenden Ringe bzw. länglichen Schichten verschiedene Schnittansichten desselben schichtigen Aufbaus sind.
- **Präparieren**: die in Lektion 6 eingeführte Nasspräparation auf die Zwiebelhaut übertragen und ein möglichst flaches, faltenfreies Präparat herstellen.
- **Mikroskopieren**: das Zwiebelhautpräparat so untersuchen, dass die regelmäßig angeordneten Strukturen erkennbar werden, und bei Bedarf Fokus und Beleuchtung anpassen.
- **Beobachten und wissenschaftlich zeichnen**: ihre makroskopischen und mikroskopischen Beobachtungen nachvollziehbar zeichnerisch festhalten und dabei charakteristische Merkmale wie die vielen nebeneinanderliegenden, deutlich begrenzten Bereiche erfassen.
- **Fachlich einordnen**: auf Grundlage der eigenen Beobachtung und dem Infotext beschreiben, dass die Zwiebelhaut aus vielen Zellen aufgebaut ist. Dabei wird nicht erwartet, einzelne Zellbestandteile sicher zu bestimmen.

Arbeitsblätter und Forschungskonferenz

Das **Arbeitsblatt 8** ist für die Einschätzung des Lernerfolgs besonders aussagekräftig, weil Vermutung und Beobachtung für Längsschnitt, Querschnitt und Zwiebelhaut unmittelbar gegenübergestellt werden. Dadurch lässt sich nicht nur das Ergebnis, sondern auch die Entwicklung der Vorstellungen nachvollziehen.

Bei der mikroskopischen Zeichnung der Zwiebelhaut kann zusätzlich sichtbar werden,

- wie genau die Lernenden beobachtete Strukturen wiedergeben,
- ob ihre Zeichnung auf der Beobachtung beruht und sich von der vorherigen Vermutung oder anderem Bildmaterial unterscheidet,
- ob sie die vielen regelmäßig angeordneten Bereiche als Zellen fachlich einordnen können.

Die **Forschungskonferenz** bietet ergänzend die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden ihre Erkenntnisse zum Aufbau der Zwiebel und zur Zwiebelhaut sprachlich zusammenführen können.

Ergänzende Aufgaben

Die Aufgaben unter „Forsche weiter“ ermöglichen eine Vertiefung zum Aufbau und zur Funktion von Zellen beziehungsweise die Übertragung der Präparation auf weitere Pflanzenmaterialien. Sie dienen der Erweiterung und sind nicht Bestandteil des zentralen Lernerfolgs.

Mögliche Frage

Ergänzend eignet sich eine Aufgabe, die gezielt die Verbindung zwischen Arbeitsprozess und Erkenntnis sichtbar macht:

> Vergleiche bei einer Untersuchung deine Vermutung mit deiner Beobachtung. Was konntest du erst durch die tatsächliche Untersuchung herausfinden?

Damit lässt sich prüfen, ob die Lernenden Vermutung und Beobachtung als unterschiedliche Schritte ihres Erkenntnisprozesses auseinanderhalten können.

9 Elodea kennenlernen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die Untersuchung der Wasserpflanze Elodea. Die Lernenden betrachten Stängel und Blätter, untersuchen ein Blatt mikroskopisch, fertigen eine wissenschaftliche Zeichnung an und nutzen einen Steckbrief, um weitere Informationen zur Pflanze zu erschließen.

- Elodea betrachten und anhand eigener Beobachtungen und eines Steckbriefs charakterisieren
- Nasspräparat herstellen, mikroskopieren, zeichnen und die Grünfärbung der Blattzellen beschreiben
- Zusammenhang zwischen Chloroplasten, Chlorophyll und Fotosynthese kennenlernen (Lesetext)
- Chloroplasten mithilfe stärkerer Vergrößerung oder einer Abbildung untersuchen (Bonus)
- Grüne Elodea-Zellen mit farblosen Zwiebelzellen vergleichen (Bonus)

Fotosynthese | Chloroplasten | Chlorophyll

Forschungsaufträge im Überblick

1. Elodea betrachten: Stängel und Blattanordnung untersuchen und zeichnen
2. Elodea präparieren, mikroskopieren und zeichnen: Nasspräparat herstellen, grüne Strukturen untersuchen und dokumentieren

Lies dich schlau – Fotosynthese: Bedeutung der grünen Zellbestandteile kennenlernen

Lies dich schlau – Elodea: Beobachtungen mit Steckbrief-Informationen ergänzen und vergleichen

Elodea genauer betrachten: Grüne Strukturen bei stärkerer Vergrößerung bzw. anhand einer entsprechenden Abbildung genauer untersuchen

Pflanzenzellen mit und ohne Chlorophyll: Grüne und nicht grüne Pflanzenzellen vergleichen

Material & Vorbereitung

1	Mikroskop
1	flacher Objektträger
1	Deckglas
1	Blättchen der Elodea

(Pro 4 Personen)

1	Stück Elodeastängel (ca. 1 cm/ 5 Blättchen)
1	Pipette mit Wasserbecher
1	Pinzette
	Papiertücher (nach Bedarf)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Elodea bereitlegen und pro Team ein etwa 1 cm langes Stängelstück mit mindestens fünf Blättchen vorbereiten.
- Wasserbecher füllen und Pipetten sowie Pinzetten bereitlegen.
- Empfehlung: Vorab selbst ein Elodeablatt präparieren und mit dem verwendeten Mikroskop untersuchen, um zu prüfen, wie gut die grünen Strukturen bei 30-facher Vergrößerung erkennbar sind.
- Bei Auswahl der Bonusaufgabe „Elodea genauer betrachten“ ein stärker vergrößerndes Mikroskop bereitstellen oder eine geeignete Abbildung bei etwa 400 bis 640-facher Vergrößerung bereithalten bzw. Recherchemöglichkeiten bereitstellen.
- Bei Auswahl der weiterführenden Langzeitversuche zusätzliche Elodeatriebe und Gläser mit Wasser vorbereiten.

Hinweise

- Sozialform: Stängelstück im Team betrachten; Präparation, Mikroskopieren und Zeichnung in Einzelarbeit
- Falls in der Schule Schulmikroskope verfügbar sind, eignet sich deren (zusätzlicher) Einsatz für stärkere Vergrößerung und detailliertere Strukturerkennung.
- Elodea-Triebe können nach dem dem Transport oder Umsetzen in ein neues Gefäß zunächst kurzzeitig gelblich werden und welk wirken. Ursachen sind vor allem Druck, Temperatur- oder Lichtwechsel. Das ist meist kein Grund zur Sorge, die Pflanze erholt sich in der Regel nach kurzer Zeit.
- Für das Aufräumen kann wie in Lektion 6 eine Abwaschstation für die benutzten Objektträger genutzt werden.

Elodea als Untersuchungsobjekt

Nach der farblosen Zwiebelhaut untersuchen die Lernenden mit Elodea nun lebende, grüne Pflanzenzellen und vertiefen ihre Präparations- und Mikroskopierfertigkeiten.

Elodea, auch Wasserpest genannt, ist eine mehrjährige, vollständig unter Wasser lebende Süßwasserpflanze. An ihren langen, biegsamen Stängeln sitzen schmale Blätter, häufig in Dreiergruppen. Elodea vermehrt sich vor allem vegetativ: Abgebrochene Sprossstücke wachsen weiter und können neue Pflanzen bilden. Dadurch kann sie sich schnell ausbreiten.

Für mikroskopische Untersuchungen ist Elodea besonders gut geeignet. Ein vollständiges, lebendes Blatt kann ohne Schneiden oder Ablösen einer Haut als Nasspräparat verwendet werden. Außerhalb der Mittelrippe und des Blattrands besteht es überwiegend aus nur zwei Zellschichten. Die Präparation ist dadurch einfacher als bei der Zwiebelhaut. Das Scharfstellen erfordert jedoch mehr Geschick, da beim Fokussieren jeweils nur eine Zellschicht scharf erscheinen kann.

Beobachtung und wissenschaftliche Zeichnung

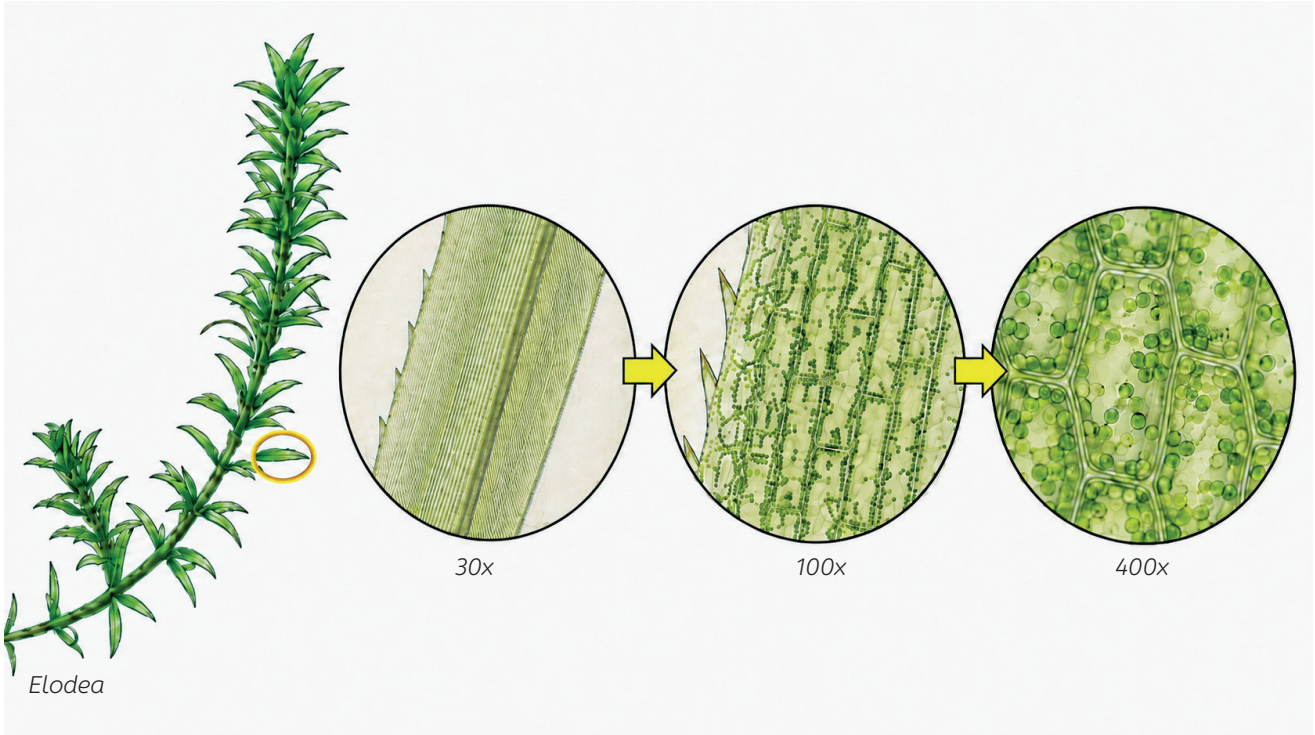
Mit dem verwendeten Mikroskop können bei 30-facher Vergrößerung keine einzelnen Chloroplasten erkannt werden. Sichtbar sind vor allem die Form und Färbung des Blattes und je nach Präparat und Beleuchtung Zellwände.

Im Bonus „Elodea genauer betrachten“ untersuchen sie die Verteilung der grünen Strukturen mit einem stärker vergrößernden Mikroskop, sofern dieses in der Schule vorhanden ist, oder anhand einer geeigneten Abbildung. Die wissenschaftliche Zeichnung muss der jeweiligen Beobachtungsgrenze folgen und darf nur zeigen, was bei der verwendeten Vergrößerung tatsächlich zu erkennen ist.

Der Steckbrief als Arbeitsform

Ein Steckbrief stellt Informationen nach wiederkehrenden Kategorien übersichtlich dar und ermöglicht es, einzelne Angaben gezielt zu entnehmen. Die Lernenden machen sich mit dieser Arbeitsform anhand eines vorgegebenen Steckbriefs zur Elodea vertraut.

Die methodische Linie wird in den folgenden Lektionen weitergeführt. In Lektion 10 können die Lernenden im Bonus aus eigenen Beobachtungen, ihrer Zeichnung und einem Lesetext selbst einen Steckbrief zu Blepharisma erstellen. In Lektion 11 können steckbriefartige Einträge und Bilder zusätzlich zum Bestimmungsschlüssel als Bestimmungshilfen für die Lebewesen im Teichmix genutzt werden.



Chloroplasten, Chlorophyll und Fotosynthese

Ab einer 100-fachen Vergrößerung sind in den Blattzellen der Elodea zahlreiche kleine grüne Chloroplasten zu erkennen. Sie enthalten den Farbstoff Chlorophyll, der Lichtenergie aufnimmt. Chlorophyll nimmt vor allem rotes und blaues Licht auf, während grünes Licht überwiegend reflektiert wird. Deshalb erscheinen die Blätter grün.

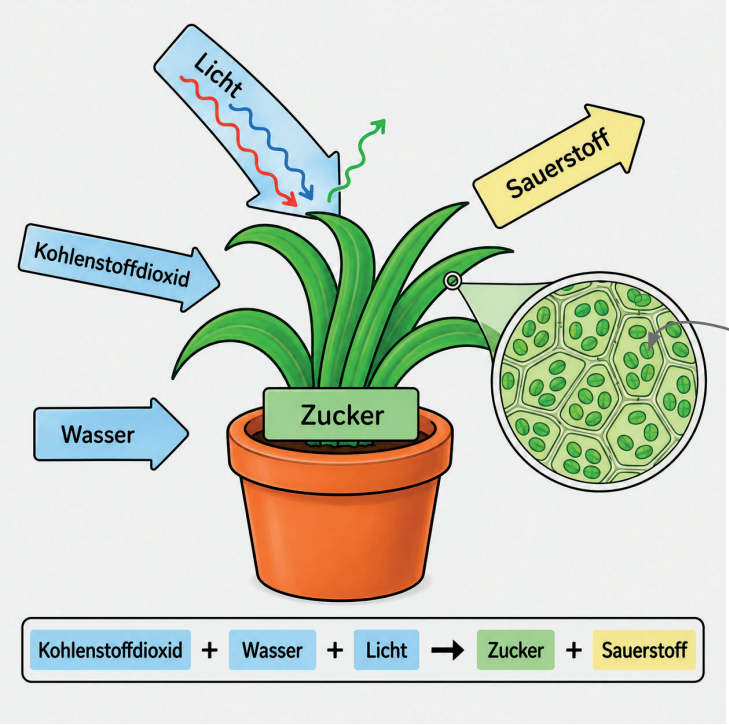
Nicht alle Pflanzenzellen besitzen Chloroplasten, sondern vor allem solche, die Fotosynthese betreiben. Die inneren, lichtgeschützten Schuppenblätter der Zwiebel enthalten beispielsweise keine Chloroplasten und erscheinen deshalb farblos. In der Forschungskonferenz knüpfen die Lernenden daran an die vorherige Lektion an: Während die Zellen der Zwiebelhaut farblos erscheinen, sind die Blattzellen der Elodea grün. Der Bonus „Pflanzenzellen mit und ohne Chlorophyll“ vertieft, warum nicht alle Pflanzenzellen grün sind.

Bei der Fotosynthese stellen Pflanzen mithilfe von Lichtenergie aus Kohlenstoffdioxid und Wasser energiereichen (Trauben-) Zucker her. Dabei wird Sauerstoff freigesetzt. Für die Altersstufe genügt die Wort- statt der Reaktionsgleichung (6 CO_2 + 6 H_2O + Lichtenergie → $C_6H_{12}O_6$ + 6 O_2):

> **Kohlenstoffdioxid + Wasser + Licht → Zucker + Sauerstoff**

Der Zucker liefert der Pflanze Energie und Baustoffe für ihr Wachstum. Pflanzen nehmen ihre „Nahrung“ daher nicht über die Wurzeln auf. Die Wurzeln liefern vor allem Wasser und Mineralstoffe.

Um die Fotosynthese sichtbar zu machen, kann ein Elodeatrieb an einen hellen Ort gestellt werden. Bei ausreichender Beleuchtung entstehen an der Pflanze Gasbläschen, ein sichtbarer Hinweis auf die Gasfreisetzung bei der Fotosynthese. Dass es sich dabei um Sauerstoff handelt, lässt sich fachlich aus dem Fotosyntheseprozess ableiten, nicht jedoch allein aus der Beobachtung nachweisen.



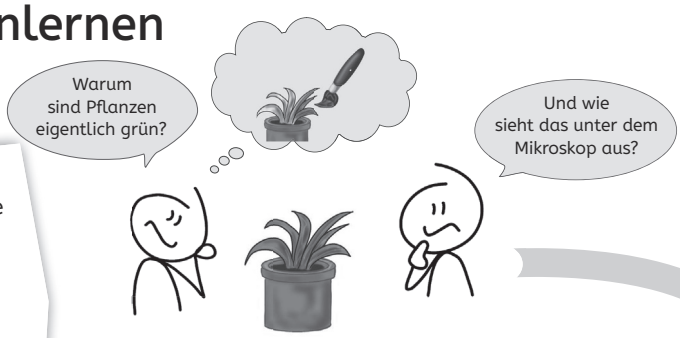
Chloroplasten mit dem Farbstoff Chlorophyll, in denen die Fotosynthese stattfindet

9 Elodea kennenlernen

D F

Forschungsfragen

- Welche Bedeutung könnte die grüne Farbe für die Pflanze haben?
- Was vermutest du, wie das Grün unter dem Mikroskop aussieht?



Die Elodea ist eine grüne Wasserpflanze, über die du Informationen sammelst, um dem Geheimnis der grünen Farbe auf die Spur zu kommen. Ein Steckbrief hilft dir zusätzlich, ihre Merkmale besser kennenzulernen und sie von anderen Pflanzen zu unterscheiden.

Material

Für dich

1 Mikroskop
1 Objektträger
1 Deckglas
1 Blättchen der Elodea

Jedes Team (4 Personen)

1 Stück Elodeastängel (ca. 1 cm/ 5 Blättchen)
1 Pipette mit Wasserbecher
1 Pinzette

56

Zu den Forschungsfragen

D

- Vermutungen und gesichertes Vorwissen unterscheiden. Bei Bedarf weiterführend: „Woran machst du deine Vermutung fest?“
- Begriffe „Chlorophyll“ und „Chloroplasten“ noch nicht vorgeben.

F

- **Bedeutung der grünen Farbe:** Wächst unter der Erde; speichert Nährstoffe; aus vielen fleischigen Schichten aufgebaut; außen trockene Schale; Wurzeln am Zwiebelboden; Grünes /Trieb (Spross) wächst in der Mitte.
- **Grün unter dem Mikroskop**: mögliche Vermutungen: sichtbar oder nicht sichtbar; gleichmäßig verteilt; in einzelnen Zellen, Punkten oder Bereichen.

Forsche selbst

Hole das Material.

D M1 F1

1. Elodea betrachten

- Sieh dir ein Stück des Stängels der Elodea genau an.
- Achte dabei auf die Anordnung der Blätter am Stängel.
- Fertige eine Zeichnung an.

M2 F2

2. Elodea präparieren, mikroskopieren und zeichnen

- Gib mit der Pipette einen Tropfen Wasser auf den Objektträger.
- Zupfe mit der Pinzette oder deinen Fingern ein Blättchen vom Stängel.
- Lege das Blättchen in den Wassertropfen auf dem Objektträger. Achte darauf, dass es glatt liegt und keine Falten bildet.
- Lege das Deckglas nun vorsichtig auf das Präparat.
- Das Blättchen besteht aus zwei Zellschichten. Versuche eine Zellschicht scharf zu stellen.
- Zeichne, was du unter dem Mikroskop erkennen kannst. Beschreibe, wie die grüne Farbe aussieht und wo du sie sehen kannst. Was würde dir für eine genauere Beobachtung helfen?

Zu Aufgabe 1

D
- Beobachtungsfokus: Ansatz und Anordnung der Blätter am Stängel, nicht nur Blattform.

M1
- Je Team ein vorbereitetes Stängelstück mit mindestens fünf Blättchen ausgeben (s. Vorbereitung).
- Kurze Betrachtung außerhalb des Wassers unproblematisch; längeres Austrocknen vermeiden.

F1
- Schmale, längliche, grüne Blätter.
- Mehrere Blätter auf gleicher Höhe rund um den grünen Stängel; quirlförmige Anordnung.

Zu Aufgabe 2

M2
- Je Person ein Blättchen vom Stängel für das eigene Präparat abzupfen.
- Darauf achten, dass Elodeablatt glatt und faltenfrei im Wassertropfen liegt.
- Langsam durchfokussieren, bis eine Zellschicht scharf erscheint.
- Auch hier eignet sich ein Zahnstocher zum Absenken.

F2
- viele regelmäßig nebeneinander angeordnete, länglich-rechteckige Zellen.
- Hellgrüne bis grün-körnige Schraffur in den Zellen, keine einzelnen Strukturen (Chloroplasten) bei 30x erkennbar (vgl. Hintergrund).
- Höhere Vergrößerung (100×/400×) und passende, nicht zu helle Beleuchtung würde Struktur genauer zeigen (Chloroplasten als grüne Körnchen am Zellrand).

Bonus: Elodea genauer betrachten

D M F

Dein Mikroskop hat eine 30-fache Vergrößerung.
Mit einer höheren Vergrößerung kannst du Details erkennen, die vorher nicht sichtbar waren. Wähle je nach Ausstattung eine der folgenden Möglichkeiten:

a) Mit stärker vergrößerendem Mikroskop

- Betrachte ein Elodeablatt bei 400-facher Vergrößerung.
- Untersuche, wo genau die grüne Farbe zu sehen ist und fertige eine Zeichnung an.

b) Mit Abbildung

- Recherchiere zur Elodea und suche eine Abbildung eines Elodeablatts bei etwa 400-facher Vergrößerung.
- Schaue die Abbildung genau an und achte darauf, wie die grüne Farbe im Blatt angeordnet ist. Halte deine Beobachtungen im Laborjournal fest.

3. Räume auf, wasche die Objektträger ab und trockne sie.

58

Zum Bonus

D

- Gut zur Wiederholung: höhere Vergrößerung nicht grundsätzlich besser, sondern zeigt mehr Details bei kleinerem Bildausschnitt.
- Zeichnungen bei 30-facher und 400-facher Vergrößerung vergleichen: neu sichtbare Einzelheiten und veränderter Bildausschnitt.
- Beobachtete grüne Körnchen anschließend mithilfe des Infotextes als Chloroplasten einordnen.

M

- Bei stärker vergrößerndem Mikroskop zunächst mit geringer Vergrößerung dünnen Blattbereich außerhalb der Mittelrippe auswählen und zentrieren; anschließend schrittweise bis 400-fach vergrößern und vorsichtig nachfokussieren.
- Für Variante b nur Abbildungen mit angegebener Vergrößerung oder Maßstabsbalken verwenden; ggf. geeignete Abbildungen vorab auswählen.

F

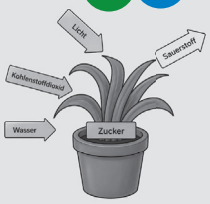
- Bei 400-facher Vergrößerung Zellwände und zahlreiche kleine, grüne, meist linsenförmige Körper innerhalb der Zellen Chloroplasten deutlich erkennbar (vgl. Hintergrund). Chloroplasten überwiegend am Zellrand; Zellinneres nicht gleichmäßig grün.
- Langsame Bewegung der Chloroplasten möglicherweise sichtbar; fehlende Bewegung kein Beobachtungsfehler, auch abhängig von Beleuchtungsintensität.

D1 F1

Lies dich schlau!

Die Fotosynthese

In den Pflanzen gibt es kleine grüne Körnchen, die Chloroplasten genannt werden. Sie enthalten Chlorophyll, das den Blättern ihre grüne Farbe gibt.



Chlorophyll fängt das Sonnenlicht ein. Mit Licht, Wasser und Kohlenstoffdioxid stellen Pflanzen Zucker und Sauerstoff her. Dieser Vorgang heißt Fotosynthese.

Der Zucker versorgt die Pflanzen mit Energie. So können sie wachsen. Den Sauerstoff benötigen wir zum Atmen.

D2 F2

Bonus: Pflanzenzellen mit und ohne Chlorophyll

Die Blätter der Elodea und auch Teile anderer Pflanzenteile sind durch das Chlorophyll grün gefärbt.

- Nenne 5 unterschiedliche grüne Pflanzen oder Pflanzenteile.
- Gibt es auch Pflanzenzellen, die nicht grün sind? Nenne unterschiedliche Beispiele.
- Erkläre, warum die Zwiebelzelle nicht grün ist, obwohl es sich um eine Pflanze handelt.

D3 F3

Lies dich schlau!

Der Steckbrief der Elodea

Lies den Steckbrief auf der nächsten Seite und finde heraus:

- Wie pflanzt sich Elodea fort?
- Welche Bedeutung hat sie für die Umwelt?

Zur Fotosynthese

D1

- Mikroskopische Beobachtung mit Fachwissen verknüpfen: grüne Körnchen = Chloroplasten; enthaltener Farbstoff = Chlorophyll.
- Fehlvorstellung „Pflanzen nehmen ihre Nahrung aus dem Boden auf“ aufgreifen: Wasser aus dem Boden, Kohlenstoffdioxid aus der Luft, Zucker selbst hergestellt. Licht als Energiequelle, nicht als Stoff (vgl. Hintergrund).

F1

- Im Chlorophyll der Chloroplasten: Kohlenstoffdioxid + Wasser + Licht → Zucker + Sauerstoff (vgl. HIntergrund).
- Zucker als energiereicher Stoff für Wachstum und weitere Lebensvorgänge.

Zum Bonus

D2

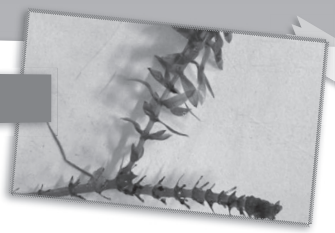
- Zentrale Erkenntnis: Nicht alle Pflanzenzellen enthalten Chloroplasten.
- Elodea- und Zwiebelzellen vergleichen: gemeinsamer Zellaufbau, Unterschied bei den grünen Strukturen.
- Grüne, fotosynthetisch aktive Pflanzenteile von Speicherorganen, Wurzeln oder Blüten unterscheiden.

F2

- **Grüne Pflanzen oder Pflanzenteile**: Blätter von Bäumen, Gräser, Moose, Elodea, grüne Stängel.
- **Nicht grüne Pflanzenzellen:** Wurzeln, innere Zwiebelschichten, Kartoffelknollen, weiße Blütenblätter.
- **Zwiebel**: unterirdisches Speicherorgan; innere Zwiebelschichten ohne Chloroplasten und Chlorophyll. Fotosynthese in den grünen, oberirdischen Blättern (vgl. Hintergrund Lektion 8).

Steckbrief

Elodea



Name	Elodea (Wasserpest)
Lebensraum	weltweit verbreitet; in ruhigen Süßwassergewässern (zum Beispiel Seen, Teiche, Tümpel)
Lebensform	Wasserpflanze (lebt vollständig unter Wasser); lebt mehrere Jahre
Größe	bis zu 3 Meter lang
Aussehen	lange, biegsame Stängel, oft stark verzweigt mit vielen Blättern; grün gefärbt; Wurzeln im Boden
Blätter	schmal, länglich, grün, glatt, oft mit gezackten Rand; Blattader als Verdickung in der Mitte sichtbar, meist zu dritt um den Stängel angeordnet; bestehen aus zwei Zellschichten
Blüten	in Europa sehr selten, wenn vorhanden: kleine, weiße Blüten an der Wasseroberfläche (Mai bis September)
Fortpflanzung	meist ohne Samen: abgebrochene Pflanzenteile wachsen weiter, daraus entsteht eine neue Pflanze
Überwinterung	bildet kleine Winterknospen, aus ihnen wachsen im Frühjahr neue Pflanzen
Bedeutung in der Natur	bietet Schutz für Tiere und produziert Sauerstoff; kann sich so schnell vermehren, dass sie in manchen Gewässern zum Problem werden kann: Deshalb nennt man sie Wasser*pest*.
Wissenswertes	stammt ursprünglich aus Nordamerika; wurde 1859 in Berlin ausgesetzt und breitete sich schnell in Mitteleuropa aus; verbreitet sich unter anderem durch Schiffe und Vögel, da die Pflanzenteile zufällig an andere Orte transportiert werden.

Zum Steckbrief

D3

- Steckbrief als übersichtliche Anordnung von Informationen nach wiederkehrenden Kategorien einführen (vgl. Hintergrund).
- Fragen den Kategorien „Fortpflanzung“ und „Bedeutung in der Natur“ zuordnen; passende Angaben gezielt entnehmen.
- Weiterführende Recherche möglich (z.B. zum Einfluss auf die Gewässer).

F3

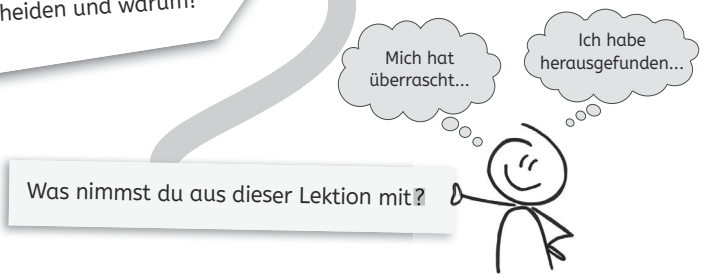
- Fortpflanzung: meist ohne Samen; abgebrochene Pflanzenteile wachsen weiter und bilden neue Pflanzen (vgl. Hintergrund).
- Bedeutung für die Umwelt: Sauerstoffproduktion und Schutz für Wassertiere; bei starker Vermehrung mögliches Problem für Gewässer.

Forschungskonferenz

D F

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Welche Entdeckung konntest du beim Mikroskopieren der Elodea machen?
- Was konntest du über die grüne Färbung herausfinden?
- Bei welcher Angabe aus dem Steckbrief konntest du deine eigene Beobachtung bestätigen? Was hast du Neues erfahren, das du nicht beobachten konntest?
- Was vermutest du, worin sich die Zellen der Elodea von denen der Zwiebel unterscheiden und warum?



Zur Forschungskonferenz

D

- Erkenntnisquellen unterscheiden: „grüne Körnchen gesehen“ = Beobachtung; „Chloroplasten mit Chlorophyll“ = Information; Bedeutung für die Fotosynthese = Erklärung.
- Vergleich auf untersuchte Gewebe beziehen: Blattzellen der Elodea und Zellen der inneren Zwiebelschicht. Keine Verallgemeinerung auf sämtliche Zellen beider Pflanzen.

F

- **Entdeckung beim Mikroskopieren**: regelmäßig angeordnete, längliche Zellen mit deutlichen Begrenzungen; viele kleine grüne Körnchen innerhalb der Zellen.
- **Grüne Färbung**: je nach Untersuchung, Hellgrüne bis grün-körnige Schraffur bei 30x Vergrößerung; grüne Körnchen (Chloroplasten) ab 100x Vergrößerung; Fotosynthese-Text: Chloroplasten enthalten Chlorophyll. Aufnahme von Lichtenergie für die Fotosynthese und Herstellung von Zucker und Sauerstoff (vgl. Hintergrund).
- **Steckbrief und Beobachtung**: bestätigt etwa schmale Blätter, Anordnung zu dritt am Stängel, Mittelrippe und zwei Zellschichten. Neu etwa Lebensraum, Größe, Fortpflanzung aus abgebrochenen Pflanzenteilen, Überwinterung und Bedeutung für die Umwelt.
- **Vergleich mit der Zwiebel**: beide mit regelmäßig angeordneten, deutlich abgegrenzten Pflanzenzellen. Elodea-Blattzellen mit grünen Chloroplasten; Zellen der inneren Zwiebelschicht ohne Chloroplasten. Elodeablätter fotosynthetisch aktiv (vgl. Hintergrund Lektion 9); Zwiebel als unterirdisches Speicherorgan (vgl. Hintergrund Lektion 8).

Forsche weiter

Blütenblätter

- Betrachte verschiedene Blüten (oder Abbildungen davon).
- Beschreibe, welche Farben du erkennen kannst.
- Finde heraus, wodurch Blütenblätter ihre Farbe erhalten und recherchiere dazu.
- Überlege, welche Funktion die Farben für die Pflanze haben könnten.
- Halte deine Ergebnisse fest.

Herbstlaub

Im Herbst verfärben sich die Blätter vieler Pflanzen. Finde heraus, warum das so ist und halte deine Ergebnisse fest.

Wasserpflanzen

Die Elodea ist eine Wasserpflanze. Suche drei weitere Wasserpflanzen.

- Wie sehen sie aus?
- Was haben sie mit der Elodea gemeinsam?
- Wodurch unterscheiden sie sich?

62

Was steigt da auf?

Stelle einen Elodeatrieb in ein Glas mit Wasser und das Glas an einen möglichst hellen Ort.

- Beobachte die Pflanze nach einigen Stunden. Entdeckst du kleine Bläschen an den Blättern?
- Beschreibe, wo die Bläschen entstehen.
- Überlege, wie die Bläschen entstehen könnten.

Vergleich von Pflanzen- und Tierzellen

Nimm mit einem Wattestäbchen eine Probe von deiner Mundschleimhaut oder recherchiere Bilder von Tierzellen.

- Vergleiche Tier- und Pflanzenzellen.
- Recherchiere zu Pflanzen- und Tierzellen.
- Notiere Gemeinsamkeiten und Unterschiede.
- Skizziere eine Pflanzen- und eine Tierzelle und beschrifte wichtige Bestandteile.

Licht oder Schatten?

Teile einen Elodeatrieb auf zwei Gläser auf. Stelle ein Glas an einen hellen Ort und das andere an einen dunklen Ort.

- Beobachte die Pflanzen nach drei Tagen und nach einer Woche. Vergleiche ihre Entwicklung.
- Notiere deine Beobachtungen.

Elodea beobachten, zeichnen und Informationen abgleichen

Die praktische Untersuchung und die Zeichnungen im Laborjournal zeigen, wie die Lernenden ihre Fähigkeiten zur Nasspräparation, zum Mikroskopieren und zur genauen Dokumentation auf ein lebendes Pflanzenblatt übertragen. Neu kommt hinzu, **eigene Beobachtungen mit Informationen aus Lesetext und Steckbrief abzugleichen und unterschiedliche Erkenntnisquellen auseinanderzuhalten**.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Präparieren und mikroskopieren**: ein Elodeablatt als Nasspräparat herstellen, möglichst glatt und faltenfrei präparieren und durch Fokussieren eine der beiden Zellschichten deutlich sichtbar machen.
- **Gezielt beobachten**: am Stängel und Blatt charakteristische Merkmale erfassen und unter dem Mikroskop regelmäßig angeordnete Zellen sowie die grüne Färbung des Blattgewebes untersuchen.
- **Wissenschaftlich zeichnen:** ihre makroskopischen und mikroskopischen Beobachtungen nachvollziehbar zeichnerisch festhalten und dabei nur Strukturen darstellen, die bei der tatsächlich verwendeten Vergrößerung beobachtbar sind.
- **Mikroskopieren**: das Zwiebelhautpräparat so untersuchen, dass die regelmäßig angeordneten Strukturen erkennbar werden, und bei Bedarf Fokus und Beleuchtung anpassen.
- **Informationen abgleichen**: eigene Beobachtungen von Informationen aus Steckbrief und Lesetext unterscheiden, Angaben gezielt entnehmen und mit den eigenen Beobachtungen vergleichen
- **Fachlich einordnen**: die grüne Färbung mit den Informationen zu Chloroplasten und Chlorophyll verknüpfen und Fotosynthese als Prozess beschreiben, bei dem Pflanzen mithilfe von Licht, Wasser und Kohlenstoffdioxid Zucker und Sauerstoff herstellen. Diese Erklärung stammt aus dem Lesetext und nicht allein aus der mikroskopischen Beobachtung.
- **Vergleichen**: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den untersuchten Elodea-Blattzellen und den zuvor untersuchten Zellen der inneren Zwiebelschicht beschreiben, ohne die Beobachtung auf sämtliche Zellen beider Pflanzen zu verallgemeinern.

Arbeitsprodukte und Dokumentation

Die Zeichnungen im **Laborjournal** zeigen, wie genau die Lernenden makroskopische und mikroskopische Merkmale der Elodea beobachten und wiedergeben. Besonders aussagekräftig ist, ob sie tatsächlich sichtbare Strukturen darstellen und keine lediglich angelesenen Merkmale ergänzen.

Der **Steckbrief** und der **Lesetext** bieten zusätzlich die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden Informationen gezielt entnehmen, von eigenen Beobachtungen unterscheiden und mit diesen abgleichen.

Gespräch und Reflexion

Die **Forschungskonferenz** bietet ergänzend die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden eigene Beobachtungen und angelesene Informationen zusammenführen sowie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Elodea- und Zwiebelzellen fachlich angemessen beschreiben können.

10 Blepharisma kennen-lernen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die erste mikroskopische Untersuchung eines sich bewegenden Einzellers. Die Lernenden stellen ein Lebendpräparat von Blepharisma her, beobachten und dokumentieren verlässliche Merkmale für das Wiedererkennen. Die Untersuchung kann damit auf die Bestimmung unbekannter Mikroorganismen in Lektion 11 vorbereiten.

- Nasspräparat eines sich bewegenden Einzellers herstellen und mikroskopieren
- Blepharisma anhand beobachtbarer Eigenschaften untersuchen und charakteristische Merkmale beschreiben
- Weiterführende Informationen erschließen und mit eigener Beobachtung abgleichen (Lesetext)
- Steckbrief aus Beobachtungen, Zeichnung und Lesetext erstellen (Bonus)

Einzeller

Forschungsaufträge im Überblick

1. Präparat herstellen: Blepharisma-Probe entnehmen und Nasspräparat herstellen
2. Blepharisma mikroskopieren: Bewegenden Einzeller beobachten
3. Blepharisma zeichnen und beschreiben: Eigenschaften dokumentieren

Lies dich schlau – Blepharisma: Informationen ergänzen und mit eigenen Beobachtungen abgleichen (Lesetext)

Steckbrief: Beobachtungen, Zeichnung und Lesetext-Informationen aus dem Lesetext zusammenführen (AB 10-Bonus)

Material & Vorbereitung

	1	Mikroskop
	1	Objektträger
	1	Deckglas
	1	Lesetext 10: *Blepharisma*
	1	Arbeitsblatt 10-Bonus: *Steckbrief*

(Pro 4 Personen)

	1	Probe Blepharisma in Medium
	1	Pipette
		Papiertücher (nach Bedarf)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Blepharisma-Proben für die Teams bereitstellen.
- Pipetten und Papiertücher pro Team bereitlegen.
- Empfehlung: Vorab selbst eine Blepharisma-Probe entnehmen, ein Präparat herstellen und mit dem verwendeten Mikroskop beobachten.
- Bei Auswahl der Bonusaufgabe Arbeitsblatt 10 Steckbrief kopieren.
- Pipetten nach der Nutzung säubern (mehrfach mit klarem Wasser durchspülen).

Hinweise

- Sozialform: Präparation, Mikroskopieren und Dokumentation überwiegend in Einzelarbeit; Blepharisma-Probe und Pipette werden im Viererteam genutzt
- Alternativ zur Ausgabe pro Team kann die Blepharisma-Kultur an einer zentralen Materialstation bereitgestellt werden. Die Probenentnahme dann organisatorisch einplanen
- Beim Entnehmen der Probe das Wasser möglichst wenig bewegen. Blepharisma halten sich häufig als rosa Ansammlung in der Nähe der Körner am Boden des Gefäßes auf.
- Pipetten beim Arbeiten nach unten halten. Beim Umdrehen kann Flüssigkeit in den oberen Teil gelangen und Blepharisma können dort hängen bleiben.
- Der Lesetext folgt auf die eigene Beobachtung. So können die Lernenden ihre Beobachtungen zunächst unabhängig dokumentieren und anschließend durch Informationen zu Blepharisma ergänzen.
- Blepharisma lassen sich auf einem flachen Objektträger häufig leichter fokussieren, da sie sich in einer dünneren Wasserschicht bewegen. Ein Kammerobjektträger bietet dagegen mehr Bewegungsraum. Je nach Untersuchungsziel und Erfahrung der Lerngruppe kann die Variante angepasst werden.
- Für das Aufräumen kann wie in Lektion 6 eine Abwaschstation für die benutzten Objektträger genutzt werden.

Blepharisma als Untersuchungsobjekt

Mit Blepharisma untersuchen die Lernenden erstmals einen frei beweglichen Einzeller. Blepharisma gehört zu den Ciliaten, den sogenannten Wimpertierchen, und lebt in Süßgewässern. Seine vergleichsweise auffällige Größe und die meist rosa bis rötliche Färbung machen es zu einem geeigneten Untersuchungsobjekt und bereiten auf den Teichmix in Lektion 11 vor.

Bei der 30-fachen Vergrößerung der mitgelieferten Mikroskope sind vor allem Form, Größe, Färbung und Bewegung zu beobachten. Diese variieren jedoch zwischen den Exemplaren, je nach Ernährungszustand. Für das Wiedererkennen ist daher eine Kombination aus mehreren Beobachtungsmerkmalen entscheidend. Cilien (Wimpern), Zellmund, Nahrungsvakuolen, pulsierende Vakuole und Zellkern sind bei der 30-fachen Vergrößerung nicht zuverlässig zu erkennen. Hier eignet sich der Einsatz von Schulmirkoskopen, wenn sie vorhanden sind. Sie werden durch den Lesetext erschlossen und dürfen nicht als eigene Beobachtung vorausgesetzt werden.

Einzeller: eine Zelle als vollständiges Lebewesen

Blepharisma besteht aus nur einer Zelle, ist aber ein vollständiger Organismus. In dieser Zelle finden alle lebenswichtigen Vorgänge statt, darunter Bewegung, Reizaufnahme, Ernährung, Verdauung, Regulation des Wasserhaushalts und Fortpflanzung.

Cilien bedecken die Zelloberfläche und ermöglichen die Fortbewegung. Am Zellmund erzeugen sie eine Strömung, die Nahrungsteilchen heranführt. Die Nahrung wird in Nahrungsvakuolen verdaut.

Die pulsierende Vakuole sammelt überschüssiges Wasser und gibt es nach außen ab. Sie reguliert damit den Wasserhaushalt und scheidet keine Nahrungsreste aus. Diese werden über die Zelloberfläche ausgeschieden. „Zellmund“ und „Nahrungsvakuole“ bezeichnen Zellstrukturen, keine Organe wie bei einem vielzelligen Tier.

Bewegung als Herausforderung beim Mikroskopieren

Blepharisma schwimmt – anders als die Zwiebelhaut oder das Elodeablatt – aus dem Sichtfeld, verändert seine Richtung und wechselt die Fokusebene. Da es lichtempfindlich ist, kann es zudem stark beleuchtete Bereiche meiden. Das erschwert das Scharfstellen, Beobachten und Zeichnen. Eine mäßige Lichtintensität kann das Auffinden erleichtern.

Die Bewegung erschwert die Untersuchung, ist zugleich aber ein wichtiges Beobachtungsmerkmal. Statt Blepharisma durch ständiges Verschieben des Objektträgers zu verfolgen, ist es meist erfolgreicher, das Sichtfeld ruhig zu halten und ein vorbeischwimmendes Exemplar kurz scharf zu stellen.

Beobachten, dokumentieren und wiedererkennen

Die Zeichnung sollte die tatsächlich beobachteten Merkmale möglichst genau festhalten. Informationen aus dem Lesetext ergänzen die eigene Beobachtung, müssen aber von ihr unterschieden werden.



30x *100x* *600x*

Blepharisma americana

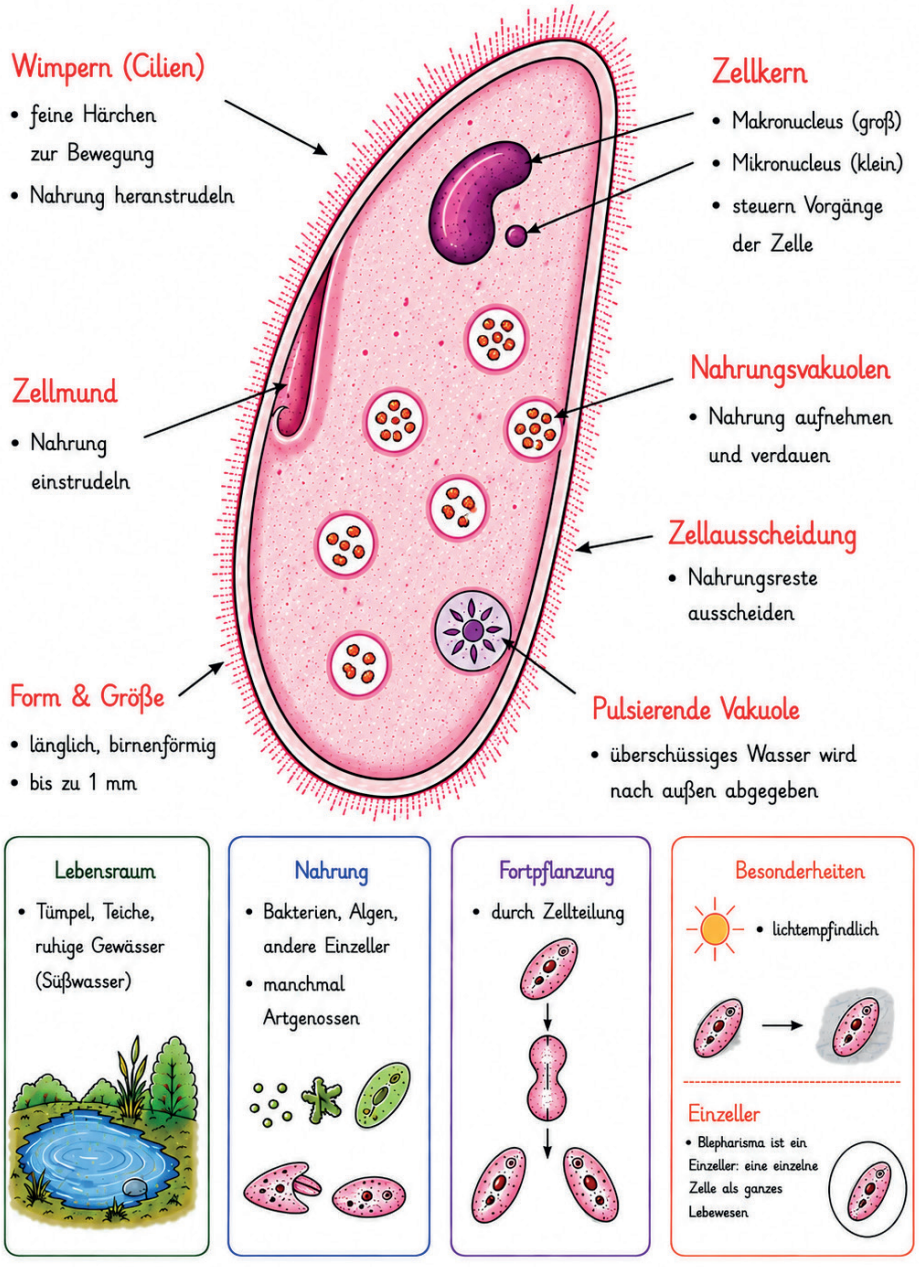
In der Forschungskonferenz werden die Merkmale zum Wiederkennen zusammengetragen. Damit wird bereits die Arbeitsweise vorbereitet, die in Lektion 11 für die Bestimmung unterschiedlicher Lebewesen im Teichmix benötigt wird.

Den Steckbrief weiterentwickeln

Nachdem die Lernenden in Lektion 9 Informationen aus einem vorgegebenen Steckbrief entnommen haben, können sie im Bonus dieser Lektion aus Beobachtungen, Zeichnung und Lesetext selbst einen Steckbrief zu Blepharisma erstellen. Dieser dokumentiert die Merkmale systematisch und kann als Bestimmungshilfe dienen, wenn Blepharisma später in einer unbekannten Probe wiedererkannt werden soll.

Alltagsvorstellungen, Missverständnisse und Fehlkonzepte

Ein Einzeller ist ein vollständiger Organismus, Zellstrukturen sind keine Organe und die pulsierende Vakuole reguliert den Wasserhaushalt, keinen Stoffwechsel. Darüber hinaus ist nicht alles, was sich im Präparat bewegt, Blepharisma oder überhaupt lebendig. Auch Wasserströmungen können Teilchen verschieben. Bewegung allein reicht daher nicht als Kennzeichen des Lebendigen aus (vgl. „Forsche weiter“ Lektion 10).



Fehlersuche beim Mikroskopieren

Bei Problemen nacheinander Aufstellung, Beleuchtung, Lage des Präparats, Fokussierung und Sauberkeit prüfen (vgl. Lektion 4).

Achtung: Spiegel niemals auf direktes Sonnenlicht oder eine Handylampe richten.

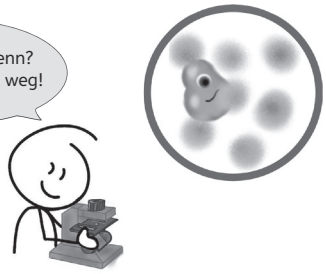
Problem	Mögliche Ursache(n)	Lösung(en)
Im Präparat ist kein Organismus zu finden.	Probe aus einem wenig besiedelten Bereich entnommen; Organismus außerhalb des Sichtfelds.	Probe nahe Pflanzenmaterial oder Bodensatz entnehmen. Bei Bedarf mehrere kleine Proben herstellen; Präparat wenig bewegen und auf ein Organismus im Sichtfeld warten.
Ein Organismus verschwindet sofort wieder aus dem Sichtfeld.	Eigen- oder Wasserbewegung; Sichtfeld beschränkt; Objektträger zu stark bewegt.	Objektträger möglichst ruhig halten. Auf erneutes Einschwimmen warten und dann fokussieren.
Organismus bewegen sich zu schnell zum Beobachten.	Zu viel Bewegungsraum im Tropfen.	Flachen Objektträger nutzen und kleineren Tropfen für weniger Bewegungsraum. Verlangsamungsmethoden aus dem Bonus der Lektion 11 (Wasser enziehen/Watte) ausprobieren.
Organismus bewegen sich nicht mehr.	Präparat ausgetrocknet, zu stark zusammengedrückt oder zu viel Flüssigkeit entfernt. Seltener sind die Organismen bereits tot.	Kleine Menge der passenden Flüssigkeit am Deckglasrand ergänzen oder ein frisches Präparat herstellen.
Organismus sind sehr farblos und kaum zu erkennen.	Geringer Kontrast.	Lichteinfall verändern und Hell-/Dunkelfeld vergleichen; langsam fokussieren, bis die Form sichtbar wird.
Flüssigkeit oder Organismen gelangen in den oberen Teil der Pipette.	Pipette wurde umgedreht oder waagerecht gehalten.	Pipette stets mit der Spitze nach unten halten. Betroffene Pipette beiseitelegen und nach der vorgesehenen Materialroutine reinigen; für die weitere Probenahme eine saubere Pipette verwenden.

10 Blepharisma kennenlernen

D F

Forschungsfragen

- Wie könntest du vorgehen, um Blepharisma später wiederzuerkennen?
- Auf welche Merkmale könntest du beim Beobachten besonders achten?
- Was würdest du gerne über Blepharisma herausfinden?



Material

Für dich	Jedes Team (4 Personen)
1 Mikroskop	1 Probe Blepharisma
1 Objektträger	1 Pipette
1 Deckglas	Papiertuch
1 Lesetext 10: *Blepharisma*	

Bonus: Arbeitsblatt 10-Bonus: *Steckbrief*

Blepharisma ist ein einzelliges Lebewesen. Trotz seiner winzigen Größe hat es charakteristische Merkmale, an denen du es wiedererkennen kannst. Dafür musst du es genau beobachten und dokumentieren. Eine besondere Herausforderung dabei ist, dass es sich bewegt.

64

Zu den Forschungsfragen

D

- Fokus: Wiedererkennen anhand besonderer, unterscheidender (charakteristischer) Merkmale.
- Impuls: „Reichen *klein* und *bewegt sich* zum Wiedererkennen?“
- An Elodea-Steckbrief anknüpfen: Kategorien als Beobachtungshilfe (vgl. Lektion 10)
- Gemeinsam prüfen: Welche Fragen lassen sich durch Beobachten beantworten? Für welche werden weitere Informationen benötigt?

F

- **Vorgehen:** mehrfach beobachten; genau beschreiben und zeichnen; besondere Merkmale notieren; ggf. Steckbrief oder Bestimmungshilfe erstellen.
- **Merkmale**: Form, Farbe, Größe, Bewegung, Körperbegrenzung, auffällige Strukturen.
- **Eigene Fragen**: individuelle Antworten, z. B. Lebensraum, Nahrung, Fortbewegung, rosa Färbung, Fortpflanzung.

Forsche selbst

Hole das Material.

Tipp

- Achte darauf, dass du das Wasser beim Entnehmen der Probe möglichst wenig bewegst.
- Blepharisma findest du meist als rosa Wolke am Boden des Gefäßes.

M F

1. Präparat herstellen

- Nimm eine saubere Pipette.
- Führe die Pipettenspitze vorsichtig in die Nähe der Körner und nimm eine sehr kleine Menge Flüssigkeit auf.
- Gib einen Tropfen auf einen Objektträger und decke ihn mit einem Deckglas zu.
- Gib die überschüssige Flüssigkeit in der Pipette wieder vorsichtig zurück in das Gefäß.

Achtung

Halte die Pipette immer nach unten. Wenn du sie umdrehst, läuft die Flüssigkeit in den oberen Teil der Pipette und die Einzeller bleiben dort hängen.

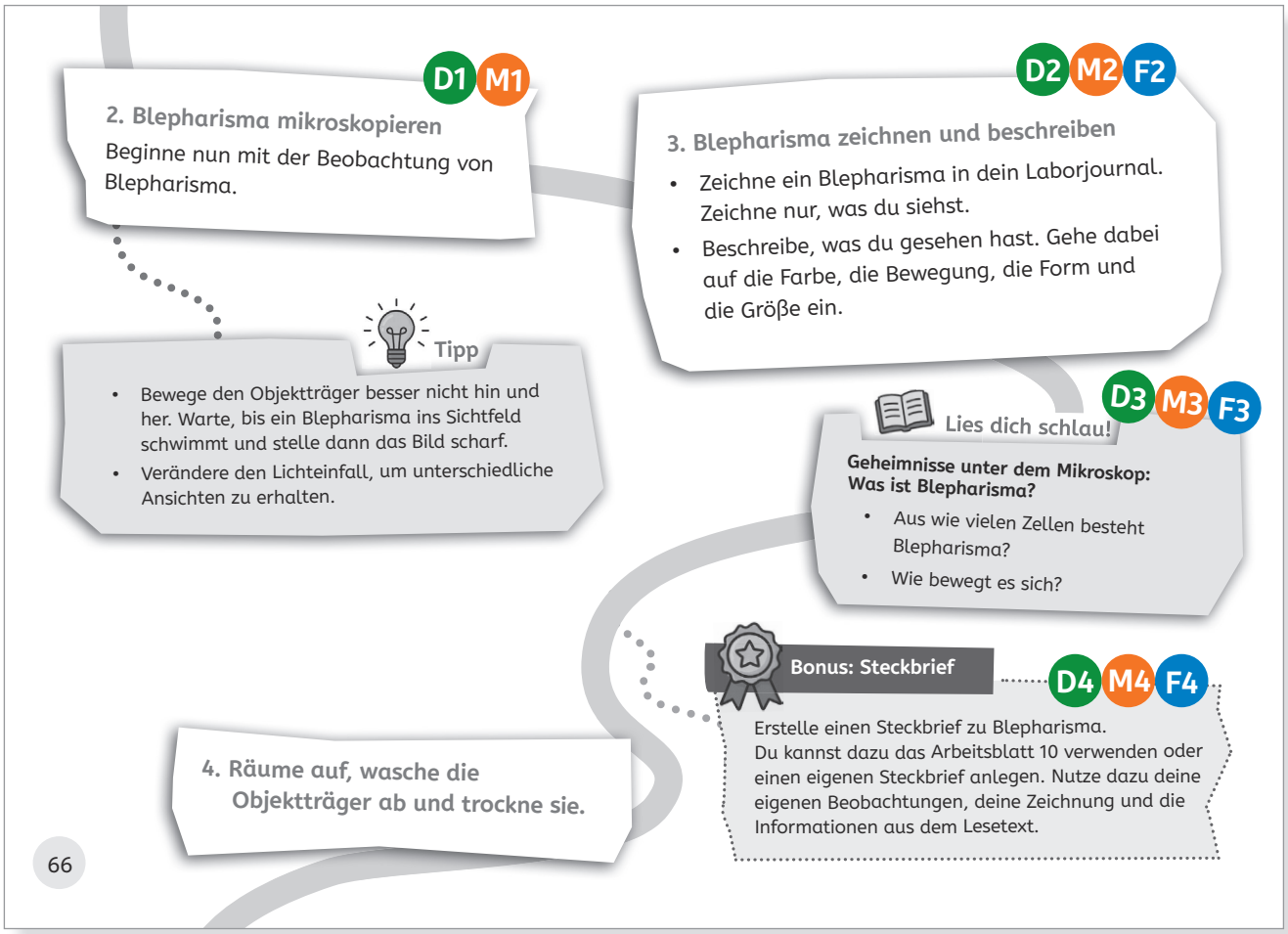
Zu Aufgabe 1

M

- Probengefäß an zentraler Stelle aufstellen. Teams ruhig nacheinander entnehmen lassen.
- Lernende darauf hinweisen:
  - Deckglas nicht herunterdrücken, sonst werden die Organismen zerquetscht.
  - Pipette stets mit der Spitze nach unten halten, um sie nicht zu verunreinigen.
  - Restliche Flüssigkeit aus der Pipette knapp über der Wasseroberfläche vorsichtig zurückgeben.

F

- Blepharisma häufig nahe der Körner; dort Bakterien als Nahrung (vgl. Hintergrund).
- Flacher Objektträger und kleiner Tropfen: weniger Bewegungsraum; leichteres Beobachten.
- Zur Bewegung und geeigneten Beleuchtung (vgl.Hintergrund).



Zu Aufgabe 2

D1
- Bewegung ist zugleich Herausforderung und Beobachtungsmerkmal (vgl. Hintergrund).

M1
- Mäßige Lichtintensität häufig günstiger, da Blepharisma lichtempfindlich (vgl. Hintergrund „Fehlersuche“).
- Bei gesichteter Zellteilung: Lehrkraft informieren, Mikroskop möglichst unverändert stehen lassen und weitere Lernende beobachten lassen.

Zellteilung erkennen

Deutliche Einschnürung in der Zellmitte als möglicher Hinweis. Verwechslungsgefahr durch Formveränderungen oder übereinanderliegende Zellen. Sicher erkennbar erst bei vollständiger Trennung in zwei annähernd gleich große, ähnlich geformte Tochterzellen

Zu Aufgabe 3

D2
- Zeichnung als Ergebnis mehrerer kurzer Beobachtungen, nicht als einzelne Momentaufnahme.
- Wiederkehrende Merkmale von wechselnden Formen und Bewegungen unterscheiden.

M2
- Mehrfach kurz beobachten. Zeichnung schrittweise um einzelne Merkmale ergänzen.

F2
- Bei 30-facher Vergrößerung vor allem Form, relative Größe, rosa bis rötliche Färbung und Bewegung erkennbar.
- Wimpern (Cilien), Zellmund, Vakuolen und Zellkern nicht zuverlässig erkennbar. Genaue Größenangabe ohne Messhilfe nicht möglich.erkennbar (vgl. Hintergrund).

Lesetext Lektion 10

Geheimnisse unter dem Mikroskop: Was ist Blepharisma?

Blepharisma ist ein winziges Lebewesen, das man nur unter dem Mikroskop gut erkennen kann. Es gehört zu den Einzellern. Das bedeutet: Sein ganzer Körper besteht aus nur einer einzigen Zelle.

Blepharisma wird auch Lidtierchen genannt. Es ist meist rosa oder rötlich gefärbt. Diese Farbe entsteht durch einen besonderen Farbstoff, der lichtempfindlich ist. Deshalb hält sich Blepharisma lieber an dunkleren Stellen auf als im hellen Licht.

Die Form von Blepharisma ist länglich, oft wie eine kleine Birne. Auf der Oberfläche sitzen viele feine Härchen, die man Wimpern nennt. Mit ihnen bewegt es sich wie mit winzigen Paddeln durchs Wasser. Die Wimpern helfen auch dabei, Nahrung heranzustrudeln.

Blepharisma ernährt sich von noch kleineren Lebewesen, zum Beispiel von Bakterien, Algen und anderen Einzellern. Manchmal frisst Blepharisma sogar Artgenossen. Je nachdem, was es frisst, kann es unterschiedlich groß werden. Manche sogar bis zu etwa einen Millimeter, das ist groß für Einzeller.

Man findet Blepharisma vor allem in Tümpeln, Teichen und anderen ruhigen Gewässern, meist im Süßwasser. Es spielt eine wichtige Rolle in der Natur, weil es winzige Teilchen frisst und so hilft, das Wasser sauber zu halten.

Blepharisma vermehrt sich durch Zellteilung. Dabei teilt sich ein Blepharisma in zwei neue Einzeller. So können sich Blepharismen schnell vermehren und große Gruppen bilden.

Obwohl Blepharisma nur aus einer Zelle besteht, zeigt es alle Merkmale des Lebens: Es kann sich bewegen, Nahrung aufnehmen, wachsen, auf Reize reagieren (zum Beispiel auf Licht) und sich vermehren.

Zu Lies dich schlau!

D3
- Textinformationen, nicht nachträglich als eigene Beobachtung ausgeben (vgl. Hintergrund).

M3
- Lesetext erst, wenn eigene Beobachtung gesichert ist.

F3
- Anzahl Zellen: 1
- Fortbewegung durch koordinierten Schlag zahlreicher Cilien (Wimpern).
- Zellstrukturen keine Organe (vgl. Hintergrundillustration).

Zum Bonus

D4
- Weiterführung aus Lektion 9: vom Lesen eines vorgegebenen Steckbriefs zum eigenen systematischen Dokumentieren.
- Steckbrief kann als Bestimmungshilfe für das spätere Wiedererkennen in Lektion 11 verwendet werden (vgl. Hintergrund).

M4
- Arbeitsblatt 10-Bonus kann zur Strukturhilfe eingesetzt werden.
- Eigene Beobachtungen und Informationen aus dem Lesetext kenntlich unterscheiden lassen.

F4
- **Aus der Beobachtung**: Aussehen, relative Größe, Färbung, Bewegung.
- **Aus dem Lesetext**: Namen, Lebensraum, Lebensform, genaue Größe, Ernährung, Fortpflanzung, Bedeutung in der Natur.



Zur Forschungskonferenz

D

- Beobachtungen bündeln und aus mehreren Merkmalen ein Wiedererkennungsprofil entwickeln. Einzelmerkmal allein nicht ausreichend.
- Eigene Beobachtungen und Informationen aus dem Lesetext klar unterscheiden.
- Offene Fragen als Ergebnis zulassen. Grenzen der eigenen Untersuchung reflektieren. Vorbereitung auf das Bestimmen unbekannter Lebewesen in Lektion 11 (vgl. Hintergrund).

F

- **Beobachtungen**: Form, relative Größe, rosa bis rötliche Färbung und Bewegung. Häufig auch Richtungs- und Formwechsel (vgl. Hintergrund und Lesetext).
- **Mögliche Wiedererkennungsmerkmale:** längliche bis birnenförmige Gestalt, rosa bis rötliche Färbung, vergleichsweise groß, frei schwimmend, Bewegung durhc Wimpern mit Richtungswechseln. Ausprägung je nach Exemplar unterschiedlich.
- **Offene Fragen**: Abhängig von der eigenen Ausgangsfrage. Durch Mikroskopieren klärbar: Aussehen, relative Größe, Färbung und Bewegung. Durch Lesetext klärbar: Einzelligkeit und Fortbewegung mithilfe der Cilien. Weiterführende Fragen bleiben ggf. offen und erfordern andere Quellen, eine höhere Vergrößerung oder eine neue gezielte Untersuchung.

Forsche weiter

Farbe von Blepharisma

Versuche mit deinem Farbkasten die Farbe zu mischen, die Blepharisma am nächsten kommt. Zeichne ein riesiges Blepharisma auf ein DIN A2 Plakat und beschrifte es.

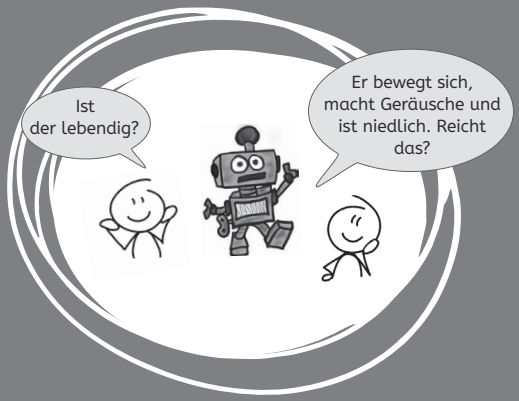
Form von Blepharisma

Baue mit Knete oder Salzteig die Form eines Blepharismas nach. Vielleicht kannst du es sogar noch in der richtigen Farbe anmalen.

Merkmale des Lebendigen

Tiere sind lebendig. Blepharisma auch?

- Woran erkennt man, dass etwas lebendig ist? Recherchiere zu den Merkmalen des Lebendigen.
- Sind Pflanzen auch lebendig?



Einzeller in Bewegung

Blepharisma ist nur einer von vielen Einzellern. Weitere bekannte Einzeller sind zum Beispiel Amöben und Euglenen. Du kannst aber auch andere Einzeller erforschen.

Schau dir Bilder oder Videos von zwei Einzellern an:

- Wie sehen die Einzeller aus?
- Wie bewegen sie sich?
- Was ist bei ihnen anders als bei Blepharisma?

Einzeller an verrückten Orten

Einzeller leben nicht nur in Teichen und Pfützen.

Recherchiere einen Ort, an dem Einzeller leben und der dich überrascht.

- Überlege dir passende Suchbegriffe.
- Suche Informationen in einer Suchmaschine oder einem Lexikon für Kinder.
- Prüfe, ob die Informationen deine Fragen beantworten und halte die Quelle fest, wo du deine Informationen gefunden hast.
- Beschreibe oder zeichne den Ort.
- Erkläre, warum er für viele Lebewesen ungewöhnlich ist.

Einen beweglichen Einzeller präparieren, beobachten und charakterisieren

Die praktische Arbeit am Mikroskop und die Dokumentation im Laborjournal zeigen, wie die Lernenden ihre bisherigen Präparations- und Mikroskopierfertigkeiten auf einen sich bewegenden Organismus übertragen. Besonders aussagekräftig ist, ob sie Blepharisma trotz seiner Bewegung gezielt beobachten, charakteristische Merkmale erfassen und so dokumentieren, dass ein Wiedererkennen möglich wird. Der nachgeschaltete Lesetext erweitert die eigene Beobachtung um Informationen, die durch das Mikroskopieren allein nicht erschlossen werden können.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Präparieren**: mit der Pipette eine Blepharisma-Probe entnehmen und daraus ein geeignetes Lebendpräparat herstelle.
- **Mikroskopieren**: ein sich bewegendes Blepharisma im Sichtfeld auffinden, fokussieren und über einen ausreichenden Zeitraum beobachten.
- **Gezielt beobachten**: mehrere Merkmale wie Form, Farbe, relative Größe und Bewegung erfassen und dabei Merkmale auswählen, die zum Wiedererkennen von Blepharisma geeignet sind.
- **Dokumentieren:** Blepharisma möglichst beobachtungsgetreu zeichnen und seine sichtbaren Eigenschaften und Bewegungen nachvollziehbar beschreiben.
- **Informationen abgleichen**: eigene Beobachtungen von Informationen aus dem Lesetext unterscheiden und mit diesen ergänzen bzw. abgleichen
- **Fachlich einordnen**: Blepharisma als einzelliges Lebewesen beschreiben und Informationen aus dem Lesetext nutzen, um beobachtete Merkmale, beispielsweise die Fortbewegung, weiter einzuordnen

Arbeitsprodukte und Informationsquellen

Die Zeichnung und Beschreibung im **Laborjournal** machen sichtbar, wie genau die Lernenden den beweglichen Organismus beobachten und welche Merkmale sie für charakteristisch halten. Dabei ist besonders relevant, ob tatsächlich Beobachtetes dokumentiert und nicht nachträglich durch angelesene Strukturen ergänzt wird.

Der **Lesetext** kann zeigen, ob die Lernenden weiterführende Informationen gezielt entnehmen und von der eigenen mikroskopischen Beobachtung unterscheiden.

Der optionale **Steckbrief** führt Beobachtung, Zeichnung und Informationen aus dem Lesetext zusammen. Er kann zusätzlich zeigen, ob die Lernenden charakteristische Merkmale auswählen und so strukturieren, dass Blepharisma später wiedererkannt werden könnte. Da der Steckbrief als Bonus angelegt ist, ist seine Erstellung kein notwendiger Lernerfolg.

Die **Forschungskonferenz** bietet ergänzend die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden ihre Einzelbeobachtungen zu einem Wiedererkennungsprofil bündeln, eigene Beobachtungen und Informationen aus dem Lesetext auseinanderhalten und Grenzen ihrer Untersuchung benennen können.

Vertiefung

Die weiterführenden Aufgaben können genutzt werden, um das Wissen über Einzeller und Merkmale des Lebendigen zu vertiefen. Sie sind kein notwendiger Bestandteil des Lernerfolg.

Arbeitsblatt 10-Bonus Name: Datum:

Steckbrief

Erstelle einen Steckbrief zu Blepharisma

Deutscher Name: _____

Wissenschaftlicher Name: _____

Lebensraum: _____

Lebensform: _____

Größe: _____

Aussehen: _____

Ernährung: _____

_____

Fortpflanzung: _____

_____

_____

Bedeutung in der Natur: _____

_____

_____

_____

Wissenswertes: _____

_____

Blepharisma kennenlernen Lektion 10

11 Organismen im Teichmix

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die selbstständige Übertragung der bisher erworbenen Arbeitsweisen auf eine unbekannte Probe. Die Lernenden erschließen die Vielfalt der Organismen im Teichmix und ordnen ihre Beobachtungen fachlich mit Hilfe einer Bestimmungshilfe ein.

- Nasspräparate aus dem Teichmix herstellen und selbstständig mikroskopieren
- Organismen anhand von Form, Farbe und Bewegung beobachten und vergleichen
- Organismen je nach gewähltem Weg zeichnen, beschreibend benennen und mit dem Bestimmungsschlüssel identifizieren oder anhand einer Bestimmungshilfe wiedererkennen
- Bewegung der Organismen durch Wasserentzug oder Wattefasern verlangsamen (Bonus)

Organismus

Forschungsaufträge im Überblick

1. Präparat herstellen und mikroskopieren: Nasspräparat aus dem Teichmix herstellen und nach Lebewesen suchen

2a. Organismen zeichnen und beschreiben: Beobachtete Organismen zeichnen, Merkmale dokumentieren und beschreibend benennen

3a. Einsatz eines Bestimmungsschlüssels: Beobachtete Organismen bestimmen und wissenschaftlichen Namen dem eigenen Namen zuordnen

2b & 3b. Einsatz einer Bestimmungshilfe: Lebewesen anhand von Beschreibungen und Bildern wiedererkennen und Ergebnisse dokumentieren

Verlangsamung: Lebewesen durch Wasserentzug oder Wattefasern besser beobachtbar machen

Material & Vorbereitung

1	Mikroskop
	Objektträger
	Deckgläser
1	Pinzette (Bonus)
	Watte (Bonus)

(Pro 4 Personen)

1	Probe Teichmix
1	Pinzette
1	Bestimmungshilfe *Teichmix*
	Papiertücher (nach Bedarf)

Material & Vorbereitung

Vorbereitung

- Bestimmungshilfen für die Teams bereitlegen.
- Ausreichend saubere Objektträger und Deckgläser bereithalten, da mehrere Präparationsversuche notwendig sein können.
- Bei Auswahl der Bonusaufgabe Watte und Pinzetten bereitlegen.
- Optional eine zentrale Materialstation einrichten, an der die Teams ihre Teichmix-Proben entnehmen können.
- Abwaschstation für benutzte Objektträger und Deckgläser vorbereiten.

Hinweise

- Sozialform: Präparieren, Mikroskopieren und Dokumentieren überwiegend in Einzelarbeit; Probe, Pipette und Bestimmungshilfe werden im Viererteam genutzt.
- Eventuell eine Doppelstunde einplanen. Das Auffinden verschiedener Organismen kann unterschiedlich lange dauern, einzelne Präparationsversuche müssen gegebenenfalls wiederholt werden.
- Nicht in jeder Probe sind dieselben Oorganismen enthalten. Deshalb zeigt die die Bestimmungshilfe Organismen, die im jeweiligen Teichmix möglicherweise nicht vorkommen. Genaues Beobachten und Vergleichen ist daher erforderlich.
- Falls in der Schule Schulmikroskope verfügbar sind, eignet sich deren (zusätzlicher) Einsatz für stärkere Vergrößerung und detailliertere Strukturerkennung.
- Für das Aufräumen kann wie in Lektion 6 eine Abwaschstation für die benutzten Objektträger genutzt werden.

Eine unbekannte Probe selbstständig untersuchen

Mit dem Teichmix wenden die Lernenden ihre Präparations- und Mikroskopiertechniken auf eine unbekannte Probe an. Sie beobachten mehrere Organismen, also Lebewesen, und vergleichen sie. Dabei begegnen ihnen sowohl Einzeller als auch vielzellige Tiere. Die Kugelalge Volvox nimmt eine Sonderstellung ein: Sie besteht aus vielen einzelnen Zellen, die gemeinsam als Kolonie funktionieren.

Der Teichmix ist eine gezielt zusammengestellte Auswahl, keine vollständige Artenvielfalt eines echten Teichs. Nicht alle Organismen sind enthalten, und ihre Verteilung in der Probe ist ungleichmäßig. Deshalb müssen die Lernenden nicht alle Organismen aus der Bestimmungshilfe finden. Aus ihrer Anzahl lässt sich zudem nicht auf ihre Häufigkeit im natürlichen Gewässer schließen.

Beobachten, dokumentieren und bestimmen

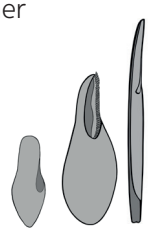
Eine Bestimmung beginnt mit der eigenen Beobachtung. Wie bereits bei den unbekannten Proben in Lektion 7 gleichen die Lernenden ihre Beobachtungen mit Darstellungen und Informationen ab. Diesmal, um verschiedene unbekannte Organismen systematisch zuzuordnen.

Die beigelegte „Bestimmungshilfe zu den Organisment im Teichmix“ kombiniert einen Bestimmungsschlüssel mit Bildern, Zeichnungen und kurzen Steckbriefen. Der Schlüssel führt schrittweise zu einer Zuordnung, während Bilder und Steckbriefe den direkten Vergleich ermöglichen. Die Informationen können durch eigene Recherchen ergänzt werden. Dabei sollte aber erkennbar bleiben, was selbst beobachtet und was angelesen bzw. recherchiert wurde.

Für eine Zuordnung müssen mehrere Merkmale übereinstimmen. Je nach Ausrichtung, Bewegung oder Entwicklungsstadium kann ein Organismus unterschiedlich aussehen. Beschreibende Namen helfen, Beobachtungen zunächst unabhängig von der Bestimmungshilfe festzuhalten. Fachliche Namen ermöglichen eine eindeutige Verständigung. Oft ist nur eine Zuordnung zu einer Gruppe oder Gattung möglich.

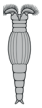
Vielfalt der Organismen im Teichmix

Der Teichmix enthält Organismen mit sehr unterschiedlichem Aufbau und unterschiedlichen Bewegungsweisen.

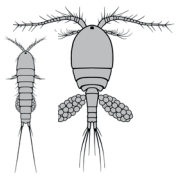


Blepharisma, Pantoffeltierchen und Spirostomum sind einzellige Wimpertierchen, die sich mithilfe von Cilien fortbewegen. Dennoch unterscheiden sie sich deutlich in Form, Farbe und Verhalten. Spirostomum kann sich beispielsweise innerhalb weniger Millisekunden stark zusammenziehen. Informationen zu Blepharisma finden sich im Hintergrund zu Lektion 10.

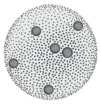
Rädertierchen und Ruderfußkrebse zeigen dagegen, dass mikroskopisch kleine Organismen nicht automatisch Einzeller sind.



Rädertierchen bewegen ihre Cilien in einem Wimpernkranz, der wie ein rotierendes Rad erscheint.



Zu den Ruderfußkrebsen gehören *Canthocamptus* und der Hüpferling *Mesocyclops*. Sie schwimmen mithilfe gegliederter Anhänge, wobei sich der Hüpferling in charakteristischen ruckartigen Sprüngen fortbewegt.



Volvox ist eine Kugelalge aus vielen zusammenarbeitenden Zellen (Kolonie), die sich zum Licht hin bewegt. Größere Kugeln enthalten mitunter bereits Tochterkugeln.

Grenzen der Beobachtung und typische Missverständnisse

Beim Wasserentzug oder durch Wattefasern wird der Bewegungsraum eingeschränkt. Das erleichtert zwar die Beobachtung schneller Organismen, verändert jedoch ihr natürliches Verhalten.

Werden im Teichmix keine Organismen gefunden oder passt eine Beobachtung zu keinem Eintrag, sollte eine neue Probe untersucht beziehungsweise der Organismus als „nicht bestimmt“ dokumentiert werden. Hinweise zur Fehlersuche beim Mikroskopieren stehen in Lektion 10.

Typische Missverständnisse sind:

- Ein einzelnes Merkmal genügt für eine sichere Bestimmung.
- Ein Organismus muss genau wie die Abbildung aussehen.
- Alle Organismen der Bestimmungshilfe müssen im Teichmix vorkommen.
- Alle mikroskopisch kleinen Organismen sind Einzeller.
- Eine Bestimmungshilfe liefert immer eine eindeutige Artbestimmung.

11 Organismen im Teichmix

Forschungsfragen F

- Welches Problem haben die beiden?
- Wie könntest du herausfinden, welches Lebewesen du gerade siehst?



Material

Für dich	Jedes Team (4 Personen)
1 Mikroskop	1 Probe Teichmix
Objektträger	1 Pipette
Deckgläser	Papiertuch
	Bestimmungshilfe

Bonus: Watte, Pinzette

Im Teichmix findest du ganz unterschiedliche Organismen. Organismen sind Lebewesen. Genaues Beobachten hilft dir, sie zu unterscheiden. Mit der Bestimmungshilfe findest du heraus, welcher Organismus es ist.

70

Zu den Forschungsfragen

F

- **Welches Problem besteht**:
  - Unklar, ob beide dasselbe Lebewesen meinen: „schnell“, „lang“ oder „rosa“ keine eindeutigen Beschreibungen.
  - Verschiedene Organismen können dieselben Merkmale zeigen.
- **Welches Vorgehen**:
  - Genaues Beobachten und Dokumentieren z.B. von Form, relative Größe, Farbe, Bewegung. Hilfreich sind besondere Merkmale bzw. Merkmalskombinationen.
  - Merkmale mit Bestimmungshilfe vergleichen und Lebewesen identifizieren.
  - Wissenschaftlicher Name ermöglicht eindeutige Benennung.

Forsche selbst

Hole das Material.

M1 F1

1. Präparat herstellen und mikroskopieren

- Stelle ein Nasspräparat mit einer Probe aus dem Teichmix her.
- Untersuche das Präparat unter dem Mikroskop.
- Möglicherweise musst du mehrere Versuche unternehmen, um ein Organismus zu finden. Entnimm dazu die Probe aus unterschiedlichen Bereichen des Behälters. Versuche es so lange, bis du einen Organismus gefunden hast.

Tipp

- Bewege den Objektträger möglichst wenig und stelle das Bild scharf, sobald ein Lebewesen ins Sichtfeld schwimmt.
- Nutze das Hell- und Dunkelfeld, um die Lebewesen zu beobachten.



Bonus: Verlangsamung

Um die Lebewesen im Teichmix besser beobachten zu können, kannst du sie etwas verlangsamen. Wähle eine der folgenden Möglichkeiten aus.

Wasser entziehen

Sauge mit einem Papiertuch vorsichtig etwas Wasser von der Probe ab. Die Lebewesen haben dann weniger Platz zum Bewegen und verteilen sich nicht mehr so stark.

Watte

Lege einige Wattefasern auf die Probe. Die Lebewesen bleiben zwischen den Fasern hängen und bewegen sich langsamer.

D M2 F2

Zu Aufgabe 1

M1
- Mehrere saubere Objektträger und Deckgläser bereithalten.
- Besonders gut sichtbare Funde: Präparat und Mikroskopeinstellung möglichst unverändert lassen und weiteren Lernenden Einblick ermöglichen.

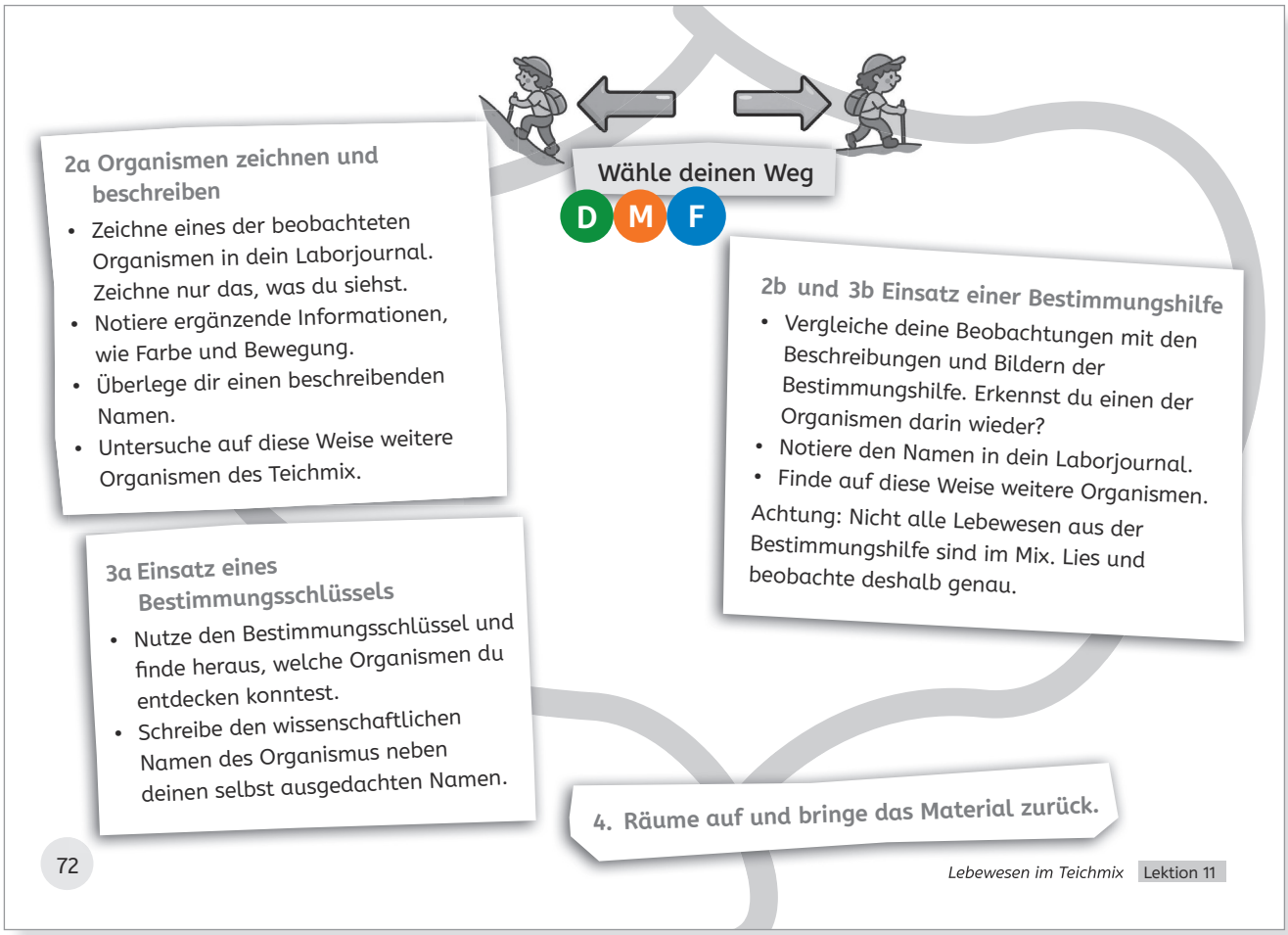
F1
- Art und Anzahl der Funde sowie Verteilung nicht immer gleich (vgl. Hintergrund).
- Passive Verlagerung durch Wasserströmungen nicht mit Eigenbewegung verwechseln (vgl. Hintergrund).
- Durchsichtige Organismen oft im Dunkelfeld kontrastreicher, gefärbte oder deutlich strukturierte Organismen häufig im Hellfeld besser erkennbar (vgl. Hintergrund).

Zum Bonus

D
- Natürliche Bewegung zuerst beobachten. Veränderte Bewegung nach der Verlangsamung nicht als ursprüngliches Verhalten dokumentieren.

M2
- Nur eine Methode pro Präparat anwenden. Für die zweite Methode neues Präparat herstellen.
- Wasser vorsichtig am Rand des Deckglases abziehen. Präparat nicht austrocknen lassen.
- Nur wenige, auseinandergezupfte Wattefasern in den Tropfen legen, anschließend Deckglas auflegen.Nicht drücken!

F2
- Verlangsamung durch begrenzten Bewegungsraum bzw. Hindernisse (vgl. Hintergrund).



Zu den Aufgaben 2 und 3

D

- Beide Wege verfolgen dasselbe Ziel:Organismen des Teichmix beobachten, beschreiben und bestimmen.
  - **Weg a** (fordernder): Erst selbstständig beobachten, zeichnen und beschreiben. Danach mit dem Bestimmungsschlüssel bestimmen.
  - **Weg b** (fördernder): Beim Beobachten direkt mit Bildern und Beschreibungen abgleichen und bestimmen.
- Wege nach Unterstützungsbedarf auswählen lassen oder gezielt zuweisen. Nicht als leicht und schwer kennzeichnen.

M

- Bestimmungshilfen einschließlich Bestimmungsschlüssel im Vierer-team teilen. Nutzung im Viererteam abstimmen. Wartezeit für weitere Beobachtungen nutzen.
  - **Weg a**: Bestimmungshilfe erst nach Abschluss von 2a einsetzen.
  - **Weg b**: Bestimmungshilfe bereits zu Beginn einsetzen.

F

- Bestimmung nur bei mehreren übereinstimmenden Merkmalen. Bildähnlichkeit allein nicht ausreichend (vgl. Hintergrund).
- Nicht eindeutig bestimmbare Funde als solche festhalten.

Forschungskonferenz

Tausche dich mit anderen Forschungsteams aus.

- Was konntest du beim Mikroskopieren des Teichmixes beobachten?
- Welche Organismen konntest du im Teichmix entdecken? Vergleiche mit anderen Teams, ob auch sie diese Organismen entdeckt haben.
- Woran konntest du erkennen, dass es sich um den gleichen Organusmus handelt?



Was nimmst du aus dieser Lektion mit?

Zur Forschungskonferenz

D

- Eigene Beobachtungen und Informationen aus der Bestimmungshilfe trennen. Nur tatsächlich Beobachtetes als eigenen Fund nennen.
- Unterschiedliche Funde und unsichere Zuordnungen zulassen. Vergleiche anhand beobachteter Merkmale begründen. Keine einheitliche Liste oder Einigung erzwingen.

M

- Zunächst im Viererteam:
  - Zeichnungen und Beschreibungen vergleichen, vermutlich gleiche Organismen zusammenfassen.
  - Für jeden Organismus einen Namen und zwei oder drei übereinstimmende Merkmale festhalten.
- Im Plenum oder mit einem anderen Team Ergebnisse vergleichen. Neue Organismen und unklare Zuordnungen ergänzen.

F

- Ein einzelnes gemeinsames Merkmal reicht oft nicht aus, da Ansichten durch Lage und Bewegung variieren können. Erst mehrere übereinstimmende Merkmale machen denselben Organismus wahrscheinlich.
- Geeignete Merkmale sind Form, Größenverhältnisse, Farbe, Bewegungsweise und besondere Strukturen.
- Falls kein passender Eintrag in der Bestimmungshilfe möglich, Fund dann als nicht bestimmt festhalten.

Forsche weiter

Bestimmungsbuch erstellen

- Teilt die von euch beobachteten Lebewesen einzelnen Teams zu.
- Nehmt ebenso Blepharisma aus Lektion 10 mit dazu.
- Vergleicht eure Beobachtungen und erstellt daraus einen gemeinsamen Eintrag. Dies kann ein kleiner Steckbrief oder eine Beschreibung sein. Fertigt zusätzlich Zeichnungen an.
- Fasst alle Einträge zu einem Bestimmungsbuch zusammen.

Schneller oder langsamer?

Manche Lebewesen bewegen sich sehr schnell, andere langsam. Beobachte mehrere Lebewesen im Teichmix. Ordne sie von langsam nach schnell.

Wasserproben untersuchen

Untersuche Wasser zum Beispiel aus Aquarium, Teich, Vase, Regentonne oder einer Pfütze. Nimm Proben aus verschiedenen Bereichen des Wassers, um Lebewesen zu entdecken.

- Wie viele unterschiedliche Formen, Bewegungen und Besonderheiten kannst du entdecken?
- Kannst du einige Lebewesen aus dem Teichmix wiederentdecken?
- Verfasse zu jedem neuen Lebewesen einen Eintrag für euer Bestimmungsbuch.

Es kann sich lohnen, das Wasser nach einigen Tagen erneut zu untersuchen. Gib dazu etwas Heu, Laub oder ein Bio-Salatblatt als Nahrung in das Wasser. Welche Veränderungen vermutest du zu entdecken? Mikroskopiere erneut. Was kannst du beobachten?

Ein Jahr im Leben eines Pantoffeltierchens

Pantoffeltierchen leben in Teichen. Doch ein Teich verändert sich im Laufe des Jahres. Überlege, was es für das Pantoffeltierchen bedeutet, wenn

- es Winter wird,
- der Teich teilweise austrocknet oder
- Schmutz ins Wasser gelangt.

Vermute zunächst und recherchiere anschließend.

Ein neues Teichlebewesen

Lass deiner Fantasie freien Lauf und erfinde ein neues Lebewesen für den Teich. Es darf Merkmale von verschiedenen Lebewesen aus dem Teichmix haben oder ganz anders aussehen.

- Wie sieht es aus?
- Wie bewegt es sich?
- Welche besonderen Merkmale hat es?

Zeichne dein Lebewesen und gib ihm einen Namen.

Abenteuerreise im Teich

Stell dir vor, du bist so klein wie ein Mikroorganismus im Teichmix. Beschreibe einen Tag in deinem Leben.

- Wem begegnest du im Teich?
- Welche Gefahren gibt es?
- Was erlebst du?

Wie klingt Bewegung?

Jedes Lebewesen bewegt sich anders. Wähle ein Lebewesen aus dem Teichmix.

- Überlege, welche Geräusche zu seiner Bewegung passen.
- Erfinde einen kurzen Rhythmus oder Klang.

Selbstständig untersuchen, Merkmale dokumentieren und Organismen bestimmen

Die Lektion bündelt viele der zuvor aufgebauten Fähigkeiten: Die Lernenden stellen selbstständig ein Nasspräparat aus einer unbekannten Probe her, mikroskopieren bewegliche Organismen, beobachten gezielt deren Merkmale und nutzen diese für eine Bestimmung. Besonders aussagekräftig ist deshalb nicht nur, ob ein Organismus richtig bestimmt wurde, sondern wie systematisch beobachtet, dokumentiert, verglichen und die Bestimmung begründet wurde.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Präparieren und mikroskopieren**: selbstständig ein Nasspräparat aus dem Teichmix herstellen, geeignete Bereiche der Probe untersuchen und bewegliche Organismen durch angepasstes Fokussieren und gegebenenfalls Hell- und Dunkelfeld sichtbar machen.
- **Systematisch beobachten**: mehrere Organismen gezielt nach Merkmalen wie Form, Farbe, relativer Größe und Bewegung untersuchen und Merkmale auswählen, die zur Unterscheidung hilfreich sind.
- **Dokumentieren:** charakteristische Merkmale und Verhaltensweisen nachvollziehbar festhalten und dabei zwischen eigener Beobachtung und Informationen aus der Bestimmungshilfe unterscheiden.
- **Bestimmungsschlüssel bzw. -hilfe nutzen**: eigene Beobachtungen mit Schlüssel, textlichen oder bildlichen Informationen der Bestimmungshilfe abgleichen und mehrere übereinstimmende Merkmale für eine Zuordnung heranziehen.
- **Bestimmen und begründen**:Organismen fachlich benennen und erläutern, welche beobachteten Merkmale für die Zuordnung ausschlaggebend waren. Nicht eindeutig bestimmbare Funde können als solche festgehalten werden.
- **Vielfalt wahrnehmen und vergleichen**: unterschiedliche Organismen hinsichtlich Aufbau, Erscheinungsbild und Bewegung vergleichen und erkennen, dass im Teichmix verschiedene Formen mikroskopisch kleiner Lebewesen vorkommen.

Differenzierte Wege zur Bestimmung

Für die Einschätzung des Lernerfolgs ist zu berücksichtigen, dass die Lernenden **zwei unterschiedliche Wege mit verschieden starker Unterstützung** nutzen können. Beide verfolgen dasselbe Ziel: Organismen beobachten, beschreiben und bestimmen,

- **Weg a:** Die Lernenden beobachten zunächst selbstständig, zeichnen und beschreiben einen Organismus und vergeben einen beschreibenden Namen. Erst anschließend bestimmen sie ihn mithilfe des Bestimmungsschlüssels. Hier lässt sich besonders gut beobachten, welche Merkmale sie unabhängig von der Bestimmungshilfe selbst erkennen und auswählen.
- **Weg b**: Die Lernenden gleichen ihre Beobachtungen bereits während des Mikroskopierens mit Bildern und Beschreibungen der Bestimmungshilfe ab. Hier ist besonders aussagekräftig, wie gezielt sie Beobachtung und vorgegebene Informationen miteinander vergleichen.

Der gewählte Weg ist dabei **kein Maß für den Lernerfolg**. Entscheidend ist, ob die Lernenden die jeweils verfügbare Unterstützung sinnvoll für eine nachvollziehbare Bestimmung nutzen

Laborjournal und Dokumentation

Je nach gewähltem Weg entstehen unterschiedliche, aber gleichermaßen aussagekräftige Arbeitsprodukte:

- **Weg a:** Zeichnung, Beschreibung und selbst gewählter Name können zeigen, wie genau ein Organismus zunächst unabhängig von der Bestimmungshilfe beobachtet wurde. Der später ergänzte fachliche Name macht den anschließenden Bestimmungsprozess sichtbar
- **Weg b**: Die notierten Bestimmungsergebnisse zeigen, ob beobachtete Merkmale mit Beschreibungen und Bildern der Bestimmungshilfe nachvollziehbar abgeglichen wurden.

Die **Forschungskonferenz** bietet ergänzend die Möglichkeit zu beobachten, ob die Lernenden ihre Funde vergleichen und anhand charakteristischer Merkmale begründen können, wann sie vom gleichen Organismus sprechen.

12 Ein Fall für die 3 Lupen

Kern der Lektion

Im Mittelpunkt der Lektion steht die selbstständige Anwendung und Vernetzung der bisher erworbenen Kenntnisse und Arbeitsweisen. In einem Detektivfall untersuchen die Lernenden verschiedene Hinweise, wählen passende Verfahren aus und begründen ihre Zuordnungen. Dabei reflektieren sie die zentralen Erkenntnisse der Einheit, ihren Lernweg und ihren Forschungserfolg.

- Kenntnisse und Methoden aus den vorherigen Lektionen selbstständig anwenden
- Beschreibende Angaben und mikroskopische Merkmale als Hinweise auswerten und dokumentieren
- Unbekannte Proben präparieren, mikroskopieren, mit Vergleichsproben abgleichen und zuordnen
- Einzelne Untersuchungsergebnisse zusammenführen und eine begründete Schlussfolgerung ziehen
- Wissen zu Druckraster und Linseneigenschaften auf einen neuen Fall übertragen (Bonus)

Forschungsaufträge im Überblick

1. Befragung der Verdächtigen: Befragungsprotokolle auswerten und beschreibende Hinweise in die Falltabelle eintragen (AB 12)
2. Gewebeanalyse: Mikroskopisches Bild manhand beschriebener Eigenschaften vergleichen und einem Gewebe zuordnen (AB 12)
3. Spurenvergleich: Unbekanntes Fundstück präparieren und mikroskopieren, mit Vergleichsproben abgleichen und zuordnen (AB 12)
4. Gemischanalyse: Gemisch mikroskopieren, Bestandteile mithilfe des bekannten Bestimmungs schlüssels bestimmen und zuordnen (AB 12, Bestimmungsschlüssel *Unbekannte Proben*)

Aushang untersuchen: Schriftprobe mikroskopieren und und anhand bekannter Druckstrukturen ihre Entstehung erschließen

Die falsche Lupe: Bekannte Linseneigenschaften auf eine nicht vergrößernde Lupe übertragen und Unterschiede erklären

Material & Vorbereitung

(Pro 2 Personen)

	1	Mikroskop
	1	Kammerobjektträger
		flache Objektträger (Anzahl abhängig von Vergleichsproben)
		Deckgläser (Anzahl abhängig von Vergleichsproben)
	1	Arbeitsblatt 12: *Falltabelle*

Material & Vorbereitung

(Pro 2 Personen)

1	Probenset „unbekanntes Fundstück“: • Fundstück: Zwiebelschale (aus Lektion 10) • Vergleichsproben, z. B.: Backpapier, Anspitzspan, braunes Papier, Filterpapier, Seidenpapier, trockens braunes Laubblatt
1	Gemischprobe (Kochsalz und Bittersalz) in Gefäß mit „Probenschiffchen“
1	Bestimmungsschlüssel *Unbekannte Proben* (Kopiervorlage Lektion 7)
	Bekennerschreiben für Fallauflösung (Kopiervorlage)
1	Schriftprobe (Bonus)

Vorbereitung

- Arbeitsblatt 12 für alle Lernenden kopieren.
- Je nach Gruppe „Befragung der Verdächtigen“ ggf. kopieren, damit Lernende wichtige Merkmale unterstreichen können.
- Vergleichsproben mit ähnlicher mikroskopischer Struktur wie Zwiebelschale vorbereiten (Ideen s. Probenset „unbekanntes Fundstück“). Alle Proben in ähnlich kleine Schnipsel vorbereiten, mit Buchstaben kennzeichnen und neutral ausgeben (z.B. kleine Tüte/Gefäß).
- Koch- und Bittersalz als Gemischproben für die Gemischanalyse vorbereiten. Kann auch für die gesamte Klasse bereitgestellt werden statt nur für Zweiergruppe. Bau des Probenschiffen s. Lektion 7.
- Bekennerschreiben (Fallauflösung) ausdrucken und bereithalten (z.B. in einem Briefumschlag). Hinweis: Seite 1 allgemeine Fallauflösung, Seite 2 Auflösung für Bonus
- Empfehlung: Alle Fundstücke und Gemischproben vorab selbst mit dem verwendeten Mikroskop untersuchen und prüfen, ob die vorgesehenen Zuordnungen eindeutig möglich sind.
- Bonus: Schriftprobe selbst herstellen (großzügige Buchstaben/kurzes Wort mit Fineliner), Schnipsel vorbereiten und vorab prüfen, ob sich Schrift deutlich von gedruckter Schrift unterscheiden lässt (Rückbezug Lektion 5: „Gedruckt oder geschrieben?“)

Hinweise

- Sozialform: In Zweitergruppen (Empfehlung).
- Für die vollständige Spurensuche einschließlich Auswertung und Forschungskonferenz eine Doppelstunde einplanen. Bonusaufgaben bei Bedarf auslagern.
- Die Proben erst passend zur jeweiligen Spur ausgeben, damit spätere Hinweise nicht vorweggenommen werden.
- Die Auflösung erst herausgeben, wenn die Lernenden ihre Entscheidung anhand der gesammelten Hinweise begründet haben.
- Die Lektion eignet sich als zusammenfassende Anwendungsaufgabe und kann – in Einzelarbeit – auch als praktische Leistungsaufgabe eingesetzt werden.
- Abschließende Forschungskonferenz nicht nur zur Falllösung nutzen, sondern auch als Reflexion der Einheit.
- Die Vergleichsproben können zentral oder an mehreren Materialstationen bereitgestellt werden.

Bekannte Arbeitsweisen vernetzt anwenden

Lektion 12 führt keine neue Untersuchungsmethoden ein. Die Lernenden wenden stattdessen ihre Kenntnisse und Fertigkeiten aus der gesamten Einheit auf einen zusammenhängenden Detektivfall an. Dabei müssen sie selbstständig erkennen, welche Informationen und Verfahren zur Untersuchung der jeweiligen Spur geeignet sind. Der Fall gibt den einzelnen Aufgaben einen gemeinsamen Zweck und macht sichtbar, wie Beobachten, Vergleichen, Bestimmen und Schlussfolgern zusammenwirken.

Von einzelnen Hinweisen zur Falllösung

Eine begründete Falllösung entsteht nicht durch einen einzelnen Fund, sondern erst, wenn mehrere Merkmale oder Hinweise übereinstimmen, wie schon beim Wiedererkennen von Blepharisma in Lektion 10 und beim Bestimmen der Organismen im Teichmix in Lektion 11. Die Lernenden tragen deshalb die Ergebnisse aus Befragung, Gewebeanalyse, Spurenvergleich und Gemischanalyse zusammen und prüfen sie auf Übereinstimmungen.

Beim Gewebe- und Spurenvergleich greifen sie auf das Vorgehen aus Lektion 7 zurück: Sie vergleichen unbekannte Proben mit Vergleichsproben unter möglichst gleichen Bedingungen und unterscheiden dabei zwischen Beobachtung, Zuordnung und Schlussfolgerung. Eine Probe kann einer Vergleichsprobe ähneln, ohne allein zu beweisen, von welcher Person sie stammt.

Die Falltabelle unterstützt dabei, die einzelnen Ergebnisse zunächst getrennt zu dokumentieren und erst anschließend miteinander zu verknüpfen. Wie bei der Bestimmung der Organismen in Lektion 11 sollten widersprüchliche oder nicht eindeutig zuordenbare Beobachtungen offengehalten und nicht passend gemacht werden..

Selbstständigkeit und Fehlerkontrolle

Die offene Anwendung bekannter Verfahren zeigt, wie sicher die Lernenden inzwischen präparieren und mikroskopieren können. Beim Einstellen des Mikroskops greifen sie auf die seit Lektion 4 erworbenen Fertigkeiten zurück, bei der Präparation auf die in Lektion 6 erprobten Techniken. Bei der Gemischanalyse nutzen sie den Bestimmungsschlüssel aus Lektion 7. In den Bonusaufgaben übertragen sie ihr Wissen zu Linseneigenschaften aus Lektion 3 und zu Druckrastern aus Lektion 5.

Lernweg reflektieren und Leistung einschätzen

Die abschließende Forschungskonferenz dient sowohl der Fallauflösung als auch der Reflexion. Die Lernenden können benennen, welche Methoden sie sicher anwenden, wo sie Unterstützung benötigten und welche Erkenntnisse aus der Einheit ihnen bei der Spurensuche geholfen haben.

Die Lektion kann auch in Einzelarbeit als praktische Leistungsaufgabe genutzt werden. Bewertet werden sollten neben der Falllösung vor allem das methodische Vorgehen, die Dokumentation, der sachgerechte Umgang mit dem Mikroskop und die Begründung der Zuordnungen.

Spur	Li Ferra	Nico Hungrig	Lei Tung
Spur 1: Gewebeanalyse Ergebnis: Wollfaser 	✓ Der Wollpullover gehört Li Ferra.	✓ Nico Hungrig fand und transportierte den Pullover.	● Lei Tung nahm den Pullover entgegen.
Spur 2: Spurenvergleich Ergebnis: braune Zwiebelschale 	✓ Schnitt Zwiebeln für das Mittagessen.	✓ Düngte und erntete Zwiebeln.	– Kein Hinweis auf Zwiebelschalen.
Spur 3: Gemischanalyse Ergebnis: Kochsalz und Bittersalz 	● Nur Kochsalz: gab Nico Salz für die Koch-AG.	✓ Holte Kochsalz für die Koch-AG und verwendete Bittersalz zum Düngen.	● Nur Kochsalz: aß ein Ei mit Salz.
Bonus: Aushang untersuchen Ergebnis: gedruckte Schrift 	– Kein Hinweis auf den Ausdruck.	✓ Nico Hungrig nutzte Lei Tungs Drucker für den neuen Speiseplan.	● Der Ausdruck stammt aus ihrem Drucker.

Fallösung



Erst die Verbindung mehrerer Spuren führt zur Fallösung:

- Die Wollfaser passt zum verschwundenen Wollpullover.
- Da alle drei Personen einen Bezug zu diesem Pullover haben, ermöglicht die Spur keine eindeutige Zuordnung.
- Nur Nico hat einen Bezug zu beiden Bestandteilen des Gemischs.

Nico Hungrig änderte den Speiseplan mit Lei Tungs Drucker.
Lei Tung wusste von der Änderung und verhinderte sie nicht.

12 Ein Fall für die 3 Lupen

Forschungsfragen

D M

- Was ist passiert?
- Wie kannst du herausfinden, wer den Speiseplan verändert hat?



Material

Für dich

1 Mikroskop
1 Kammerobjektträger
flache Objektträger
Deckgläser
unbekannte Fundstücke
Gemischprobe
Arbeitsblatt 12: *Falltabelle*
Bonus: Schriftprobe

Unerhört,
Suppe statt Pizza!
Jemand hat den Speiseplan verändert. Doch es wurden Spuren am Tatort hinterlassen und drei verdächtige Personen wurden gesehen.
Unterstütze „Die 3 🔍“ in diesem Fall!

76

Zu den Forschungsfragen

D

- **Was ist passiert?** Fallsituation anhand von Bild und Einführungstext erschließen. Sichern, dass der Speiseplan von Pizza auf Suppe verändert wurde und die verantwortliche Person gesucht wird.
- **Wie kannst du es herausfinden?** Erste Ideen zur Aufklärung sammeln, aber noch keine konkreten Spuren vorstellen und Vermutungen nicht bewerten:
  - Verdächtige befragen und Aussagen prüfen
  - Spuren/Fundstücke untersuchen
  - Ergebnisse zusammentragen und vergleichen

M

- Fall kann in Einzelarbeit oder Kleingruppen durchgeführt werden. Sicherstellen, dass alle Lernenden die Ergebnisse in einer eigenen Falltabelle festhalten.
- Falltabelle ggf. kurz erläutern und darauf hinweisen, dass ein Hinweis zu mehreren Personen passen kann.

Forsche selbst

1. Befragung der Verdächtigen

Alle drei Verdächtigen haben ein Protokoll ausgefüllt. Lies alle Protokolle genau. Nutze sie später, um deine Untersuchungsergebnisse den verdächtigen Personen zuzuordnen.



- Name: *Nico Hungrig*
- Funktion: *Leitung der Garten- und Koch-AG*
- Ich hätte lieber: ☐ Pizza ☒ Suppe
- da *ich das für viel gesünder halte.*
- Heute Vormittag *war ich im Schulgarten und habe die Zwiebeln gedüngt und einige geerntet. Dabei fing es an zu regnen. Deshalb habe ich eine Pause gemacht, um einen gefundenen Pullover zur Schulleitung zu bringen. Auf dem Rückweg habe ich Salz von Li Ferra geholt.*



- Name: *Li Ferra*
- Funktion: *Küchenpersonal*
- Ich hätte lieber: ☐ Pizza ☒ Suppe
- da *ich noch viel Gemüse übrig habe.*
- Heute Vormittag *habe ich Zwiebeln für das Mittagessen geschnitten. Danach habe ich die Küche gereinigt. Dabei habe ich gemerkt, dass mein Wollpullover weg ist. Kurz vorher hatte Nico Hungrig Salz für die Koch-AG geholt.*



- Name: *Lei Tung*
- Funktion: *Schulleitung*
- Ich hätte lieber: ☐ Pizza ☒ Suppe
- da *ich keine Pizza mag.*
- Heute Vormittag *war ich in meinem Büro und habe ein Ei mit Salz gegessen. Nico Hungrig kam vorbei, gab mir einen gefundenen Pullover und holte sich einen Ausdruck aus meinem Drucker.*

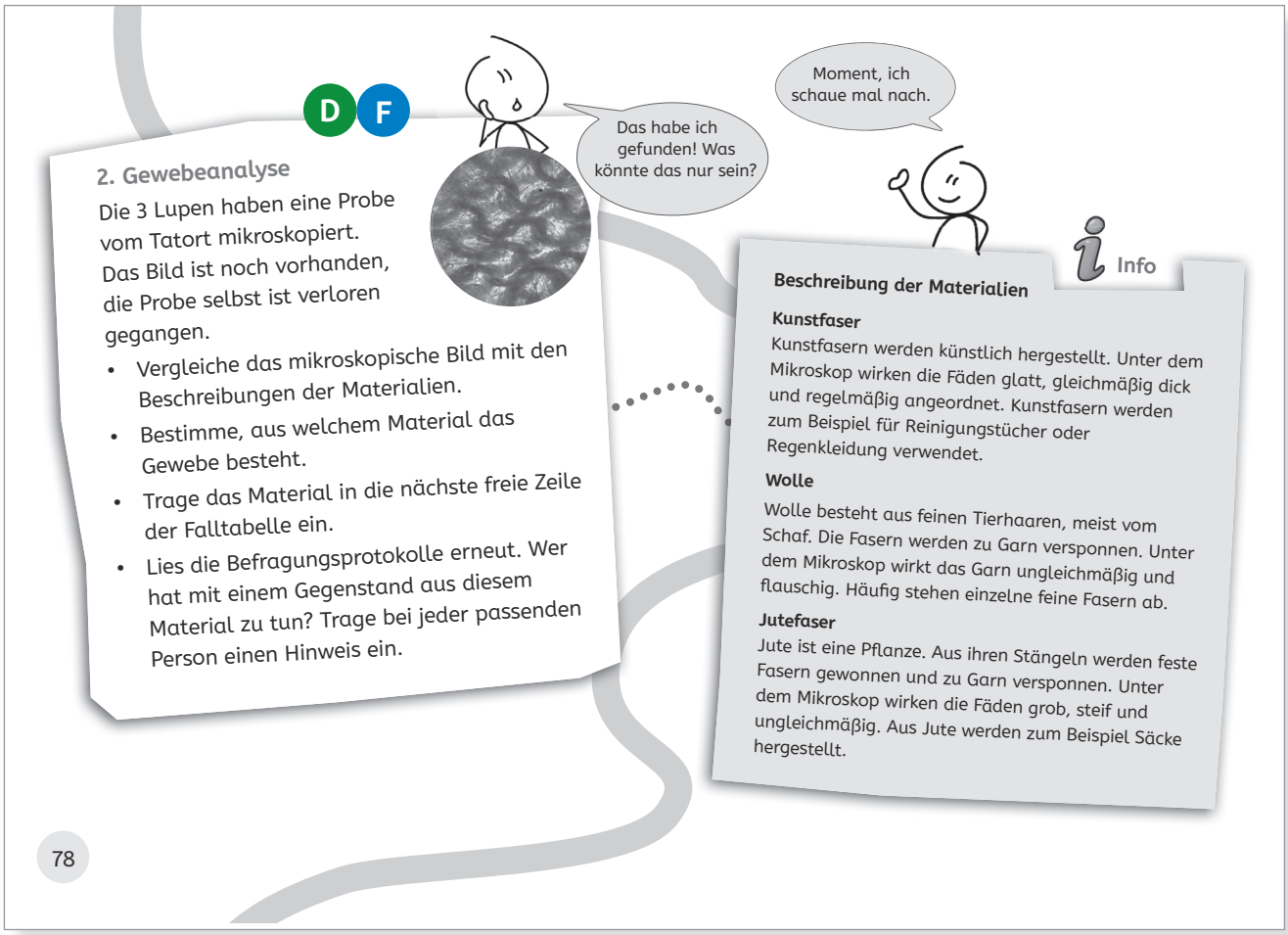
Zu Aufgabe 1

D

- Befragungsprotokolle als Informationsgrundlage für alle folgenden Untersuchungen einführen. Noch keine Person festlegen.
- Inhaltliches Verständnis sichern. Wo war die Person? Was hat sie gemacht? Welche Gegenstände oder Stoffe nennt sie? Wem ist sie begegnet?
- Sichern, dass alle drei Personen Suppe bevorzugen. Die Vorliebe liefert daher keinen entscheidenden Hinweis. Nicht nach Lügen oder Widersprüchen suchen lassen. Entscheidend sind die Verbindungen der Personen zu den später bestimmten Spuren.
- Begriffe bei Bedarf klären, z.B. „düngen“, „Koch-AG“ und „Ausdruck“.

M

- Seite bei Bedarf kopieren und Angaben zu Handlungen, Gegenständen und Begegnungen (in unterschiedlichen Farben) markieren lassen.



Zu Aufgabe 2

D

- Dreischrittige Arbeitsweise für alle folgenden Untersuchungen einführen:
  1. Untersuchungsergebnis bestimmen
  2. Passende Angaben in Befragungsprotokollen suchen
  3. Angaben den zutreffenden Personen zuordnen und in der Falltabelle festhalten
- Beim Vergleich auf kennzeichnende Merkmale lenken: Sind die Fasern glatt und regelmäßig, flauschig oder grob und steif?
- Bestimmung anhand des Bildes und der Materialbeschreibung begründen lassen.

F

- **Erwartetes Ergebnis:** Wolle. Erkennbar an den ungleichmäßigen, flauschigen Fasern mit abstehenden feinen Fasern.
- Die Wollfaser verweist auf den verschwundenen Wollpullover. Der Hinweis passt zu allen drei Personen und ermöglicht noch keine eindeutige Zuordnung:
  - Li Ferra gehört der Pullover.
  - Nico Hungrig fand und transportierte ihn.
  - Lei Tung nahm ihn entgegen.

D1 M1 F1

3. Spurenvergleich



Die 3 Lupen haben am Tatort ein weiteres Fundstück mikroskopiert, wissen aber noch nicht, um was es sich handelt. Zum Vergleich stehen verschiedene Proben zur Verfügung.

- Lass dir die Vergleichsproben geben.
- Betrachte jede Probe unter dem Mikroskop. Vergleiche das, was du siehst, mit dem Bild des Fundstücks.
- Entscheide, welche Vergleichsprobe zum Bild passt. Bestimme den Gegenstand.
- Trage den Gegenstand in die nächste freie Zeile der Falltabelle ein.
- Lies die Befragungsprotokolle erneut. Welche Personen hatten mit diesem Gegenstand zu tun? Trage bei jeder passenden Person einen Hinweis ein.

D2 M2 F2

4. Gemischanalyse

Die 3 Lupen haben am Tatort eine weitere Probe sichergestellt, die aber noch nicht untersucht wurde.

- Lass dir die Gemischprobe geben und betrachte sie unter dem Mikroskop.
- Überlege, woran dich die Bestandteile erinnern. Suche eine passende Hilfe und bestimme damit die Bestandteile des Gemischs.
- Trage jeden Bestandteil in die nächste freie Zeile der Falltabelle ein.
- Lies die Befragungsprotokolle erneut. Wer hat mit den Bestandteilen zu tun? Denke auch daran, wofür sie genutzt wurden. Trage bei jeder passenden Person einen Hinweis ein.

Zu Aufgabe 3

D1

- An dreischrittige Arbeitsweise erinnern (s. Aufgabe 2).
- Vergleich anhand des mikroskopischen Bildes begründen lassen.

M1

- Probe und Vergleichsproben vorher selbst zusammenstellen (vgl. Vorbereitung).
- Wahlweise verdeckt mit Buchstaben oder offen mit Bezeichnungen anbieten. Bei offenen Bezeichnungen vorab Vermutungen notieren.

F1

- **Erwartetes Ergebnis:** braune Zwiebelschale. Erkennbar an gleichmäßiger Färbung und dicht nebeneinanderliegenden, parallel verlaufenden Längsstrukturen. Passt zu:
  - Li Ferra hat Zwiebeln geschnitten.
  - Nico Hungrig hat Zwiebeln gedüngt und geerntet.

Zu Aufgabe 4

D2

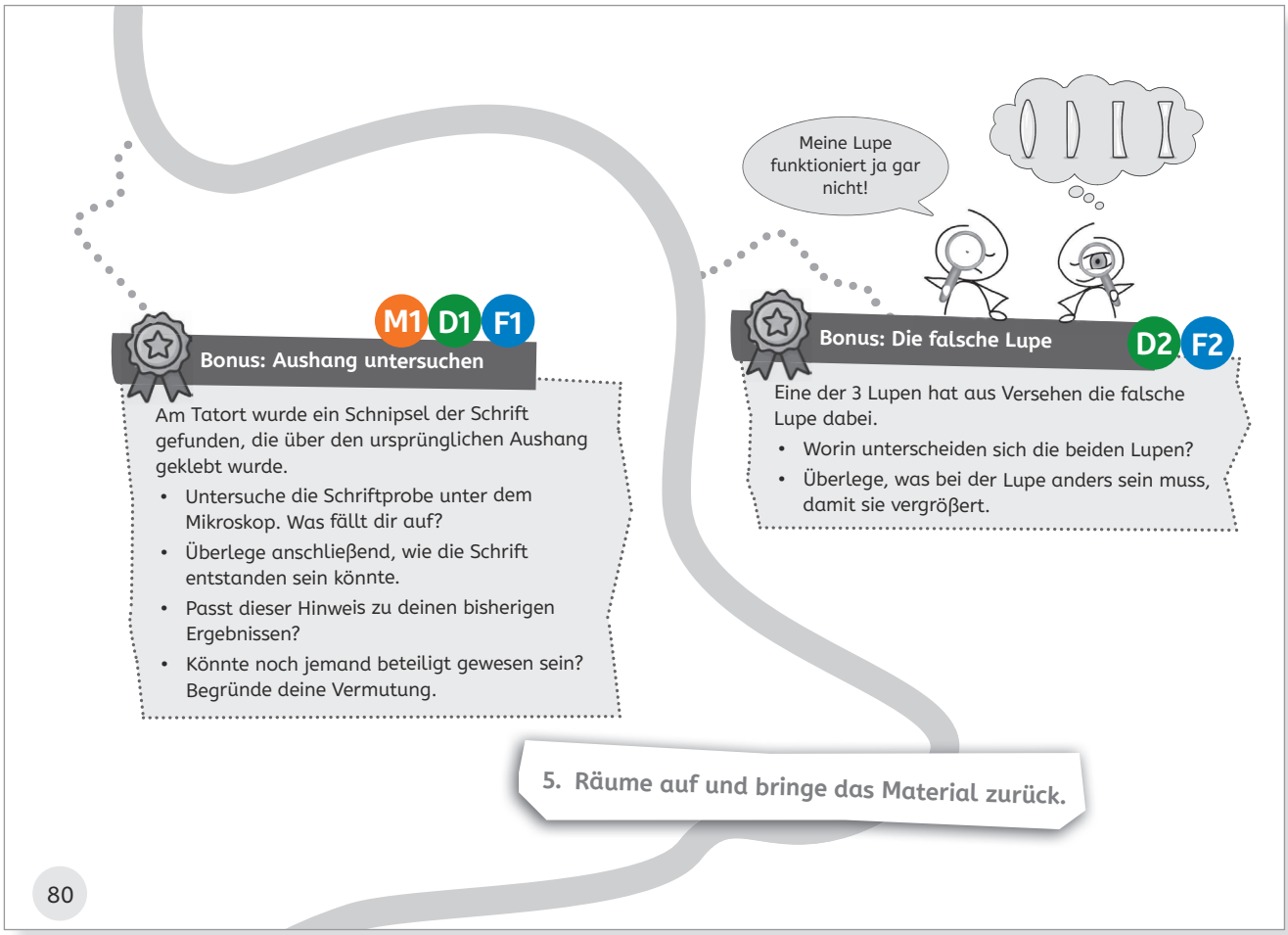
- An dreischrittige Arbeitsweise erinnern (s. Aufgabe 2).
- Lernende möglichst selbst erkennen lassen, dass der Bestimmungsschlüssel aus Lektion 7 benötigt wird. Bei Bedarf fragen: „Kennst du diese Stoffe aus einer früheren Untersuchung?“, „Wie werden diese Stoffe eingesetzt?“.

M2

- Gemisch so portionieren, dass jede Teilprobe Kochsalz und Bittersalz enthält.

F2

- **Erwartetes Ergebnis:** Kochsalz und Bittersalz. Erkennbar an den unterschiedlichen Kristallformen.
- Verwendung: Kochsalz zum Würzen, Bittersalz als Dünger (Natron zum Reinigen, Alaun zur Wasserreinigung). Passt zu:
  - Li Ferra gab Nico Hungrig Salz.
  - Nico Hungrig holte Salz für die Koch-AG und düngte mit Bittersalz die Zwiebeln.
  - Lei Tung aß ein Ei mit Salz.



Zum Bonus Aushang

D1

- Zweischrittige Arbeitsweise: Erst sichtbare Merkmale beschreiben, dann Entstehung der Schrift erklären (Bei Bedarf an die Druckraster aus Lektion 5 erinnern).
- Verdeutlichen, dass der Drucker einen Hinweis liefert, aber die verantwortliche Person nicht beweist.

M1

- Gedruckte Schriftprobe mit gut sichtbarem Druckraster vorbereiten und vorab mikroskopisch prüfen. Bei Bedarf Fineliner-Schrift zum Vergleich anbieten.

F1

- **Erwartetes Ergebnis:** gedruckte Schrift. Erkennbar am regelmäßigen Druckraster. Passt zu:
  - Lei Tung gehört der Drucker.
  - Nico Hungrig holte einen Ausdruck aus Lei Tungs Drucker.

Zum Bonus Lupe

D2

- An die Erkenntnisse aus Lektion 2 anknüpfen. Vergleich auf die Form der Linsen richten. Wo sind sie dick, wo dünn?

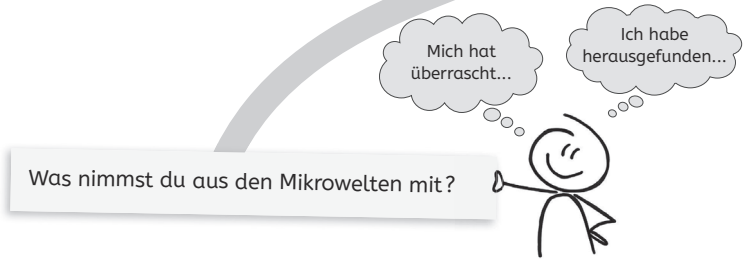
F2

- *Bezug: Linsen in der Denkblase*
- Falsche Lupe (*Linse 4*): konkave Linse (Zerstreuungslinse), in der Mitte dünner, verkleinert
- Echte Lupe (*Linse 1*): konvexe Linse (Sammellinse), in der Mitte dicker, vergrößert bei geringem Abstand zum Gegenstand.
- Zur Einordnung der restlichen Linsen:
  - *Linse 2*: konvex, aber schwächer gewölbt als Linse 1, vergrößert daher ebenfalls, jedoch schwächer
  - *Linse 3*: flach, ohne Wölbung, trotz Durchsichtigkeit keine Vergrößerung (Licht wird nicht gebündelt)

D M F

Forschungskonferenz

- Sieh dir deine Falltabelle genau an. Zu welcher verdächtigen Person passen alle vier Hinweise? Begründe deine Entscheidung.
- Du bist dir sicher? Dann hole die Lösung bei deiner Lehrkraft ab und prüfe, ob du die richtige Person überführt hast.



Zur Forschungskonferenz

D

- Falllösung aus der Zusammenschau aller Spuren ableiten. Einzelne Hinweise bleiben mehrdeutig. Begründung anhand der Falltabelle einfordern.
- Abschlussreflexion auf Erkenntnisse und Arbeitsweisen richten.

M

- Ergebnisse erst jetzt im Team vergleichen und Unterschiede klären. Lösung erst nach einer begründeten Entscheidung ausgeben.
- Abschlussreflexion als kurzes Blitzlicht, Partnergespräch oder schriftlich durchführen.

F

- **Erwartetes Ergebnis**: Nico Hungrig hat den Speiseplan verändert.
- Wolle passt zu allen Personen. Die Zwiebelschale passt zu Li Ferra und Nico Hungrig. Kochsalz passt zu allen Personen. Bittersalz passt nur zu Nico Hungrig. Damit passen nur zu Nico alle Hinweise (vgl. Hintergrund).
- Die gedruckte Schrift verweist auf Lei Tungs Drucker. Nico Hungrig holte dort einen Ausdruck. Lei Tung wusste von der Änderung, verhinderte sie aber nicht (vgl. Hintergrund).

Kenntnisse und Arbeitsweisen selbstständig anwenden und vernetzen

Die Bearbeitung des Detektivfalls zeigt, wie sicher die Lernenden Kenntnisse und Arbeitsweisen aus der gesamten Einheit inzwischen selbstständig auswählen, anwenden und miteinander verbinden. Dabei ist nicht allein die richtige Falllösung aussagekräftig. Entscheidend ist auch, wie sie Hinweise auswerten, geeignete Untersuchungsverfahren nutzen, Ergebnisse dokumentieren und mehrere Einzelbefunde zu einer begründeten Schlussfolgerung zusammenführen.

Die Lehrkraft kann beobachten, ob die Lernenden:

- **Informationen auswerten**: Hinweise aus den Befragungsprotokollen und Spuren gezielt nutzen.
- **Verfahren auswählen und anwenden**: passende bekannte Arbeitsweisen weitgehend selbstständig auswählen.
- **Untersuchen und bestimmen**: unbekannte Proben sachgerecht präparieren und mikroskopieren, mit Vergleichsproben abgleichen sowie den bekannten Bestimmungsschlüssel einsetzen.
- **Dokumentieren und schlussfolgern:** Untersuchungsergebnisse nachvollziehbar in der Falltabelle festhalten, mehrere Hinweise miteinander verknüpfen und daraus eine begründete Falllösung ableiten.
- **Prüfen und reflektieren**: die eigene Falllösung überprüfen und rückblickend einschätzen, welche Kenntnisse und Methoden aus der Einheit bei der Bearbeitung hilfreich waren..

Falltabelle und Mikroskop-Führerschein

Die **Falltabelle** macht sichtbar, wie die Lernenden bekannte Verfahren im konkreten Fall anwenden, Untersuchungsergebnisse festhalten und mehrere Hinweise zu einer begründeten Schlussfolgerung verbinden.

Als **optionaler Abschluss** der Einheit kann ergänzend ein **Mikroskop-Führerschein** eingesetzt werden. Er bündelt zentrale praktische Fähigkeiten, die im Verlauf der Einheit aufgebaut wurden, zum Beispiel:

- „Ich kann ein Präparat herstellen."
- „Ich kann ein Mikroskop scharf und gut beleuchtet einstellen."
- „Ich kann ein Präparat unter dem Mikroskop gezielt untersuchen."
- „Ich kann unterschiedliche Bereiche eines Präparats durch Fokussieren sichtbar machen."

Die Lernenden können die Aussagen zunächst zur **rückblickenden Selbsteinschätzung** nutzen. Anschließend kann der Mikroskop-Führerschein als **Zertifikat** für die erworbenen Präparations- und Mikroskopierfertigkeiten ausgegeben werden.

Arbeitsblatt 12 Name: Datum:

Fall-Tabelle

1. Trage deine Erkenntnisse zum Fall in die Tabelle ein.
Schreibe in die erste Spalte, was du bestimmt hast.
Lies die Befragungsprotokolle erneut. Trage bei jeder Person den passenden Hinweis ein. Ein Hinweis kann zu mehreren Personen passen.

Lei Tung				
Nico Hungrig				
Li Ferra				
Spur				