

# Download

Dirk Krämer

## Ernährung und Verdauung

Für Fächerverbund Physik, Chemie, Biologie

VORSCHAU

Downloadauszug  
aus dem Originaltitel:

 **netzwerk  
lernen** Auer



[zur Vollversion](#)

Handlungsorientierte Materialien  
Chemie, Biologie

# Ernährung und Verdauung

Für Fächerverbund Physik, Chemie,  
Biologie

VORSCHAU

Dieser Download ist ein Auszug aus dem Originaltitel  
Naturwissenschaften integriert: Der menschliche Körper  
Über diesen Link gelangen Sie zur entsprechenden Produktseite im Web.

<http://www.auer-verlag.de/go/dl6671>

## 2. Fächerübergreifendes, aktives Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht – ein Plädoyer

### Warum Naturwissenschaften fächerübergreifend unterrichten?

Der naturwissenschaftliche Unterricht in der Schule hat sich verändert, die Fächer Biologie, Physik und Chemie rücken näher zusammen, vernetztes Wissen wird gefordert. Das macht besonders in den ersten naturwissenschaftlichen Lernjahren Sinn, da die Schüler die Welt noch nicht in den Schubladen der Fachwissenschaften denken. Der fächerübergreifende Zugang zu naturwissenschaftlichen Themen, sei es nun im Rahmen eines integrierten Faches Naturwissenschaften oder durch Kooperation der einzelnen Fächer und entsprechend abgestimmter Gestaltung des Schulcurriculums, entspricht der natürlichen Fragehaltung und Weltsicht der Schüler. Kaum ein Schüler wird sich beim Thema „Winterschlaf der Tiere“ zur Frage nach den Möglichkeiten, Temperaturen zu messen, mit der Antwort zufrieden geben: „Das gehört zur Physik und kommt erst nächstes Jahr dran. Frag dann noch mal!“

Die aus der universitären Lehre tradierte Spezialisierung und Kategorisierung ist im Anfangsunterricht nicht nur überflüssig, sondern geradezu hinderlich. Besonders in den ersten Jahren kommt neben der Vermittlung von Basiswissen der Erzeugung einer gewissen Faszination für die Phänomene der Naturwissenschaft, ein ‚Neugierig-Machen‘ auf mehr, eine bedeutende Rolle zu. Die Naturwissenschaften sollen nicht als trocken, langweilig und gar schwierig empfunden werden, sondern als faszinierendes, den Geist anregendes ‚Welträtsel‘.

Folgende Vorteile des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts können differenziert werden:

- Naturphänomene sind im Allgemeinen komplex und in bestimmte Rahmenkontexte eingebettet, die selten in die Schublade eineszelfachs passen. Die natürliche Neugier der Lernenden stoppt nicht an den Fächergrenzen. Ein Abblocken des sich entwickelnden Interesses an bestimmten Sachfragen wirkt sich kontraproduktiv auf die Motivation der Schüler aus.
- Schlüsselprobleme der Menschheit, wie globale Erwärmung, Ressourcenknappheit oder Überbevölkerung, sind nur als fächerübergreifende Themen vermittelbar, wie auch deren mögliche Lösungen interdisziplinäre Forschungen erfordern. Gerade die häufig in Schulen praktizierte Praxis, in nahezu jedem Fach an geeigneter Stelle auf einen Teilaspekt dieser Probleme einzugehen, führt bei den Schülern schnell zu einer gewissen Desensibilisierung. Nur eine fächerübergreifende, konzertierte Bearbeitung wird der Bedeutung dieser Themenkomplexe gerecht. Es werden andere überfachliche Schlüsselqualifikationen wie Reflexionsfähigkeit oder Nachhaltigkeitskompetenz gezielt gefördert.
- Interdisziplinarität und das flexible Springen zwischen den Vorstellungen, Methoden und Anwendungen verschiedenster Forschungsrichtungen wird heute von vielen Berufsanfängern eingefordert und sollte daher schon früh praktiziert werden.
- Mädchenförderung in den Naturwissenschaften stellt sich oft als schwierig heraus. Gerade die Herauslösung von Einzelheiten aus dem Kontext, sodass der Bezug zu realen Phänomenen und Alltagsbezügen verloren geht, wie es besonders im Physikunterricht oft der Fall ist, führt speziell bei Mädchen schnell zu einer Ablehnung des ganzen Fachs. Der vernetzte Unterricht bietet hier die Chance, auch die weiblichen Schüler im vermehrten Maße anzusprechen.

### Welche Vorteile bietet die Selbsttätigkeit der Schüler?

Die Eigentätigkeit im Unterricht fördert den Lernprozess der Schüler auf vielfältige Weise.

- ➔ So ist es in der Pädagogik seit Langem bekannt, dass Lernstoffe, die nicht bloß rezipiert, sondern eigenaktiv umgesetzt wurden, wesentlich länger im Gedächtnis haften. Das Gelernte bleibt nicht abstrakt, sondern wird durch die Einbeziehung verschiedener Lernwege (visuell, haptisch, akustisch usw.) konkret, was zu einer stärkeren und vielschichtigeren Vernetzung des neuen Stoffs mit Altbekanntem führt.
- ➔ Dazu kommt der reine Zeitfaktor: Durch die eigene, aktive Untersuchung befassen sich die Schüler länger und intensiver mit dem Lernstoff, was wiederum der Nachhaltigkeit des Lernerfolgs dient.
- ➔ Ein auf diese Weise handlungsorientiert aufgebauter Unterricht mit vielen praktischen Aufgaben fördert zudem das vernetzte Denken in den verschiedenen Kontexten der einzelnen Natur- und auch Geisteswissenschaften, sowie die Notwendigkeit, zwischen diesen Kontexten zu wechseln und neue Verbindungen zwischen ihnen herzustellen. Gerade diese Fähigkeit ist für echtes problemlösendes Denken eine wichtige Voraussetzung.
- ➔ Ein weiterer bedeutender Vorteil dieser Form des Lernens ist die Förderung der Selbstverantwortung für den Lernprozess. Durch die Übertragung von Verantwortung wird den Schülern zugleich auch Vertrauen entgegengebracht. Diese Wertschätzung fällt den Schülern positiv auf.
- ➔ Die Rolle des Lehrers ändert sich in diesen Phasen des Unterrichts weg von einer Zentralfigur, die den Takt des Lernens angibt, hin zu einem Lernbegleiter, dessen Aufgabe die individuelle Betreuung einzelner oder kleiner Gruppen auf ihrem eigenen Lernweg ist. Das kann, nachdem sich die Schüler an eine solche Form des Lernens gewöhnt haben, eine Entlastung für den Lehrer bedeuten.
- ➔ Nicht zuletzt ist das selbsttätige Arbeiten ideal für Gruppen- und Partnerarbeit. Die in diesen Arbeitsformen eingeforderte überfachliche Kooperationskompetenz, die Rücksichtnahme, Verantwortung, Arbeitsteilung und Kommunikationsfähigkeit einschließt, kann gezielt über einen längeren Zeitraum trainiert werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Selbsttätigkeit der Schüler viele der für einen modernen, schülerorientierten Unterricht geforderten Eigenschaften beinhaltet. Die auf diese Weise erzeugte intrinsische Motivation der Schüler fördert ein konstruktives Lernklima, welches für Lehrende und Lernende äußerst angenehm und anregend ist.

Muster zur Ansicht

## 3. Allgemeine Hinweise zur Benutzung dieser Materialsammlung

### Zum Aufbau des Buches

Die Materialien sind vier Themenbereichen zugeordnet:

- ➔ Ernährung und Verdauung
- ➔ Bewegungssystem
- ➔ Atmung und Blutkreislauf
- ➔ Sinnesorgane

Zu jeder Gruppe gibt es am Anfang eine kurze didaktische Einführung, die die Schwerpunkte der jeweiligen Materialien kommentiert, sowie eine mögliche Einordnung für den Einsatz in einer entsprechenden Unterrichtsreihe. In dieser Sammlung werden nur die Materialien angeboten, die sich zur selbstständigen Erarbeitung durch die Schüler eignen, da alle anderen in einer solchen Unterrichtsreihe benötigten Materialien in den vorhandenen Lehrbüchern zu Genüge zu finden sind. Eine Lernlandkarte visualisiert jeweils die Verzahnung der Themen und Begriffe und kann helfen, eigene fächerübergreifende Planungen zu realisieren.

Danach werden die einzelnen Materialien in verkleinerter, schwarz-weißer Form abgebildet sowie jeweils spezifische Hinweise und Tipps zu ihrer Verwendung und Herstellung gegeben. Die Materialien in Farbe liegen zum Ausdruck auf der CD-Rom vor. Auch mögliche Erweiterungen und Verknüpfungen mit anderen Themen werden vorgestellt.

Die Beschreibungen der Aufgaben für die Schüler sind immer mit einem grünen Rand versehen. Am besten laminieren Sie die farbigen Bögen, um ihre Haltbarkeit zu erhöhen. Es ist nicht notwendig, dass alle Schüler eine Kopie der Anleitung besitzen, da es sich nicht um Arbeitsblätter handelt, in die etwas eingetragen werden muss.

Die übrigen Materialien, die zur Durchführung der einzelnen Versuche notwendig sind, sind jeweils auf jedem Bogen genau aufgelistet und können der Klasse z.B. in einer Holzbox oder einem stabilen Karton zur Verfügung gestellt werden. Die nötigen Gegenstände sind entweder preiswert zu besorgen oder man findet sie im Haushalt oder in den naturwissenschaftlichen Sammlungen der Schule. Zum Teil müssen vorher auch einfache Kartonvorlagen von der CD-Rom ausgedruckt und zusammengeklebt werden. Auch hier ist eine Laminierung sinnvoll. Vor Beginn der Versuche sollten sich die Schüler anhand der Liste von der Vollständigkeit der Materialien überzeugen.

### Methodenkarten

Der Sammlung vorangestellt befinden sich die sogenannten Methodenkarten, auf die in den Anleitungen verschiedentlich Bezug genommen wird. Bei ihnen handelt es sich um eine kurze Memorierhilfe, auf der die Schüler bestimmte, immer wieder vorkommende fachspezifische Methoden nachlesen können, um sie im Zuge ihrer Bearbeitungen durchführen zu können.

Es liegen Methodenkarten zu folgenden Themen vor:

- ➔ Prinzipskizze
- ➔ Diagramme zeichnen
- ➔ Diagramme lesen
- ➔ Tabellen
- ➔ Versuchsprotokoll
- ➔ Säulendiagramm
- ➔ Mittelwerte
- ➔ Vortrag
- ➔ Prozente

Natürlich können diese Fertigkeiten nicht über diese knappen Anleitungen erlernt werden. Die Anwendung der Karten setzt voraus, dass die entsprechenden Methoden bereits im Klassenverband eingeführt wurden. Sind die Schüler anschließend bei der Umsetzung unsicher, so braucht der Lehrer nur auf die entsprechende Karte zu verweisen und übergibt so die Verantwortung für das Lernen zurück in die Hände des Schülers. Zweckmäßiger Weise befinden sich die Karten in laminierte Form gesammelt an einem für die Schüler frei zugänglichen Platz im Klassenraum. Dabei reichen im Allgemeinen zwei Ausführungen der Karten, die nach der Benutzung zurückgebracht werden müssen.

Auf die Karte 8 „Wie bereite ich einen Vortrag vor?“ wird in den Arbeitsaufgaben nicht Bezug genommen. Trotzdem ist sie der Vollständigkeit halber mit aufgenommen worden, da auch die kurze mündliche Präsentation von vorher erarbeiteten oder recherchierten naturwissenschaftlichen Sachverhalten vor der Klasse zum unumgänglichen Repertoire der Schüler gehört.

#### Wie gelingt eine Binnendifferenzierung?

Eine Individualisierung der Lernwege und damit verbunden eine Binnendifferenzierung, die dem jeweiligen Leistungsprofil des Schülers angemessen ist, aber trotzdem jedem Schüler ein Mindestmaß an Wissen vermittelt, ergibt sich im Rahmen der selbsttätigen Bearbeitung dieser Materialien auf dreifache Weise:

- ➔ Zunächst einmal sorgen die häufig zum Einsatz kommenden Sozialformen der Partner- und Gruppenarbeit für ein Mitlernen der schwächeren Schüler, während die höher Begabten meist die Führung der Gruppe oder des Teams übernehmen. Gerade die enge Zusammenarbeit auf Augenhöhe im schülertypischen Sprachlevel sichert den schwächeren Schülern ihren Lernerfolg. Auch für die stärker Begabten ist diese Zusammenarbeit lohnend. Zum einen werden sie gezwungen, ihre Erkenntnisse für ihre Kameraden zu verbalisieren und Schlüsse nochmals zu durchdenken, zum anderen werden soziale Kompetenzen wie Rücksichtnahme und gegenseitige Wertschätzung eingeübt.
- ➔ Eine zweite Differenzierung ergibt sich bei der Auswahl der Aufgaben auf den Vorlagen. Häufig ist zu den Basisaufgaben am Schluss eine Extraaufgabe, die mit folgendem Symbol gekennzeichnet ist, ergänzt worden, deren Beantwortung einen größeren Wissensschatz, einen Transfer des erarbeiteten Wissens auf neue Zusammenhänge oder eine zusätzliche Recherche von Nöten machen. Diese Aufgaben sollen den Forscherdrang der höher begabten Schüler wecken und sie neugierig machen auf erweiterte, selbstständige Studien. Aber auch die übrigen Teilnehmer der Gruppe profitieren von diesen weiterführenden Aufgaben, wenn sie im Rahmen echter Teamarbeit gelöst werden.
- ➔ Als dritte Komponente ist die Materialenauswahl selbst zu nennen. Während einige Vorlagen, wie „Wie funktioniert die Lunge?“ allgemeines Grundwissen thematisieren, gibt es zum selben Themenkomplex andere Materialien wie „Die Luft, die wir atmen“ oder „Der LEGO-Molekül-Baukasten“, die über den curricularen Lernstoff hinausgehen, Verbindungen und fruchtbare Querverweise zu weiteren Phänomenen und Gebieten schaffen und dadurch geeignet sind, interessierte und begabte Schüler zusätzlich zu fördern.



#### Freiarbeit

Eine mögliche Form der Arbeit mit den vorgestellten Materialien, die gerade die im letzten Punkt angesprochene Differenzierung berücksichtigt, ist eine Freiarbeitsphase. Die Schüler bekommen ein Pensum der zu bearbeitenden Themen an die Hand, welches sie in einem vorgegebenen Zeitrahmen, etwa 2 Wochen, zu bewältigen haben. Dabei steht es ihnen frei, die Reihenfolge und die Lernpartner zu wählen. Das Pensum enthält nebeneinander Aufträge aus dem Lehrbuch, Rechercheaufgaben und die Schülerexperimente aus dieser Sammlung. Durch Markierung werden solche Aufgaben kenntlich gemacht, die alle Schüler obligatorisch bearbeiten müssen. Dies dient der Sicherung des jeweilig angestrebten Lernziels. Darüber hinaus finden die Schüler etliche Materiali-

### 3. Allgemeine Hinweise zur Benutzung dieser Materialsammlung

en und Aufgaben auf dem Pensenblatt, die nach persönlicher Neigung und Interesse selbstständig bewältigt werden können. Alle Arbeitsergebnisse werden verschriftlicht und in individuellen Mappen gesammelt, was neben der Beobachtung während der Erarbeitungsphase zur Benotung herangezogen werden kann.

Ein Vorteil dieser Verwendung der Materialsammlung ist, dass jedes Experiment oder Material nur einmal oder höchstens doppelt im Klassenraum vorhanden sein muss, da nicht alle Schüler synchron an der gleichen Aufgabe arbeiten. Natürlich erfordert diese Form mehr Planungskompetenz und Selbstständigkeit seitens der Schüler, was aber ein implizites Lernziel an sich darstellt.

Bitte beachten Sie: Die unterschiedlichen beschriebenen Sozialformen und vor allem die Freiarbeit, funktionieren nicht von heute auf morgen perfekt. Man muss sie einüben, immer wieder Stunden gleich oder ähnlich aufbauen, sodass sich die Schüler an den entsprechenden Ablauf gewöhnen können.

Im Rahmen der Entwicklung und Erprobung der in dieser Sammlung vorgestellten Materialien wurde den Schülern stets das hier beschriebene Freiarbeitsangebot gemacht, was auf großes positives Echo der Schüler und auch der Eltern stieß.

Muster zur Ansicht



## Methodenkarte 1

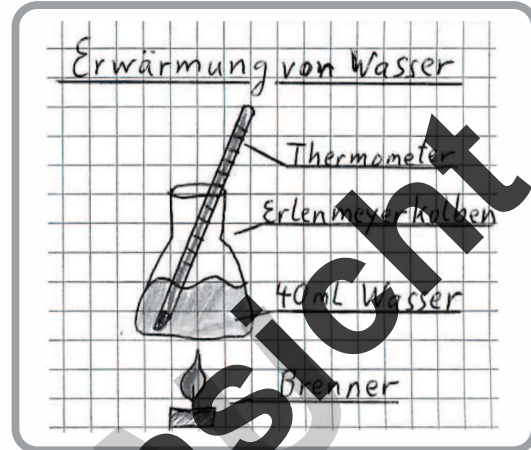
## Was gehört in eine Prinzipskizze?

Eine Prinzipskizze illustriert den Aufbau und die Durchführung eines Experiments.

**Beachte:**

- ➔ Zeichne nur das Wichtigste.
- ➔ Stelle die Geräte vereinfacht dar.
- ➔ Verwende Symbole, z. B. Pfeile.
- ➔ Verdeutliche durch Farben.
- ➔ Beschrifte sinnvoll.
- ➔ Vergiss nicht die Überschrift.

## Beispiel:



## Methodenkarte 2

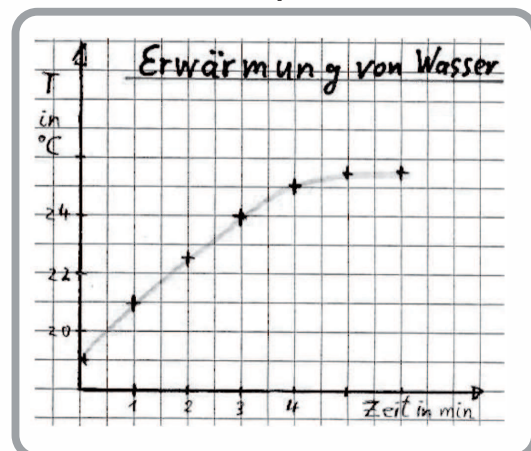
## Diagramme zeichnen

Diagramme veranschaulichen den Verlauf von Veränderungen, z. B. von Daten in einer Tabelle.

**Beachte:**

- ➔ Zeichne mit Blei- oder Buntstift.
- ➔ Verwende Lineal und Kästchenpapier.
- ➔ Stelle die Achsen als Pfeile nach rechts und oben dar.
- ➔ Welche Werte kommen vor?
- ➔ Welche Werte kommen auf die Achse nach oben, welche nach rechts?
- ➔ Wie viel cm Platz brauchst du?
- ➔ Beschrifte die Achsen: „Was?“
- ➔ Unterteile die Achsen: „Wie viel?“
- ➔ Zeichne die Punkte als Kreuze (+).
- ➔ Finde die richtige Stelle:  
Erst rechts, dann hoch.
- ➔ Verbinde die Punkte eventuell mit einer Linie.
- ➔ Trage weitere Messungen mit einer anderen Farbe ein.
- ➔ Vergiss nicht Überschrift.

## Beispiel:





## Diagramme lesen

Mithilfe von Diagrammen kannst du Details erfahren, die man aus einer Tabelle nur schwer ersehen kann. Zum Beispiel kannst du Daten ermitteln, die du gar nicht gemessen hast. Hier einige Möglichkeiten anhand eines Beispiels:

### 1. Wie hoch war die Temperatur nach 2,5 min?

- ➔ Suche auf der Zeit-Achse zwei und eine halbe Minute.
- ➔ Gehe senkrecht nach oben, bis du auf die Linie triffst.
- ➔ Gehe nun waagrecht nach links bis zur Temperatur-Achse.
- ➔ Lies dort die Temperatur (etwa  $23^{\circ}\text{C}$ ) ab.

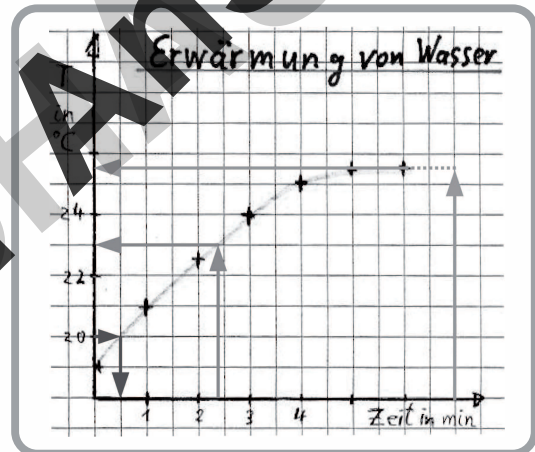
### 2. Wann war es genau $20^{\circ}\text{C}$ warm?

- ➔ Suche auf der T-Achse die  $20^{\circ}$  und gehe nach rechts.
- ➔ Gehe an der Linie nach unten bis zur Zeit-Achse.
- ➔ Lies die Zeit (etwa eine halbe Minute) ab.

### 3. Wie warm wird es nach 7 min sein?

- ➔ Suche auf der Zeit-Achse 7 min und gehe nach oben.
- ➔ Verlängere die blaue Linie in ihrer letzten Richtung.
- ➔ Gehe vom Schnittpunkt nach links zur T-Achse.
- ➔ Lies dort ab, dass die Temperatur vermutlich nicht über  $25,5^{\circ}\text{C}$  steigt.

Beispiel:



Muster zur Ansicht

## Methodenkarte 4

**Wie lege ich eine Tabelle an?**

Eine Tabelle ist eine gute Möglichkeit, Messergebnisse übersichtlich aufzuschreiben.

**Beachte:**

- ➔ Welche Größen sollen gemessen werden?
- ➔ Wie oft willst du messen?
- ➔ Benutze ein Lineal für die Linien.
- ➔ Die Größe, die du vorgibst (z. B. Zeit), kommt in die 1. Zeile.
- ➔ Die Größe, die du abliest, kommt in die 2. Zeile.
- ➔ Wird der Versuch wiederholt, kommen Zeilen hinzu.
- ➔ In der 1. Spalte stehen die Messgrößen (Was?/Einheit).
- ➔ Benutze Abkürzungen (z. B. T für Temperatur).
- ➔ In den Spalten steht nur die Zahl, nicht die Einheit.
- ➔ Wähle eine erklärende Überschrift.

Beispiel:

Messwerttabelle

Erwärmung von Wasser

Zeit in Min.	1	2	3	4	5
T, °C	21	22,5	24	25	25,5

## Methodenkarte 5

**Was ist ein Versuchsprotokoll?**

Ein Versuchsprotokoll beschreibt knapp das Ziel, den Aufbau, die Durchführung und das Ergebnis eines Experiments.

**Gehe folgendermaßen vor:**

- ➔ Wähle eine exakte **Überschrift**, z. B. „Messung der Wassererwärmung mit der Zeit“.
- ➔ Verdeutliche den Versuchsaufbau durch eine beschriftete **Prinzipiskizze** (Karte 1).
- ➔ Beschreibe kurz die **Durchführung** des Experiments: Was hast du getan?
- ➔ Wenn du nur etwas anschauen solltest: Schreibe deine **Beobachtungen** sorgfältig auf.
- ➔ Wenn du etwas gemessen hast, schreibe die Werte auf, z.B. in einer **Tabelle** (Karte 4).
- ➔ Wird der Versuch mehrfach wiederholt, bilde den Mittelwert der **Messungen** (Karte 7).
- ➔ Zur Veranschaulichung kannst du die Messergebnisse in ein **Diagramm** einzeichnen (Karte 2).
- ➔ Fragen zur **Auswertung** musst du mit ganzen Sätzen beantworten.
- ➔ Manchmal kannst du einen **allgemeinen Zusammenhang** vermuten. Schreibe ihn auf.



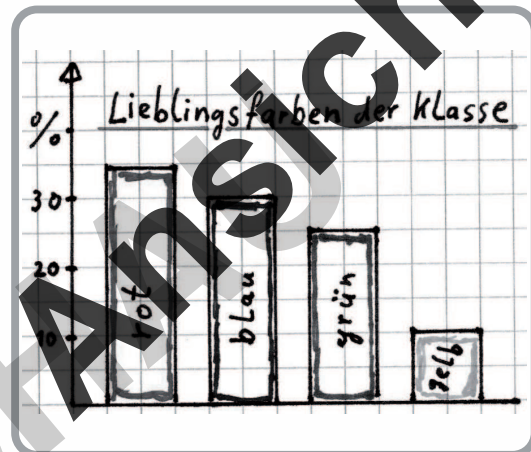
## Säulendiagramme zeichnen

Säulendiagramme zeigen auf einen Blick die Zusammensetzung von Dingen und die jeweiligen Mengen.

### Beachte:

- ➔ Zeichne mit Blei- oder Buntstift.
- ➔ Verwenden Lineal und Kästchenpapier.
- ➔ Auf die Achse nach rechts kommen die Merkmale.
- ➔ Auf die Achse nach oben zeichnest du die Menge.
- ➔ Gib die Menge in Prozent (%) oder absolut an.
- ➔ Wähle einen günstigen Maßstab, z. B. 1cm = 10 %.
- ➔ Wie viel cm Platz brauchst du?
- ➔ Die Summe aller Säulen ergibt 100 %.
- ➔ Beschrifte dein Diagramm sorgfältig.
- ➔ Vergiss nicht die Überschrift.
- ➔ Unterteile die Hochachse: „Wie viel?“.
- ➔ Verdeutliche mit Farben und zeichne eventuell eine Legende ein.

Beispiel:



## Mittelwerte berechnen

Mittelwerte von Messdaten zeigen viel genauer den wahren Wert als die ungenau gemessenen Einzeldaten.

Hat man einen Wert z. B. vier Mal gemessen, so addiert man alle Messungen und teilt die Summe durch die Anzahl der Messungen, also 4.

Das Ergebnis heißt Mittelwert und wird mit  $\bar{x}$  abgekürzt:  $\bar{x} = \frac{a + b + c + d}{4}$

Beispiel:

Die Größe von Kai wurde vier Mal gemessen: a = 152 cm

b = 151 cm

c = 151 cm

+ d = 153 cm

607 cm

Die Summe wird durch die Anzahl 4

geteilt:  $\bar{x} = 604 : 4 = 151,75$  cm

Sinnvoll gerundet:  $\bar{x} = 151,8$  cm

### Beachte:

- ➔  $\bar{x}$  ist genauer als die Messungen.
- ➔ Die Einheit von  $\bar{x}$  bleibt gleich (z. B. cm).
- ➔ Je mehr Daten du addierst, desto genauer ist das Ergebnis.
- ➔  $\bar{x}$  ist nur sinnvoll bei gleichen Messungen.
- ➔ Die Bedingungen dürfen sich nicht ändern.
- ➔ Runde auf so viele Kommastellen, wie es sinnvoll ist.

## Wie bereite ich einen Vortrag vor?

Einen Vortrag vor der Klasse zu halten ist etwas ganz anderes als einen Aufsatz vorzulesen. Bei einem Vortrag kommt es darauf an, dass die Zuhörer, also deine Mitschüler, möglichst viel von dem Gesagten verstehen und behalten können.

### Die acht wichtigsten Tricks und Tipps:

1. **Lass dir Zeit!** Das normale Lesetempo ist viel zu hoch, um alles zu verstehen. Zwing dich, langsam zu reden und nach jedem Satz eine kurze Pause zu machen.
2. **Schau die Zuhörer an!** Je öfter du ins Publikum schaust, desto besser erreichst du deine Zuhörer. Du bekommst dann mit, ob etwas nicht verstanden wurde und näher erklärt werden muss.
3. **Versuche, frei zu sprechen!** Die geschriebene Sprache ist deutlich anders als die gesprochene. Benutze Karten mit wenigen Stichworten und formuliere die Sätze dazu spontan.
4. **Gib Veranschaulichungen!** Vermeide unbekannte Fremdwörter oder zu viele Zahlen und bringe statt dessen Vergleiche. Benutze eine lebendige Sprache mit vielen Adjektiven.
5. **Mache den Vortrag interessant!** Zeige Bilder und Diagramme auf dem Overhead-Projektor oder der Tafel, bastle Modelle oder bringe Anschauungsstücke mit.
6. **Übe das freie Vortragen mit einem Freund!** Das Referat wird um so flüssiger, je öfter du es vorher laut ausprobiert hast. Dein Freund kann dir nach dem Probevortrag rückmelden, was du besser machen könntest.
7. **Gib am Anfang einen Überblick!** Sage den Zuhörern in einem Satz, was sie erwartet. Falls du später einen längeren Vortrag halten musst, kannst du auch eine Gliederung auflegen.
8. **Frage zum Schluss, ob es Unklarheiten gibt!** Damit gibst du bekannt, dass der Vortrag nun zu Ende ist und Fragen gestellt werden können. Bei Fragen während des Vortrags solltest du auf den Schluss verweisen, außer wenn es sich um sehr einfach zu beantwortende Verständnisfragen handelt.

## Was bedeutet die Angabe Prozent?

Oft findest du in Texten, die Zahlen enthalten, Angaben wie „25 %“. Das Zeichen % steht dabei für Prozent.

### Beachte:

- ➔ *Wir verwenden %, um einen Anteil darzustellen.*
- ➔ *Dabei stellen wir uns vor, es gäbe insgesamt genau 100 Stück oder Anteile.*
- ➔ *Die Prozentzahl gibt dann an, wie viele Stück von dieser Sorte du hättest.*
- ➔ *Die Summe aller Prozentzahlen muss immer 100 ergeben.*
- ➔ *Durch Prozente sind Zahlen leichter vergleichbar.*
- ➔ *Wenn du Prozente als Säulendiagramm darstellen sollst, ist 1 % gleich 1 mm eine gute Wahl.*

### Beispiel:

In einer Klasse sind 15 Mädchen und 10 Jungen, also insgesamt 25 Schüler. Wenn es 100 Schüler wären, die Anteile aber gleich blieben, müssten wir jede Zahl mit 4 multiplizieren:

$$\begin{aligned} 25 \cdot 4 &= 100 \rightarrow 100 \% \text{ Schüler} \\ 15 \cdot 4 &= 60 \rightarrow 60 \% \text{ Mädchen} \\ 10 \cdot 4 &= 40 \rightarrow 40 \% \text{ Jungen} \end{aligned}$$

Muster zur Ansicht

## 5.1 Ernährung und Verdauung



### Didaktische Hinweise zu den Materialien zur Ernährung und Verdauung

Mit dem anatomischen Thema der Verdauung eng verknüpft ist das Themenfeld gesunde Ernährung sowie allgemein der Energiestoffwechsel von Lebewesen, wobei der letztgenannte Bereich chemische Grundkenntnisse erfordert und schwerpunktmäßig in die höheren Jahrgangsstufen fällt. Trotzdem kann in den ersten Lernjahren eine Einführung und erste Orientierung gegeben werden. Dazu eignen sich die Grundnahrungsbestandteile Fett, Eiweiß und Stärke gut, da sie quantitativ den größten Anteil unserer Nahrung stellen. Auch ohne detaillierte chemische Kenntnisse kann die Aufspaltung der Nahrungsbestandteile während des Verdauungsprozesses modellhaft nachvollzogen werden. Dabei ist es sinnvoll, die später im Fokus der Aufmerksamkeit stehenden enzymatischen Spaltungsvorgänge prinzipiell einzuführen. Genau dies wird im Modellexperiment „Die Verdauung im Modellversuch“ thematisiert. Hier werden anhand eines Stranges aus LEGO-Steinen, der ein stärkehaltiges Fragment eines Nahrungsmittels darstellen soll, die sukzessive mechanische und chemische Zerlegung bis hin zur Resorption der Zuckermoleküle in der Darmwand durchgespielt.

Ein weiterer Bereich, der bei dem Teilthema Ernährung von großer Bedeutung ist, ist der Nachweis von Nahrungsmittelbestandteilen in Lebensmittelproben. Hierzu sind der Sammlung zwei Materialien beigegeben worden, die Schülern einfache und gefahrlose Anleitungen an die Hand gibt, mit deren Hilfe sowohl Fett als auch Stärke sicher nachgewiesen werden können. Auf den etwas komplizierteren Eiweißnachweis wurde hier verzichtet, er kann aber als Demonstrationsexperiment die drei Hauptnahrungsstoffe ergänzen.

Beide Schülerversuche sind als Gruppenarbeiten angelegt und bilden eine erste Übung im konzentrierten naturwissenschaftlichen Arbeiten nach einer fest vorgegebenen Reihenfolge. Auch die Auswertung, die eine genaue Beobachtung und anschließende Verschriftlichung umfasst, ist eine gute Vorübung für spätere chemische oder biologische Versuche. Ergänzende Informationen dienen der Interpretation des Gesehenen und führen zu einer besseren Einordnung in das vorhandene Wissensnetz.

Methodisch werden zudem die Fachspezifika *Ergebnistabelle* und *Prinzipiskizze* eingefordert, deren Einübung durch die jeweilige Methodenkarte erleichtert wird.

MUSTERZURMUSTER



### Vorschlag zur Einbettung der Materialien zu Ernährung und Verdauung in eine Unterrichtssequenz

Das Thema Verdauung ist über die Verbindung mit dem zentralen Anliegen Gesunde Ernährung stark mit der Selbsterfahrung und dem Kennenlernen des eigenen Körpers der Schüler verknüpft. Die Unterrichtssequenz „Ernährung und Verdauung“ sollte vor der Reihe zum Bewegungssystem stattfinden. Es hat sich bewährt, den naturwissenschaftlichen Eingangsunterricht mit einer Reihe zum Essverhalten und gesundem Essen zu beginnen.

Im Einzelnen wäre der folgende Unterrichtsgang eine sinnvolle Reihenfolge:

#### Gesunde Ernährung und Verdauung

##### 1. Die Vielfalt der Lebensmittel

- ➔ Die wichtigsten Nährstoffe und wo sie zu finden sind
- ➔ **Experiment „Wie kann ich Fett in Nahrungsmitteln nachweisen?“**
- ➔ **Experiment „Wir weisen Stärke nach“**
- ➔ Die Vitamine und ihre Bedeutung
- ➔ Nahrung als Energieträger: Was ist ein Kilojoule?
- ➔ Übergewicht und Magersucht

##### 2. Projekt: Wir organisieren ein gesundes Schulfrühstück

- ➔ Die Ernährungspyramide
- ➔ Wie kaufe ich ein? – die Transfair-Idee

##### 3. Zähne und Gebiss

- ➔ Die Zahntypen
- ➔ Milchzähne und Zahnwechsel
- ➔ Der Zahnarzt kommt: Richtige Zahnpflege
- ➔ Exkurs: Die Zähne der Tiere verraten ihr Futter

##### 4. Der Weg der Nahrung durch den Körper

- ➔ Übersicht: Der gläserne Mensch
- ➔ Die Verdauungsorgane
- ➔ **Experiment „Die Verdauung im Modellversuch“**
- ➔ Was geschieht mit den Nährstoffen?

Lernlandkarte und fächerübergreifende Themenkomplexe zum Verdauungssystem



Krämer: Naturwissenschaften integriert – Der menschliche Körper © Auer Verlag – AAP Lehrfachverlage GmbH, Donauwörth



netzwerk lernen

Naturwissenschaften integriert

zur Vollversion



## A – Wie kann ich Fett in Nahrungsmitteln nachweisen?

**Info:** Vielleicht wisst ihr schon, dass alle Nahrungsmittel aus immer den gleichen wenigen Substanzen zusammengesetzt sind, nur die Menge dieser Substanzen, z. B. Fett, Eiweiß oder Kohlenhydrate, variiert von Fall zu Fall. In diesen Versuchen wollen wir ausprobieren, wie man den Bestandteil Fett in einem Nahrungsmittel nachweisen kann. Beantwortet die Fragen in vollständigen Sätzen.



**Material:** Öl, Walnüsse, weißes Papier, Serviette, Wassergefäß, Pipette, Bleistift, Lineal, Zirkel



Walnüsse

### Durchführung Teil 1: Wie kann ich Fett von Wasser unterscheiden?

1. Breitet die Serviette zur Schonung eures Arbeitsplatzes auf dem Tisch aus.
2. Füllt das Wassergefäß an einem Waschbecken mit etwas Wasser.
3. Nehmt das leere, weiße Blatt Papier quer und teilt es mit zwei senkrechten Strichen in drei gleich große Teile. Zeichnet mithilfe des Zirkels in jeden Teil einen Kreis von etwa 5 cm Durchmesser. Zeichnet jeweils unter die Kreise mit dem Lineal eine kurze waagerechte Linie und schreibt darauf auf der linken Seite „Wasser“, in der Mitte „Fett“ und auf der rechten Seite „Walnuss“.
4. Um zu sehen, wie sich Fett und Wasser unterscheiden, wollen wir von beiden Flüssigkeiten je einige Tropfen in die jeweiligen Kreise auf das Papier bringen. Einer aus eurer Gruppe zieht mit der Pipette etwas Wasser aus dem Wassergefäß und tropft vorsichtig drei Tropfen davon auf das Papier. Wartet nun ab, bis die Tropfen eingezogen sind.
5. Ein anderes Gruppenmitglied öffnet das Ölfäschchen und tunkt einen Bleistift kurz in das Öl ein, das zu 100 % aus Fett besteht, und tupft eine kleine Menge davon in den mittleren Kreis. Auch dieses Mal müsst ihr etwas Geduld haben und ein bis zwei Minuten warten, ehe das Öl eingezogen ist. Verwendet bitte nicht die Pipette!
6. Wischt den Bleistift an der Serviette ab.
7. Wenn auch der Öltropfen eingezogen ist, haltet das Papier gegen das Licht und betrachtet die beiden Flecken genau. Wie kann man die beiden Substanzen unterscheiden?



Pipette

### Durchführung Teil 2: Wir testen Nüsse auf Fett oder Wasser

1. Drückt nun ein kleines Stückchen Walnuss mit dem Finger oder dem stumpfen Ende des Bleistifts fest auf das Papier innerhalb des rechten Kreises und wartet eine Minute.
2. Entfernt die zerdrückte Nussmasse und werft sie in den Restmüll.
3. Haltet das Papier wieder gegen das Licht und entscheidet, ob es sich bei der Flüssigkeit, die aus der Nuss ausgetreten ist, um Wasser oder Fett handelt.
4. Reinigt euren Arbeitsplatz und die verwendeten Gegenstände.

**Auswertung: Das Versuchsprotokoll** (Jeder aus der Gruppe fertigt sein eigenes Protokoll an.)

1. Notiere eine Überschrift, die den Sinn des Experiments erklärt.
2. Zeichne eine beschriftete Prinzipskizze des Versuchs (Hilfe: Methodenkarte 1).
3. Beschreibe in ein bis zwei vollständigen Sätzen die Durchführung des ersten Teils.
4. Schreibe als Ergebnis auf, woran man einen Wasserfleck von einem Fettfleck unterscheiden kann. Rahme dieses Ergebnis rot ein.
5. Beschreibe in ein bis zwei vollständigen Sätzen die Durchführung des zweiten Teils.
6. Schreibe das Resultat eurer Untersuchung der Nuss auf: Welchen Stoff enthält die Nuss?



Du kannst zu Hause weitere Lebensmittel (Brot, Wurst ...) auf Fett untersuchen. Schreibe die Ergebnisse entsprechend auf.



### Hinweise zum Versuch A „Wie kann ich Fett in Nahrungsmitteln nachweisen?“

Dieses einfache Experiment verwendet die Fettfleck-Methode zum Nachweis von Öl oder Fett in Nahrung. Dabei untersuchen die Schüler in einem ersten Schritt die verschiedenen Effekte von Wasser bzw. Öl, das auf Papier aufgetragen wird. Obwohl hier Filterpapier angedeutet ist, funktioniert der Versuch auch mit handelsüblichem Schreibpapier zufriedenstellend. Es dauert etwas länger, bis sich das Papier leicht wellt, das Öl in das Papier eingedrungen ist und den charakteristischen, glänzenden Fettfleck erzeugt. Der Wasserfleck erscheint matter, das Papier wirkt an dieser Stelle nicht so stark durchscheinend und beginnt auch langsamer wieder zu trocknen.

Im direkten Vergleich, auf den der Vorversuch angelegt ist, können die Schüler leicht das Charakteristische eines Fettflecks in Abgrenzung zum Wasserfleck erkennen. Wichtig ist an dieser Stelle die genaue Beobachtung und Dokumentation des Gesehenen.

Für beide Versuchsteile soll ein gemeinsames Auswertungsblatt erstellt werden, um einen leichteren Vergleich des Probenflecks mit den Eichflecken des Vorversuchs zu ermöglichen. Dabei werden die Flüssigkeiten in markierte Kreise getupft. Die Kreise müssen erst einmal gezeichnet werden, wobei gleich die Handhabung des Zirkels geübt wird. Natürlich lassen sich auch Kreise mit runden Schablonen, z. B. Deckeln, zeichnen.

Desweiteren soll die Verwendung einer Pipette bei der Erzeugung des Wasserflecks geübt werden. Die Anweisung, genau drei Tropfen auf das Papier zu geben, ist im Sinne dieser Einübung zu sehen und nicht für das Gelingen des Versuchs entscheidend. Auf den Hinweis, die Pipette nicht für das Öl zu verwenden, sollte nochmals hingewiesen werden, da die Pipetten nur schwer vom Öl zu reinigen sind. Vielmehr hat es sich bewährt, das Öl mit der stumpfen Spitze eines Bleistifts auf das Papier zu bringen. Auch die Fingerspitze wäre möglich, wobei die typische Schmierfähigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger erfahrbar wäre. Ein Nachteil liegt aber dann beim höheren Aufwand für die anschließende Reinigung und der größeren Gefahr von Verunreinigung des Klassenraums und der Kleidung der Schüler.

Als Öl kann normales Haushaltsöl verwendet werden, das zweckmäßigerweise in kleine Plastikfläschchen abgefüllt wird, sodass jede Gruppe einen eigenen Vorrat besitzt. Eine Unterlage aus einer Papierserviette hat sich als sinnvoll erwiesen, da sie gleichzeitig zur abschließenden Reinigung verwendet werden kann.

Im zweiten Teil des Experiments wird ein kleines Stückchen einer ölhaltigen Nuss, am besten einer Walnuss, in einem gesonderten Kreis zerdrückt. Nach Entfernung der Nussstückchen zeigt sich relativ schnell ein Fleck, den die Schüler nun durch eingehenden Vergleich mit den beiden Testflecken als Fettfleck identifizieren können. Der Versuchshergang ist so simpel, dass die Schüler in Heimexperimenten leicht andere Nahrungsmittel auf Fett untersuchen können. Dabei kann angesichts der Vielzahl fetthaltiger Nahrungsmittel auf die Bedeutung der Fette als Energiespeicher eingegangen werden, ebenso aber auch auf ihre problematische Rolle angesichts der grassierenden Übergewichtigkeit.

Die Experimente demonstrieren den Schülern, dass auch ohne aufwendige chemische Kenntnisse und Analysen durch einfache Verfahren durchaus Hinweise auf die chemische Zusammensetzung von Stoffen gewonnen werden können. Das soll die Schüler darin bestärken, eigene Beobachtung, Tests und Untersuchungen anzustellen, um Schlüsse zu ziehen.

## B – Wir weisen Stärke nach

**Info:** Wenn Chemiker über Stärke reden, meinen sie nicht ihre Kraft, sondern einen wichtigen Bestandteil unserer Nahrung, der in vielen, aber nicht allen Lebensmitteln enthalten ist. Ein allgemeinerer Ausdruck dafür ist Kohlenhydrate. Stärke ist ein hochwertiger Lieferant für die Energie, die wir uns täglich über unsere Nahrung zuführen müssen.

In diesen Versuchen wirst du lernen, wie man mithilfe einer speziellen Chemikalie, der Lugol'schen Lösung, Stärke in Lebensmitteln nachweisen kann.



### Die Lugol'sche Lösung

In diesen Versuche verwendest du eine dunkelfarbige Chemikalie, die nach ihrem Erfinder Lugol'sche Lösung genannt wird. Sie enthält das Element Jod und hat die Eigenschaft, sich bei Anwesenheit von Stärke blau zu verfärben. Chemikalien, die sich unter bestimmten Bedingungen umfärben, nennt man *Indikatoren*.



Pipette

**Material:** Pipette, Lugol'sche Lösung, Teller, Messer, Serviette, Küchenmesser  
5 Lebensmittelproben (Reis, Weizen, Zucker, Salz, Bohnen), Spatel



**Warnung:** Bei chemischen Versuchen niemals essen oder trinken! Verunreinigte Finger waschen!



**Aufgaben** (Fragen bitte mit vollständigen Sätzen beantworten.)

1. Breitet eine Serviette zur Schonung eures Arbeitsplatzes auf dem Tisch aus.
2. Entnehmt jedem Döschen mithilfe des Spatels eine kleine Menge Nahrungsmittel und gebt sie an verschiedenen Stellen auf den Teller. Merkt euch, was wo liegt.
3. Schneidet die Reis- und Weizenkörner sowie die Bohnen durch.
4. Tröpfelt mit der Pipette auf jedes Häufchen einen Tropfen der Lugol'schen Lösung.
5. Wartet eine Minute ab und beobachtet, ob und wie stark eine Färbung einsetzt.
6. Haltet die Ergebnisse der Versuche in einer Tabelle fest (Hilfe: Methodenkarte 4). Vergesst dabei nicht, eine genaue Überschrift zu wählen. Die Tabelle sollte die Spalten „Lebensmittel“, „Färbung“ und „Stärke“ enthalten. In der mittleren Spalte soll nicht nur „ja“ oder „nein“ eingetragen werden, sondern z. B. auch der Grad der Verfärbung. Ebenso soll in der letzten Spalte nicht nur stehen ob, sondern auch wie viel Stärke die Probe vermutlich enthält.
7. Benutzt die Serviette, um die Proben in den Mülleimer zu befördern. Reinigt anschließend euren Arbeitsplatz, die benutzen Gegenstände und eure Hände.
8. Wenn Weizen als Getreide Stärke enthält, welche Lebensmittel müssten dann auch Stärke enthalten?
9. Werden Stärkemoleküle zerbrochen, nennt man die Bruchstücke Zucker. Funktioniert die Lugol'sche Probe dann auch noch?
10. Stärke wird von den Pflanzen als Energiespeicher produziert. Formuliere eine Vermutung, warum Samenkörner (Reis, Weizen, Bohnen) von der Stärke profitieren könnten.



### Hinweise zum Versuch B „Wir weisen Stärke nach“

Der Nachweis der drei Nahrungsgrundstoffe Stärke, Fett und Eiweiß gehört zum Standardrepertoire des Biologieunterrichts, wobei jedoch zumeist nur Demonstrationsversuche durchgeführt werden. Der Stärkenachweis mittels Lugol'scher Lösung ist jedoch sehr einfach und weitgehend ungefährlich, sodass er sich bei nötiger Instruktion schon für Anfangsklassen als Gruppenexperiment eignet. Zugleich stellt er einen guten Einstieg in die große Klasse der Indikatorversuche dar, bei denen Stoffeigenschaften mithilfe von Farbumschlagsreaktionen bestimmter Reagenzien nachgewiesen werden.

Die Lugol'sche Lösung ist eine Jod-Kaliumjodid-Lösung in Wasser in einem Verhältnis von 1:2, die auch fertig im Handel angeboten wird. Ihre Wirkungsweise beruht auf einer Einlagerungsreaktion mit einem charakteristischen violetten Farbumschlag, bei der die Jod-Ionen in die Stärkemoleküle eingelagert werden.

Für die Untersuchung auf Stärke eignen sich am besten Ausgangsmaterialien wie Reis, Bohnen und Weizen und nicht Zubereitungen wie Brot oder Reiswaffeln, da letztere stets Mischungen verschiedener Nahrungsstoffe sind. Vielmehr sollten die anschließenden Schlussfolgerungen der Schüler vom Grundstoff auf Weiterverarbeitung gehen: „Wenn Weizen Stärke enthält, so auch Brötchen.“

Um die Inhaltsstoffe der zu testenden Nahrungsmittel der Indikatorlösung zugänglich zu machen, ist es nötig, diese etwas zu zerkleinern. Dies wird am besten mit einem kleinen Küchenmesser direkt auf dem Teller durchgeführt, auf dem auch der Nachweis stattfindet. Wenige Körner reichen für die Analyse aus.

Die Lugol'sche Lösung wird anschließend mittels einer Pipette tropfenweise auf die Proben gegeben, wobei sich in Anwesenheit von Stärke ein Farbumschlag ins Dunkelblaue schnell einstellt. Anhand der Färbung einer Schnittfläche z. B. eines Weizenkorns kann man deutlich unterscheiden, dass nicht jeder Teil des Korns Stärke enthält, sondern dass sie im sogenannten Mehlkörper konzentriert ist. Die Färbung der Bohnen setzt später ein und ist auch nicht so intensiv, was die Schüler als Hinweis auf eine geringere Stärkekonzentration deuten sollen.

Als Negativbeispiele sind die Probesubstanzen Zucker und Salz beigegeben. Speziell die Untersuchung von Zucker als kurzkettigen Kohlenhydrat und Bruchstück von Stärkemolekülen ist in diesem Zusammenhang interessant und wird in der Auswertung in Frage 9 aufgegriffen. Die Thematik des Stärkeabbaus kann im Rahmen des Versuchs C „Die Verdauung im Modellversuch“ weiter vertieft werden.

Die Entsorgung der Versuchsprodukte kann gefahrlos im Haushaltsmüll geschehen. Die Gerätschaften und Hände können mit Wasser und Seife am Waschbecken gereinigt werden.

Zur Auswertung der Ergebnisse empfiehlt sich die Zusammenfassung in einer Tabelle. Wie die Schüler eine solche Ergebnistabelle anlegen und sinnvoll strukturieren, ist als Hilfestellung auf der Methodenkarte 4 beschrieben.

Eine weitere Aufgabe der Auswertung ist die Frage nach dem biologischen Sinn der Stärkeeinlagerung in Samenkörnern. Dies erweitert die Sichtweise des Versuchs weg von der Ernährung des Menschen hin zur Physiologie der Nahrungspflanzen. Relativ leicht können die Schüler schließen, dass die hohe Konzentration von Nahrungsenergie, die uns die stärkehaltigen, auf Samen basierenden Nahrungsmittel liefern, auch für den keimenden Sprössling der jeweiligen Pflanze eine gute Nahrungsreserve für das Wachstum darstellen muss. Eine mögliche Fortführung der Untersuchungen in diese Richtung, z. B. in Form freiwilliger Arbeitsgruppen, wären Keimversuche mit Getreide, wobei der Abbau der Stärke im Keim durch enzymatische Spaltung wiederum durch die Lugol'sche Lösung nachgewiesen werden kann.

## C – Die Verdauung im Modellversuch

**Info:** In den verschiedenen Lebensmitteln finden sich in verschiedenen Anteilen immer die gleichen Nahrungsstoffe. Die wichtigsten sind Stärke (auch allgemeiner Kohlenhydrate genannt), Eiweiß (Protein), Fett und Zucker. Hier wollen wir am Beispiel der Stärke den Weg der Verdauung vom Abbeißen an einem Brötchen bis zur Verteilung der Nahrungspartikel im Körper Schritt für Schritt in einem Modellexperiment nachvollziehen.

**Material:** 4 Stationskarten, 20 Lego-Vierersteine, gelochter Deckel



Aufbewahrungskasten mit gelochtem Deckel

**Aufgaben** (Fragen bitte mit vollständigen Sätzen beantworten.)

1. Nimm die vier Stationskarten zur Hand, lies sie der Reihe nach gründlich durch und folge den Anweisungen auf den Karten.
2. Die Verdauung beginnt nicht, wie viele meinen, im Magen, sondern bereits im Mundraum. Beschreibe die Schritte, die dort geschehen, mit eigenen Worten.
3. Erstaunlicherweise passiert bezüglich der Stärkeverdauung im Magen nichts. Formuliere den Grund dafür und gib an, welche Vorgänge im Magenbereich stattfinden.
4. Ort der letzten beiden Verdauungsschritte ist der Darm. Beschreibe sie mit eigenen Worten.
5. Wenn Sportler zum Wettkampf kurzfristig Energie benötigen, essen sie Traubenzucker. Begründe mit deinen neuen Einsichten, wieso dies funktioniert.

## Materialien zu C – Die Verdauung im Modellversuch

### C – Verdauungsmodell

#### Stationskarte I

##### Info:

Der erste Abschnitt der Verdauung beginnt bereits im Mundraum mit der Zermahlung der abgebissenen Nahrung durch die Backenzähne. Schon als kleines Kind hast du bestimmt von deiner Mutter gehört: „immer gut kauen!“ Das ist tatsächlich für eine leichtere Verdauung sehr wichtig.



##### Aufgabe

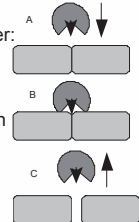
- Baue alle 20 Legosteine zu einem langen Turm aufeinander.
- Dieser Strang stellt ein Stück stärkehaltige Nahrung z. B. ein Stück Brötchen, dar.
- Jetzt kommt der **erste Schritt der Verdauung**: Die Zähne zerkleinern die Nahrung in kleine Stückchen. Zerbrich dazu den Legostrang mittig in zwei gleiche Teile.

### C – Verdauungsmodell

#### Stationskarte II

##### Info:

Die Verdauung geht nun zunächst im Mundraum weiter: Die *Speicheldrüsen* liefern eine Flüssigkeit, Speichel oder Spucke genannt, die nicht nur die zerkaute Nahrung zu einem Brei anfeuchtet, sondern darüber hinaus *Enzyme* genannte Substanzen enthält, die man sich wie molekulare Werkzeuge vorstellen kann. Sie funktionieren wie ein Messer, das die Stärkemoleküle in kleinere Einheiten, die *Dextrine*, spaltet.



##### Aufgabe

- Dies ist der **zweite Schritt der Verdauung**: Die Speichelenzyme spalten die Stärkemoleküle in mehrere Teile. Zerbrich beide Legostränge erneut mittig in gleiche Teile.
- Überlege, was genau in dem Bild rechts oben dargestellt ist.

### C – Verdauungsmodell

#### Stationskarte III

##### Info:

Der Speisebrei wird schließlich geschluckt und gelangt in den Magen. Hier ist es wegen der Magensäure, die Eiweiße auflösen soll, viel zu sauer für die empfindlichen Enzyme. Erst im *Dünndarm* gehen Enzyme, diesmal aus der *Bauchspeicheldrüse*, wieder ans Werk. Die schon etwas zerbrochene Stärke wird in einzelne Zuckermoleküle gespalten.



Bauchspeicheldrüse

##### Aufgabe

- Nun folgt der **dritte Schritt der Verdauung**: Die Enzyme aus der Bauchspeicheldrüse zerlegen die Stärke in Zuckermoleküle. Zerbrich alle Stränge in einzelne Legos.
- Überlege, was passiert, wenn nun Mehl oder aber Zucker in Wasser einrührt.

### C – Verdauungsmodell

#### Stationskarte IV

##### Info:

Bis hierhin bestanden die Verdauungsschritte lediglich aus einer immer weiter gehenden Zerkleinerung der Stärkemoleküle. Es stellt sich die Frage, wofür das nötig ist. Die Löslichkeit der kleinsten Bruchstücke, der Zuckermoleküle, gibt uns einen Hinweis: In der *Darmschleimhaut* befinden sich *Membranen*, d.h. dünne Häutchen, die nur die Zuckermoleküle passieren lassen, sodass diese in den Blutstrom übertreten und im Körper verteilt werden können, wo sie als Nahrung in den Zellen gebraucht werden.



##### Aufgabe

- Es folgt der **letzte Schritt der Verdauung**: Die Zuckermoleküle werden von der Darmschleimhaut durchgelassen (*resorbiert*) und gelangen in den Blutstrom. Setze den Deckel auf die Box, schütte die Legos darauf und schüttle.





### Hinweise zum Versuch C „Die Verdauung im Modellversuch“

In diesem Material kommen Legosteine als einfaches haptisches Material zum Einsatz, anhand dessen die Schüler die sukzessive Aufspaltung von Stärkemolekülen während des Verdauungsvorgangs und die anschließende Resorption der entstehenden Zuckerbruchstücke modellhaft nachspielen können. Dabei wurde als Modells substanz die Stärke gewählt, weil sie mengenmäßig bei der menschlichen Verdauung eine bedeutende Rolle spielt und weil die Schüler zudem die Möglichkeit haben, den einfachen Stärkenachweis mithilfe der Lugol'schen Lösung selbst durchzuführen.

Das Verweilen an jedem einzelnen Schritt mit der Notwendigkeit, zunächst die geliesenen Zerkleinerungsschritte in praktisch-modellhafter Form an dem Strang der Legosteine nachzu vollziehen, gibt den Schülern Zeit und Gelegenheit, sich die Vorgänge besser einzuprägen. Hier wird eine simple haptische Tätigkeit mit einem komplexen und mikroskopisch kleinen biochemischen Vorgang assoziiert und so als memorable Struktur verknüpft und im Gedächtnis gespeichert.

Das Material besteht aus 20 quadratischen Lego-Vierersteinen, aus denen anfänglich das Modell eines stärkehaltigen Nahrungspartikels zusammengesteckt wird, dessen Inhaltsstoffe polymere Stärke-Kettenmoleküle sind, sodass die einzelnen Steine die Zuckerbruchstücke darstellen.

Der Verdauungsvorgang selbst wurde in vier Abschnitte unterteilt, die jeweils von einer eigenen Aufgabekarte beschrieben werden. Zunächst geht es um die Zerkleinerung der Speisen im Mundraum, wodurch den Schülern klar wird, dass die Verdauung bereits hier einsetzt und die Zähne und der Kauvorgang dabei eine große Rolle spielen.

Auch der zweite Schritt, die Vorverdauung stärkehaltiger Nahrung in dextrin-ähnliche Unterstrukturen der Stärke, die jeweils aus kurzen Ketten von Zuckermolekülen bestehen, geschieht noch im Mundraum mithilfe der im Speichel vorhandenen Amylasen-Enzyme. Dies wird im Modellversuch durch eine zweite Teilung der Lego-Stränge verdeutlicht, und es wird die Wirkungsweise von Enzymmolekülen thematisiert.

Der dritte Schritt findet nun nicht, wie von den Schülern erwartet, im Magen statt, der wegen seines geringen pH-Wertes keine Enzymtätigkeit zulässt, sondern im hinter der Bauchspeicheldrüse gelegenen Teil des Dünndarms. Hier zerlegen weitere Amylasen und andere Enzyme die Stärkebruchstücke in wasserlösliche Einzelzucker. Dieser prinzipielle Unterschied in der Löslichkeit, der den meisten Schülern bekannt sein dürfte, eventuell aber noch einmal vor der Klasse oder in Einzelexperimenten thematisiert werden kann, führt den Schülern die Wichtigkeit der Zerlegung großer Nahrungsmittelmoleküle in kleinere Einheiten vor Augen.

Im letzten Schritt findet die Resorption, d.h. die Aufnahme der gelösten Zuckermoleküle durch die Membranen des Dünndarms statt, die anschließend über die in der Darmwand vorhandenen kapillaren Adern in den Blutkreislauf überwechseln. Im Modellversuch dient der gelochte Deckel der Aufbewahrungsbox als Membranhülle. Der in seine kleinsten Einheiten zerlegte Stärkestrang wird durch rhythmische Bewegungen durch den Deckel in die Box transportiert. Man kann dazu eine starke Pappe mit geeigneten Löchern versehen. Besser und stabiler ist jedoch ein eigens aus einem Sperrholzbrett mit zwei unteren Rastleisten versehener Holzdeckel, in den die Löcher hinein gebohrt werden.

Im Anschluss an die Durchführung der einzelnen Verdauungsschritte im Modell anhand der vier Karten haben die Schüler zur Ergebnissicherung die Aufgabe, die so modellierten Vorgänge im einzelnen zu beschreiben und Fragen dazu zu beantworten.