

## NATURWISSENSCHAFTEN 5/6

### UNTERRICHTEN TEIL 2



**NATURWISSENSCHAFTEN 5/6**  
**UNTERRICHTEN TEIL 2**

Die Handreichung kann als pdf-Datei heruntergeladen werden.  
Die Materialien für Schülerinnen und Schüler können als Worddateien  
gesondert aufgerufen und zur Anpassung bearbeitet werden.



<https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/nawi-5-6-unterrachten>

## Impressum

### Herausgeber

Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM)

14974 Ludwigsfelde-Struveshof

Tel.: 03378 209 - 0

Fax: 03378 209 - 149

[www.lisum.berlin-brandenburg.de](http://www.lisum.berlin-brandenburg.de)

**Autorinnen und Autoren** Ralf Böhlemann, Doreen Herrmann, Dr. Pia Schmidt, Dr. Ilona Siehr,  
Markus Viehweger, Dr. Birgit Wenzel (LISUM)

**Redaktion** Doreen Herrmann und Dr. Birgit Wenzel (LISUM)

**Zeichnung, Cover** Dr. Katja Friedrich

**Fotos und Zeichnungen** Alle Bildnachweise sind am Ende der Handreichung aufgeführt

**Layout** atelier2gestalten, Berlin

Alle Verweise auf den **RLP 1–10** beziehen sich auf folgende Literatur:

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft Berlin, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport  
des Landes Brandenburg, Hrsg., 2016. RAHMENLEHRPLAN Jahrgangsstufen 1–10. Berlin, Potsdam.  
ISBN 978-3-944541-23-5

Die Angabe **RLP, S. NN** bezieht sich immer auf Teil C, Fach Naturwissenschaften 5/6

**Links** von der Redaktion geprüft, 28.03.2019

**Druck** Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Grafikzentrum, Potsdam

**ISBN** 978-3-944541-45-7

Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM), Ludwigsfelde 2019

Soweit nicht abweichend gekennzeichnet zur Nachnutzung freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY ND 4.0,  
verbindlicher Lizenztext zu finden unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

Erläuterungslinks weiterer genutzter CC-Lizenzen:

<https://creativecommons.org/publicdomain/deed.de>

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

# INHALT

<b>Einführung</b> .....	<b>5</b>
<b>Der Beitrag von Experimenten für das Fach Naturwissenschaften 5/6</b> .....	<b>6</b>
<b>Einordnung der Experimente in den RLP Naturwissenschaften 5/6</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Wahrnehmen mit allen Sinnen – Stationenlernen</b> .....	<b>12</b>
Protokoll: Wahrnehmen mit allen Sinnen – Stationenlernen.....	17
Lösungsvorschlag: Wahrnehmen mit allen Sinnen – Stationenlernen .....	22
<b>2 Vom Schätzen zum Messen</b> .....	<b>25</b>
Protokoll: Vom Schätzen zum Messen.....	27
Lösungsvorschlag: Vom Schätzen zum Messen .....	29
<b>3 Papierchromatografie</b> .....	<b>30</b>
<b>4 Wirkung von Wärmestrahlung</b> .....	<b>33</b>
Protokoll: Wärmestrahlung (1) .....	36
Protokoll: Wärmestrahlung (2 a) .....	37
Protokoll: Wärmestrahlung (2 b) .....	40
Lösungsvorschlag: Wirkung von Wärmestrahlung (1) .....	41
Lösungsvorschlag: Wirkung von Wärmestrahlung (2 a und b) .....	42
<b>5 Die tolle Knolle</b> .....	<b>44</b>
Protokoll: Die tolle Knolle .....	47
Lösungsvorschlag: Sachtext Die tolle Knolle .....	52
Lösungsvorschlag: Die tolle Knolle.....	53
<b>6 Bewegung einer Luftblase</b> .....	<b>55</b>
Protokoll: Bewegung einer Luftblase .....	59
Lösungsvorschlag: Bewegung einer Luftblase .....	62
<b>7 Nachweis von Stärke in Lebensmitteln</b> .....	<b>63</b>
Protokoll: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln .....	67
Lösungsvorschlag: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln .....	69
<b>8 Elektrische Leiter und Nichtleiter</b> .....	<b>70</b>
Protokoll: Elektrische Leiter und Nichtleiter .....	73
Lösungsvorschlag: Elektrische Leiter und Nichtleiter .....	76
<b>9 Vergrößern und Verkleinern mit Sammellinsen</b> .....	<b>77</b>
Protokoll: Die Brennweite einer Sammellinse bestimmen .....	84
Protokoll: Eigenschaften von Bildern durch Sammellinsen .....	87
Lösungsvorschlag: Die Brennweite einer Sammellinse bestimmen .....	94
Lösungsvorschlag: Eigenschaften von Bildern durch Sammellinsen.....	95
<b>Bild- und Textnachweise, Teil 2</b> .....	<b>98</b>
<b>Autorenverzeichnis, Teil 2</b> .....	<b>99</b>



## EINFÜHRUNG

Teil 2 der Handreichung „Naturwissenschaften 5/6 unterrichten“ widmet sich schwerpunktmäßig dem Experiment<sup>1</sup> und stellt konkrete Materialien für den Unterricht zu den Themenfeldern des RLP vor.

Grundlage für diese Handreichung sind bei DESY entwickelte Unterrichtsmaterialien. Das Team bestand aus Lehrkräften, die Expertise aus dem Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer (Biologie, Chemie und Physik) haben und auch auf die Anschlussfähigkeit der Materialien mit Blick auf die Sekundarstufe I achteten. Die vollständigen Materialien finden Sie unter [www.desy.de/nawi](http://www.desy.de/nawi).

Die Überarbeitung von neun Experimenten, Ergänzungen und die Gesamtreaktion erfolgten durch das LISUM.

Das Ziel dieser Handreichung ist es, Lehrerinnen und Lehrern für das Fach Naturwissenschaften 5/6 Mut zu machen, mit Schülerinnen und Schülern zu experimentieren und ihnen dafür Ideen und Anregungen zur Verfügung zu stellen. Die Autorinnen und Autoren sind davon überzeugt, dass das Fach am besten unterrichtet werden kann, wenn die Lernenden ihre eigenen Erfahrungen mit Experimenten machen können und auch Spaß dabei haben.

Bei der Auswahl der Experimente wurde darauf geachtet, Angebote für möglichst alle Themenfelder des RLP zu unterbreiten. Die Schülermaterialien sind zusätzlich auf dem Bildungsserver Berlin-Brandenburg (Link siehe Impressum) als WORD-Datei hinterlegt, damit jede Lehrkraft die vorgeschlagenen Materialien nach den Bedürfnissen der Lerngruppen anpassen kann.

Die vorliegende Auswahl bildet eine Vielfalt von Experimenten ab, es gibt einen Demonstrationsversuch und viele Schülerversuche, die sich für die Einzelarbeit, Gruppenarbeit oder das Stationenlernen eignen. Es gibt Experimente, die für sich stehen, solche, die aufeinander aufbauen, und einen Langzeitversuch. Jede Versuchsbeschreibung beinhaltet Hinweise für Lehrkräfte, die Vorlage für ein Schülerprotokoll und das Protokoll mit zu erwartenden Lösungen.

Die Experimente wurden zum großen Teil im Vorfeld mit Schülerinnen und Schülern erprobt. Sie haben sich für einen Unterricht als dienlich erwiesen, der das aktive Handeln der Lernenden unterstützt und naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen entwickelt und damit die Brücke vom Sach- zum Fachunterricht schlägt.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Wie schon in Teil 1 werden auch in Teil 2 die Begriffe Experiment und Versuch synonym verwendet.

<sup>2</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 1: Das Fach Naturwissenschaften 5/6 – mehr als fachübergreifendes Unterrichten und Kapitel 2: Naturwissenschaften 5/6 unterrichten – Übergang vom Sachunterricht zum Fachunterricht

# DER BEITRAG VON EXPERIMENTEN FÜR DAS FACH NATURWISSENSCHAFTEN 5/6

Die rasanten technischen und medialen Fortschritte ermöglichen heute, viele Vorgänge in Natur und Technik durch Simulationen digital zu untersuchen. Dennoch, das klassische Experiment hat nicht an Bedeutung verloren und ist in mehrfacher Hinsicht für den naturwissenschaftlichen Unterricht unverzichtbar.

Im Folgenden werden Vorteile und Leistungen von Experimenten aufgelistet, wie sie auch in den Materialien dieser Handreichung zur Geltung kommen. Diese Leistungen setzen die Ziele des Unterrichts im Fach Naturwissenschaften 5/6 um (siehe RLP, S. 3).

## EXPERIMENTE

- eignen sich hervorragend, um Schülerinnen und Schüler an naturwissenschaftliche Vorgehensweisen, Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten heranzuführen.
- wecken das Interesse der Lernenden für naturwissenschaftliche Fragestellungen und können so zu einer langanhaltenden Eigenmotivation für die Naturwissenschaften beitragen.
- sind handlungsorientiert. Sie ermöglichen ein hohes Maß an Schülerelbstständigkeit und fördern die Kooperation der Lernenden.
- erfordern ein hohes Maß an Kommunikation. Bei der Beschreibung ihrer Beobachtungen und der Auswertung nutzen die Lernenden vielfältige Sprachmittel und erweitern ihren Fachwortschatz. Damit wird auch ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung der Sprachkompetenz geleistet.<sup>3</sup>

## AUFBAU DER EXPERIMENTE UND SCHWERPUNKTE DER ARBEIT

- Die Experimente gehen immer von einem Phänomen aus und knüpfen an die Erfahrungen der Lernenden, ihre Lebenswelt und Alltagsvorstellungen an.
- Für jedes Experiment gibt es vorab Sachinformationen, Vorschläge für Forscherfragen und Kontexte, Hinweise zur Durchführung, zum Teil Differenzierungshinweise u. v. m. Diese Hinweise ermöglichen der Lehrkraft eine fachliche Einordnung sowie die Umsetzung eines schülerorientierten Unterrichts. Zudem erleichtern sie die konkrete und ökonomische Unterrichtsvorbereitung.
- Ein Schwerpunkt ist die Heranführung der Lernenden an das Protokollieren als wichtige naturwissenschaftliche Arbeitstechnik. Die Experimente erfordern unterschiedliche Formen und Quantitäten des Protokollierens.
- Jedes Schülerprotokoll beginnt mit einer einführenden, schülernahen Situationsbeschreibung aus dem Alltag, aus der sich eine Frage ergibt, die für das Experiment leitend ist. Zum Aufbau gehören weiterhin in der Regel die Aufforderung, eine Vermutung anzustellen, Angaben zu den Materialien und zur Durchführung, Anforderungen an die Beobachtung und Auswertung des Experiments.
- Insgesamt werden naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie Hypothesenbildung, Beobachten, Beschreiben, Vergleichen und Messen von den Schülerinnen und Schülern angewendet und intensiv geübt. Das Planen von Experimenten wird zum Teil als Möglichkeit in den Lehrerhinweisen ergänzt oder auch als Alternative im Material vorgestellt.
- Die Experimente ermöglichen es der Lehrkraft, die Lernenden in neuen, handlungsorientierten Situationen zu beobachten und zu begleiten.

---

<sup>3</sup> Siehe RLP 1–10, Teil B, Basiscurriculum Sprachbildung



- Die Materialien wurden so ausgewählt, dass möglichst Alltagsgegenstände genutzt werden können.
- In den vorgeschlagenen Experimenten werden alle vier fachbezogenen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche des RLP berücksichtigt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung der Bereiche *Erkenntnisse gewinnen* und *Kommunizieren*. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die für die einzelnen Experimente bedeutsamen Kompetenzbereiche, Kompetenzen und ihre Teilkompetenzen.

## EINORDNUNG DER EXPERIMENTE IN DEN RLP NATURWISSENSCHAFTEN 5/6

Themenfeld	Experiment	Basiskonzept	Kompetenzbereiche	Kompetenzen/Teilkompetenzen
<b>3.1</b> <i>Von den Sinnen zum Messen</i>	<b>1</b> Wahrnehmen mit allen Sinnen (Schülerversuche als Stationenlernen)	Systemkonzept	2.1 <i>Mit Fachwissen umgehen</i>	<i>Ein Ganzes besteht aus zusammenwirkenden Einzelteilen</i>
			2.2 <i>Erkenntnisse gewinnen</i>	<i>Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Durchführung, Auswertung und Reflexion</i>
			2.3 <i>Kommunizieren</i>	<i>Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden</i>
			2.4 <i>Bewerten</i>	<i>Bewertungskriterien diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren Sicherheits- und Verhaltensregeln einhalten</i>
<b>3.1</b> <i>Von den Sinnen zum Messen</i>	<b>2</b> Vom Schätzen zum Messen (Schülerversuch)	Konzept der Erhaltung	2.1 <i>Mit Fachwissen umgehen</i>	<i>Energie und Materie gehen nicht verloren</i>
			2.2 <i>Erkenntnisse gewinnen</i>	<i>Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Durchführung, Auswertung und Reflexion Messwerte erfassen</i>
			2.3 <i>Kommunizieren</i>	<i>Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden</i>
			2.4 <i>Bewerten</i>	<i>Bewertungskriterien diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren</i>
<b>3.2</b> <i>Stoffe im Alltag</i>	<b>3</b> Papierchromatografie <sup>4</sup> (Schülerversuch)	Konzept der Erhaltung	2.1 <i>Mit Fachwissen umgehen</i>	<i>Energie und Materie gehen nicht verloren</i>
			2.2 <i>Erkenntnisse gewinnen</i>	<i>Beobachten, Vergleichen und Ordnen Durchführung, Auswertung und Reflexion</i>

<sup>4</sup> Die Angaben beziehen sich auf die Schülermaterialien „Farbstoffe“ in Teil 1, Kapitel 5: Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten, S. 61-68

Themenfeld	Experiment	Basiskonzept	Kompetenzbereiche	Kompetenzen/Teilkompetenzen
			2.3 Kommunizieren	Recherchieren Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden
			2.4 Bewerten	Schlussfolgerungen reflektieren
<b>3.3</b> <i>Die Sonne als Energiequelle</i>	<b>4</b> Wirkung von Wärmestrahlung (Schülerversuch und Demonstrationsversuch)	Konzept der Energie Konzept der Wechselwirkung	2.1 Mit Fachwissen umgehen	Energie bewirkt Licht, Bewegung und Wärme Dinge/Lebewesen beeinflussen sich gegenseitig
			2.2 Erkenntnisse gewinnen	Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Planung und Durchführung, Auswertung und Reflexion Mit naturwissenschaftlichen Größen umgehen, Messwerte erfassen
			2.3 Kommunizieren	Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden
			2.4 Bewerten	Bewertungskriterien diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren
<b>3.5</b> <i>Pflanzen, Tiere, Lebensräume /</i> <b>3.3</b> <i>Die Sonne als Energiequelle</i>	<b>5</b> Die tolle Knolle (Schülerversuch, Langzeitversuch)	Konzept der Wechselwirkung Konzept der Energie	2.1 Mit Fachwissen umgehen	Dinge/Lebewesen beeinflussen sich gegenseitig Energie bewirkt Licht, Bewegung und Wärme
			2.2 Erkenntnisse gewinnen	Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Durchführung, Auswertung und Reflexion, (Fragestellung)
			2.3 Kommunizieren	Darstellungsformen wechseln, Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden

Themenfeld	Experiment	Basiskonzept	Kompetenzbereiche	Kompetenzen/Teilkompetenzen
			2.4 Bewerten	<i>Bewertungskriterien diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren</i>
<b>3.6</b> <i>Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft</i>	<b>6</b> Bewegung einer Luftblase (Schülerversuch)	Konzept der Energie	2.1 Mit Fachwissen umgehen	<i>Energie bewirkt Licht, Bewegung und Wärme</i>
			2.2 Erkenntnisse gewinnen	<i>Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Durchführung, Auswertung und Reflexion Mit naturwissenschaftlichen Größen umgehen, Messwerte erfassen</i>
			2.3 Kommunizieren	<i>Darstellungsformen wechseln, Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden</i>
			2.4 Bewerten	<i>Bewertungskriterien diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren</i>
<b>3.7</b> <i>Körper und Gesundheit</i>	<b>7</b> Nachweis von Stärke in Lebensmitteln (Schülerversuch)	Konzept der Wechselwirkung System-Konzept	2.1 Mit Fachwissen umgehen	<i>Dinge/Lebewesen beeinflussen sich gegenseitig Ein Ganzes besteht aus zusammenwirkenden Einzelteilen</i>
			2.2 Erkenntnisse gewinnen	<i>Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Durchführung, Auswertung und Reflexion</i>
			2.3 Kommunizieren	<i>Recherchieren Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden</i>
			2.4 Bewerten	<i>Bewertungskriterien diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren</i>

Themenfeld	Experiment	Basiskonzept	Kompetenzbereiche	Kompetenzen/Teilkompetenzen
<b>3.2</b> <i>Stoffe im Alltag /</i>	<b>8</b> Elektrische Leiter und Nichtleiter (Schülerversuch)	Konzept der Energie	2.1 Mit Fachwissen umgehen	<i>Energie bewirkt Licht, Bewegung und Wärme</i>
			2.2 Erkenntnisse gewinnen	<i>Beobachten, Vergleichen und Ordnen Hypothesenbildung, Durchführung, Auswertung und Reflexion</i>
			2.3 Kommunizieren	<i>Informationen aus grafischen Darstellungen entnehmen Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden</i>
			2.4 Bewerten	<i>Bewertungskriterien, Handlungsoptionen diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren Sicherheits- und Verhaltensregeln einhalten</i>
<b>3.3</b> <i>Die Sonne als Energiequelle</i>	<b>9</b> Vergrößern und Verkleinern mit Sammellinsen (Schülerversuch)	Konzept der Wechselwirkung Konzept der Energie	2.1 Mit Fachwissen umgehen	<i>Recherchieren Texte zu Sachverhalten produzieren, Dokumentieren Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden</i>
			2.2 Erkenntnisse gewinnen	<i>Bewertungskriterien, Handlungsoptionen diskutieren und auswählen Schlussfolgerungen reflektieren Sicherheits- und Verhaltensregeln einhalten</i>
			2.3 Kommunizieren	
			2.4 Bewerten	
<b>3.4</b> <i>Welt des Großen – Welt des Kleinen</i>				

# 1 WAHRNEHMEN MIT ALLEN SINNEN – STATIONENLERNEN

Themenfeld: 3.1 Von den Sinnen zum Messen

Thema: Menschliche Sinne und Wahrnehmung

Vorkenntnisse: Sinnesorgane unterscheiden können, Sinneswahrnehmungen benennen können

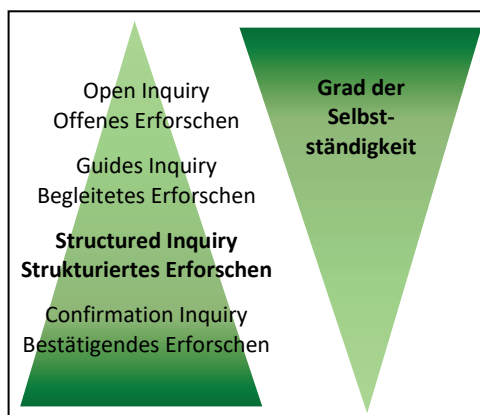
Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

Fachbegriffe: Wahrnehmung

Wahrnehmung ist der Prozess und das Ergebnis der Aufnahme und Verarbeitung von Reizen aus der Umwelt und dem Körperinneren mithilfe von Sinnesorganen.

Forscherfrage: Z. B.: Wie kann ich herausfinden, ob ich schon z. B. Honig in meinem Tee habe? Wie können sich blinde Menschen zurechtfinden?

Kontext: Die Beschäftigung mit unserer Wahrnehmung regt nicht nur dazu an, sich aller Sinne bewusst zu werden; hier kann auch thematisiert werden, wie wichtig die Sinne und ihr Zusammenspiel für das Lernen sind. Je mehr Wahrnehmungskanäle aktiviert werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass für alle Lernenden passende Lernchancen eröffnet werden.



Die Erforschung unserer Wahrnehmung, unserer Sinne und Sinnesorgane erfolgt hier in einem Stationenlernen. Die Lernenden werden durch Aufgaben geleitet und führen die Experimente nach Anleitung durch (strukturiertes Erforschen), Arbeitsschritte und Materialien sind vorgegeben.

Eine Öffnung der Lernsituation in Richtung des offenen Erforschens<sup>5</sup> könnte umgesetzt werden, indem die Lernenden zu Fragestellungen eigenständig Aufgaben und Experimente zu den Sinnen entwickeln und erproben.

## ÜBERSICHT: REIZE, SINNE UND SINNESORGANE

Sinnesreize	Sinne (Wahrnehmung)	Sinnesorgane
Licht	Sehsinn (visuelle Wahrnehmung)	Auge
Schallwellen	Hörsinn (auditive Wahrnehmung)	Ohr
Beschleunigung ( <i>kein Versuch</i> )	Gleichgewichtssinn (vestibuläre Wahrnehmung)	Ohr
Druck, Berührung, Dehnung	Tastsinn (taktile Wahrnehmung)	Haut
Temperatur, Temperaturänderungen	Temperatursinn (taktile Wahrnehmung / Thermorezeption)	Haut
Chemische Stoffe	Geruchssinn (olfaktorische Wahrnehmung)	Nase
Chemische Stoffe	Geschmackssinn (gustatorische Wahrnehmung)	Zunge

<sup>5</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 3: Naturwissenschaftlichen Unterricht erforschend und vielfältig gestalten, S. 24 f

## HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

- Die Aufgaben sind so ausgewählt, dass verschiedene Sinne angesprochen werden. Das soll die Schülerinnen und Schüler dafür sensibilisieren, dass nicht nur der Sehsinn für die Wahrnehmung von Reizen bedeutsam ist. In den Versuchsanleitungen werden die angesprochenen Sinne nicht benannt, damit die Schülerinnen und Schüler die Art ihrer Wahrnehmungen selbst reflektieren. Für den Gleichgewichtssinn wird kein Experiment vorgeschlagen.
- Je nachdem, wie der Einstieg gestaltet wird (z. B. durch Thematisierung einer der Forscherfragen oder durch die Geschichte zu Beginn des Protokolls), sollte dieser auch bei einem Auswertungsgespräch wieder aufgenommen werden.
- Alle Stationen sind zum Unterrichtsbeginn aufgebaut, die Versuchsanweisungen liegen bereit (am besten laminiert zum Wiederverwenden). Alle Lernenden bekommen ein Protokoll und benötigen einen Stift.
- In der Regel findet das Stationenlernen in Einzelarbeit statt, drei Stationen (siehe Tabelle) erfordern eine Partnerarbeit. Hierauf sollten die Lernenden hingewiesen werden.
- Für die Stationen 1, 2, 4, 6 und 7 sollten Lösungskärtchen bereitliegen, damit die Lernenden im Anschluss die Lösungen für einen Abgleich mit ihren Ergebnissen in das Protokoll übernehmen und damit auch ihre Wahrnehmungen reflektieren können.
- Vor Beginn der Experimente muss eine Belehrung der Schülerinnen und Schüler erfolgen, dass keine Substanzen in den Mund genommen werden dürfen, außer es wird in der Aufgabenstellung gefordert.
- Aus hygienischen Gründen wird für jede Geschmacksprobe ein sauberer Löffel oder ein Watte­stäbchen benutzt. Zum Ablegen benutzter Löffel wird ein gekennzeichnetes Gefäß bereitgestellt. Nach Reinigung können diese wiederverwendet werden.
- Beim Riechen dürfen Substanzen nicht direkt unter die Nase gehalten werden. Duftstoffe werden zugefächelt, denn sonst besteht ggf. Verätzungsgefahr.
- Es hat sich bewährt, jede Station mindestens zweimal vorzubereiten. Damit werden Wartezeiten vermindert. Vorteilhaft ist es, wenn die Materialien und die Versuchsanleitung für jede Station als Set bereitgestellt werden. Die Reihenfolge der Bearbeitung der Stationen ist beliebig.
- Die Zusatzstationen sind ein Angebot für Lernende, die zügig arbeiten. Außerdem können sie alternativ bearbeitet werden, wenn keine andere Station zur Verfügung steht.
- Anstelle der Zusatzstation 7 (Tastsinn) könnte ein blickdichter Beutel mit unterschiedlichen Materialien in gleicher Form (z. B. Kugel oder Würfel) bereitliegen.
- Für die Stationen 2 und 5 eignen sich kleine Plastikdosen. Nasenklemmen gibt es beim HNO-Facharzt, Lungenfacharzt oder im Sportfachhandel/Drogeriefachhandel. Schlauch oder Riffelrohr können im Baumarkt preiswert erstanden werden.
- In einer gemeinsamen Auswertung des Stationenlernens sollten nicht nur die richtigen Lösungen (siehe Lösungsvorschlag) eine Rolle spielen. Im Unterrichtsgespräch können die Funktionen der Sinne, ihre Bedeutung für unsere Umweltwahrnehmung, ihre individuell unterschiedliche Ausbildung aufgrund unterschiedlicher Erfahrungen, ihre unterschiedlichen Möglichkeiten und Grenzen sowie das Zusammenspiel in der Wahrnehmung oder auch Ausgleichsmöglichkeiten bei Sinnesbeeinträchtigungen thematisiert werden.
- Bei der Dokumentation des Stationenlernens werden nur die Aspekte eines Protokolls berücksichtigt, die bei der Durchführung bedeutsam sind (vor allem Vermutungen, Wahrnehmungen und Ergebnisse); ein vollständiges Protokoll ist in diesem Zusammenhang nicht erforderlich.

## ÜBERSICHT ZU DEN VERSUCHSSTATIONEN

Station	Sinne	Art der Wahrnehmung	Material/Besonderheit
1	Tastsinn	Wahrnehmen durch Tasten	Blickdichter Beutel mit Gummizug oder Fühlkiste, Körper aus verschiedenen Materialien wie Holz, Glas, Wolle, Filz, Draht/Geflecht, Metall, Watte, Styropor, Hart- oder Weichplastik ...
2	Hörsinn	Wahrnehmen durch Hören	Hörmemory aus 21 blickdichten Dosen: Die Dosen werden mit den Zahlen von 1 bis 11 und den Buchstaben A bis J beschriftet. Immer zwei Dosen mit jeweils einem Buchstaben und einer Zahl werden mit den gleichen Materialien gefüllt (Salz, Steine, Haselnüsse, größere und kleinere Glöckchen, Münzen, Reis, Mais, Murmeln, Kies, Sand ...). Eine nummerierte Dose bleibt übrig.
3	Temperatursinn	Wahrnehmen durch Fühlen	Eine Fliese, eine etwa ebenso große Platte aus Styropor; alternativ Platten aus Holz, Glas, Metall ...
4	Geschmacksinn	Wahrnehmen durch Schmecken	Einweglöffel, Gefäß für benutzte Löffel, nummerierte Becher mit Leitungswasser, Salzwasser, Zuckerwasser, Essigwasser, Wasser mit Bittermandelaroma <i>Hinweis:</i> Salz- und Essigwasser mit <i>geringer</i> Konzentration vorbereiten!
5	Sehsinn	Wahrnehmen durch Sehen	Zylindrisches Glas (Trinkglas, Vase), Becher mit Wasser, Klötzchen mit Pfeil ( <b>Partnerarbeit</b> )
6	Geruchssinn	Wahrnehmen durch Riechen	Nummerierte Dosen, Wattepad, duftende Substanzen (Duftöl, Essig, Minze, Zwiebel, Curry, Zimt, Kaffeepulver ...) In die Dosen werden Wattepad gesteckt, die duftende Flüssigkeiten aufsaugen oder feste Substanzen, die Geruch abgeben. Die Dosen mit einem Deckel verschließen.
Zusatz: 7	Tastsinn	Wahrnehmen durch Tasten	Blickdichter Beutel mit Gummizug oder Fühlkiste/ Karton mit Eingriffsöffnung, kleine Alltagsgegenstände (Spielzeugauto, Holzbuchstabe, Gummitier, Legofigur, Löffel, Wäscheklammer ...)
Zusatz: 8	Hörsinn	Wahrnehmen durch Hören	Schlauch oder Riffelrohr (ca. 1 m), Stift Die Ränder des Schlauchs/Riffelrohrs werden mit Klebeband gegen Verletzungsgefahr gesichert. Stattdessen können auch zwei Trichter befestigt werden. <b>(Partnerarbeit)</b>
Zusatz: 9	Geschmacks- und Geruchssinn	Wahrnehmen durch das Zusammenwirken von Schmecken und Riechen	Augenbinde, Nasenklemme, Löffel, Gefäß für benutzte Löffel, beschriftete Becher mit verschiedenen Flüssigkeiten (z. B. Apfel, Grapefruit, Kirsche, Orange, Banane, Tomate, Ananas, Pfefferminztee, Leitungswasser, Milch ...) ( <b>Partnerarbeit</b> )



## VERSUCHSANLEITUNGEN FÜR DIE STATIONEN

### Station 1:

Im Beutel / In der Kiste befinden sich verschiedene Körper. Fasse durch die Öffnung und versuche herauszufinden, um welche Körper es sich handelt, **ohne diese herauszunehmen**.

Was nimmst du wahr? Vermute, um welches Material es sich handelt.  
(Beispiel: weich, elastisch → Schaumstoff)

Notiere deine Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

### Station 2:

Je zwei Dosen enthalten den gleichen Inhalt. Versuche herauszufinden, welche zwei Dosen zusammengehören. **Die Dosen dürfen nicht geöffnet werden**.

1. Welche Dosen (jeweils eine Zahl und ein Buchstabe) gehören zusammen?  
Welche Dose bleibt übrig?

2. Was vermutest du in den Dosen?

Notiere deine Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

### Station 3:

Nimm zwei verschiedene Platten. Lege gleichzeitig beide Hände auf jeweils eine Platte.

Was nimmst du wahr?

Notiere deine Überlegungen im Protokoll.

### Station 4:

In den Bechern sind Flüssigkeiten, in denen verschiedene Stoffe gelöst sind. Finde heraus, welcher Stoff jeweils gelöst wurde.

Probiere jeweils mit einem frischen Löffel eine kleine Menge einer Flüssigkeit.

Was nimmst du wahr? Vermute, welcher Stoff gelöst wurde.

Notiere deine Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

**Station 5: (Partnerarbeit: Führt das Experiment durch und tauscht anschließend die Rollen.)**

#### Durchführung

1. Stelle das Klötzchen mit dem Pfeil direkt hinter das leere Glas, sodass der Pfeil nach rechts zeigt (Abb. 1).

2. Befülle das Glas langsam bis zur Hälfte mit Wasser (Abb. 2).  
Dabei beobachtet deine Partnerin / dein Partner den Pfeil durch das Glas hindurch.  
Was nimmt sie/er wahr?

3. Schiebe nun das Klötzchen vom Glas weg nach hinten (Abb. 3).

4. Welche Veränderungen des Pfeils nimmst sie/er wahr?

5. Notiert eure Ergebnisse im Protokoll.

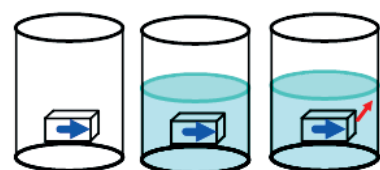


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

**Station 6:**

Öffne jede Dose, **ohne die Watte pads herauszunehmen**. Fächle dir mit der Hand den Duft zu.  
Was nimmst du wahr? Vermute, was in der Dose ist.  
Notiere deine Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

**Zusatzstation 7:**

Im Beutel / In der Kiste befinden sich verschiedene Gegenstände. Fasse durch die Öffnung und versuche herauszufinden, um welche Gegenstände es sich handelt, **ohne diese herauszunehmen**.  
Was nimmst du wahr? Vermute, um welchen Gegenstand es sich handelt.  
Notiere deine Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

**Zusatzstation 8: (Partnerarbeit: Führt das Experiment durch und tauscht anschließend die Rollen.)**

Führe den Schlauch hinter deinem Kopf von Ohr zu Ohr. Halte die Schlauchöffnungen während des Experiments an deine Ohren und schließe deine Augen.  
Deine Partnerin / dein Partner klopft sanft mit einem Stift an verschiedenen Stellen an den Schlauch.  
Was nimmst du wahr? Was ist dir aufgefallen?  
Notiere deine Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

**Zusatzstation 9: (Partnerarbeit: Führt das Experiment durch und tauscht anschließend die Rollen.)**

Bei diesem Experiment ist eine/einer von euch die Versuchsleiterin/der Versuchsleiter, die / der andere ist die Testperson. Das Experiment besteht aus zwei Teilen.

**Durchführung** (einmal *mit*, einmal *ohne* Nasenklemme)

1. Als Testperson setzt du die Nasenklemme und die Augenbinde auf. Nase und Augen bleiben während der gesamten Zeit geschlossen.
2. Als Versuchsleiterin / Versuchsleiter wählst du fünf Flüssigkeiten aus und notierst diese der Reihe nach auf dem Protokollbogen.
3. Gib der Testperson jeweils mit einem sauberen Löffel etwas Flüssigkeit in den Mund.
4. Notiere die Flüssigkeit, die deine Partnerin / dein Partner nennt und trage in die Tabelle ein, ob die Flüssigkeit richtig erkannt wurde oder nicht (ja/nein).
5. Wiederholt das Experiment ohne Nasenklemme, aber mit Augenbinde.

Beim Rollentausch: Wählt andere Flüssigkeiten oder eine andere Reihenfolge der Flüssigkeiten aus.

Vermutet zu Beginn, ob ihr einen Unterschied *mit* und *ohne* Nasenklemme wahrnehmen werdet. Vergleicht abschließend eure Vermutung mit euren Ergebnissen. Was stellt ihr fest?  
Notiert eure Überlegungen und Ergebnisse im Protokoll.

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

**Protokoll: Wahrnehmen mit allen Sinnen – Stationenlernen**

Die Klasse 5a unternimmt eine Wanderung in den nahe gelegenen Wald. Die Lehrerin hat eine Forscheridee und teilt allen Zettel und Stift sowie einen Auftrag aus: Sammelt in 20 Minuten so viele Waldeindrücke wie möglich und schreibt sie auf. Sanna und Lina sammeln fleißig, was sie sehen und hören können. Stolz kommen sie mit ihrer langen Liste zur Auswertung. Verwundert stellen sie fest, dass Henning sogar doppelt so viele Waldeindrücke aufgeschrieben hat. Bewundernd meint Lina: „Du musst ja super Augen und Ohren haben.“ Henning erwidert überrascht: „Ich hab doch nicht nur Augen und Ohren im Kopf!“

**Nun geht es um deine Wahrnehmung!**

- Alle Materialien und Versuchsanleitungen liegen an den Stationen bereit. Suche dir immer eine freie Station und verlasse sie erst, wenn alles wieder ordentlich an seinem Platz liegt.
- Lies die Versuchsanleitungen an den Stationen gründlich und führe die Aufgaben durch.
- Nutze dieses Protokoll für deine Überlegungen und Ergebnisse.

**Station 1:**

Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Material	Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Material

**Station 2:**

Diese Dosen gehören zusammen:

A - \_\_\_\_                      B - \_\_\_\_                      C - \_\_\_\_                      D - \_\_\_\_                      E - \_\_\_\_  
 F - \_\_\_\_                      G - \_\_\_\_                      H - \_\_\_\_                      I - \_\_\_\_                      J - \_\_\_\_

Diese Dose bleibt übrig: \_\_\_\_

Dose	Ich vermute ...	Inhalt	Dose	Ich vermute ...	Inhalt
A			B		
C			D		
E			F		
G			H		
I			J		
—					

**Station 3:**

Wenn ich meine Hände gleichzeitig auf zwei verschiedene Materialplatten lege, ...

---



---

**Station 4:**

Becher	Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Gelöster Stoff
1			
2			
3			
4			
5			

**Station 5:**

Das Wasser wird eingefüllt und ich beobachte, dass ...

---



---

Das Klötzchen mit dem Pfeil wird nach hinten geschoben und ich beobachte, dass ...

---



---

**Station 6:**

Dose	Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Inhalt
1			
2			
3			
4			
5			
6			

**Zusatzstation 7:**

Ich nehme wahr ...	Ich vermute...	Gegenstand

**Zusatzstation 8:**

Als meine Partnerin / mein Partner an verschiedenen Stellen an den Schlauch geklopft hat, ist mir aufgefallen, dass ...

---



---

**Zusatzstation 9:****Vermutung:**

Vermute, ob du einen Unterschied *mit* und *ohne* Nasenklemme wahrnehmen wirst.

---



---

	Gewählte Flüssigkeit	Nasen- klemme	Genannte Flüssigkeit	erkannt?
1		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
2		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
3		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
4		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
5		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein

1. Beim Versuch *mit* und *ohne* Nasenklemme habe ich Folgendes wahrgenommen:

---

---

---

2. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---

---

---

**AUSWERTUNG:**

Welche Sinne und welche Sinnesorgane hast du an den Stationen genutzt?

Fülle die Tabelle aus.

Station	Mit diesem Sinn / mit diesen Sinnen habe ich wahrgenommen:	Sinnesorgan/e
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Z 7		
Z 8		
Z 9		

**Aufgaben:**

1. Ergänze den Lückentext mit folgenden Begriffen:

*Wahrnehmung – Sinnesorganen – Reizen*

Wir hören Musik, wir sehen eine rote Ampel, wir testen die Temperatur des Wassers in der Badewanne oder genießen einen frischen Apfel. Im täglichen Leben begegnen wir immerzu vielen verschiedenen \_\_\_\_\_. Mit unseren \_\_\_\_\_ nehmen wir die Reize auf. Unser Gehirn wertet diese Informationen aus. Häufig nutzen wir nicht nur ein Sinnesorgan, sondern gleich mehrere, um eine \_\_\_\_\_ deuten zu können.

2. Vergleiche all deine Vermutungen mit den Ergebnissen an den Stationen. Gab es Stationen, an denen dir eine Vermutung leichter fiel als an anderen? An welchen Stationen war es besonders schwierig? Hast du eine Erklärung?

Du kannst folgende Satzanfänge nutzen:

Es fiel mir leicht zu vermuten ...

Schwieriger war für mich ...

Das ist so, weil ...

---

---

---

---

---

---

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: WAHRNEHMEN MIT ALLEN SINNEN – STATIONENLERNEN

Die Klasse 5a unternimmt eine Wanderung in den nahe gelegenen Wald. Die Lehrerin hat eine Forscheridee ...

### Station 1:

Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Material	Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Material
weich, elastisch	...	Schaumstoff	weich, flauschig	...	Watte
kühl, glatt, schwer	...	Metall	...	...	...

### Station 2:

Diese Dosen gehören zusammen: je nach Füllung

A - \_\_\_\_\_ B - \_\_\_\_\_ C - \_\_\_\_\_ D - \_\_\_\_\_ E - \_\_\_\_\_  
 F - \_\_\_\_\_ G - \_\_\_\_\_ H - \_\_\_\_\_ I - \_\_\_\_\_ J - \_\_\_\_\_

Diese Dose bleibt übrig: \_\_\_\_\_

Dose	Ich vermute ...	Inhalt	Dose	Ich vermute ...	Inhalt
A	...	Salz	B	...	Erbsen
C	...	Kieselsteine	D	...	
E	...		F		
G	...		H		
I			J		
—					

### Station 3:

Wenn ich meine Hände gleichzeitig auf zwei verschiedene Materialplatten lege, ...  
 fühlen sich die Platten unterschiedlich warm an.

### Station 4:

Becher	Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Gelöster Stoff
1	es schmeckt süß	...	Zucker
2	es schmeckt sauer	...	Essig
3			
4			
5			



**Station 5:**

Das Wasser wird eingefüllt und ich beobachte, dass ...  
 der Pfeil nun größer aussieht.

Das Klötzchen mit dem Pfeil wird nach hinten geschoben und ich beobachte, dass ...  
 sich der Pfeil umdreht und nicht mehr nach rechts, sondern nach links zeigt.

**Station 6:**

Dose	Ich nehme wahr ...	Ich vermute ...	Inhalt
1	Es riecht bitter / wie Kaffee	...	Kaffeebohnen
2	blumig	...	Parfüm
3	süß	...	Vanille
4	...		
5			
6			

**Zusatzstation 7:**

Ich nehme wahr ...	Ich vermute...	Gegenstand
etwas Rundes, Weiches, das ich etwas eindrücken kann	...	Ball
vier runde bewegliche Räder, kaltes und glattes Material	...	Spielzeugauto
...		

**Zusatzstation 8:**

Als meine Partnerin / mein Partner an verschiedenen Stellen an den Schlauch geklopft hat, ist mir aufgefallen, dass ...

ich es unterschiedlich laut hören konnte. /

ich es mal auf dem linken, mal auf dem rechten Ohr lauter hören konnte.

**Zusatzstation 9:****Vermutung:**

Ja, ich werde einen Unterschied feststellen, denn das Riechen und Schmecken hängen zusammen.

Oder

Nein, die Nase hat nichts mit dem Schmecken zu tun.

	Gewählte Flüssigkeit	Nasen- klemme	Genannte Flüssigkeit	erkannt?
1	Orangensaft	mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
2	Pfefferminztee	mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
3	...	mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
4		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein
5		mit		ja/nein
		ohne		ja/nein

1. Beim Versuch *mit* und *ohne* Nasenklemme habe ich Folgendes wahrgenommen:

Mit Nasenklemme konnte ich die Getränke nicht immer zuverlässig erkennen.

Ohne Nasenklemme konnte ich die Getränke erkennen.

(Das Riechen hat das Schmecken unterstützt.)

2. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

Meine Vermutung war richtig. Zum Schmecken brauche ich das Riechen.

Oder

Meine Vermutung war falsch. Zum Schmecken brauche ich das Riechen.

#### AUSWERTUNG:

Station	Mit diesem Sinn / diesen Sinnen habe ich wahrgenommen:	Sinnesorgan/e
1	Tastsinn	Haut
2	Hörsinn	Ohren
3	Temperatur	Haut
4	Geschmackssinn	Zunge
5	Sehsinn	Augen
6	Geruchssinn	Nase
Z 7	Tastsinn	Haut
Z 8	Hörsinn	Ohren
Z 9	Geschmacks- und Geruchssinn	Zunge, Nase

#### Aufgaben:

1. Ergänze den Lückentext mit folgenden Begriffen:

##### *Wahrnehmung – Sinnesorganen – Reizen*

Wir hören Musik, wir sehen eine rote Ampel, wir testen die Temperatur des Wassers in der Badewanne oder genießen einen frischen Apfel. Im täglichen Leben begegnen wir immerzu vielen verschiedenen **Reizen**. Mit unseren **Sinnesorganen** nehmen wir die Reize auf. Unser Gehirn wertet diese Informationen aus. Häufig nutzen wir nicht nur ein Sinnesorgan, sondern gleich mehrere, um eine **Wahrnehmung** deuten zu können.

2. Vergleiche all deine Vermutungen mit den Ergebnissen an den Stationen. Gab es Stationen, an denen dir eine Vermutung leichter fiel als an anderen? An welchen Stationen war es besonders schwierig? Hast du eine Erklärung?

Du kannst folgende Satzanfänge nutzen:

Es fiel mir leicht zu vermuten ...

Schwieriger war für mich ...

Das ist so, weil ...

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben ihre persönlichen Erfahrungen, die sie an den Stationen gemacht haben.

Ziel ist die Beschreibung folgender Erfahrungen:

- Einige Sinne sind besser ausgebildet als andere.
- Einige Sinne nehmen sensibler wahr als andere.
- Sinne können unter den Mitschülerinnen und Mitschülern unterschiedlich ausgebildet sein.
- ...

## 2 VOM SCHÄTZEN ZUM MESSEN

Themenfeld: 3.1 Von den Sinnen zum Messen

Thema: Vom Schätzen zum Messen

Vorkenntnisse: Mit einer Waage messen können

Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

Fachbegriffe: Schätzen, Messen, Masse, Gewicht

Schätzen: Beim Schätzen nimmt man eine genäherte Bestimmung einer Größe mithilfe der Sinne vor. Das Schätzergebnis ist in der Regel nicht mit dem tatsächlichen Wert identisch.

Messen: Das Ziel des Messens besteht darin, eine zuverlässige Aussage über den Wert einer Größe zu erhalten. Allerdings ist jede Messung mit Fehlern behaftet, sodass man keine hundertprozentige Genauigkeit des Messwertes erreichen kann.

Masse: Die Masse gibt Auskunft darüber, wie schwer ein Körper ist, d. h. wie viel Materie er enthält, und zwar unabhängig davon, wo sich der Körper befindet.

Gewicht: Das Gewicht gibt Auskunft darüber, welche Kraft ein Körper aufgrund der (Erd-)Anziehung auf den Boden ausübt. Das Gewicht eines Körpers steht also in Abhängigkeit zum Ort, weil das Gewicht z. B. auf dem Mond ein anderes sein wird.

Forscherfrage: Z. B.: Kann man solch ein Paket (wie auf dem Foto) anheben und tragen?

Kontext: Unsere Wahrnehmung muss in Einklang mit unserem Erfahrungswissen stehen. Wenn dies nicht der Fall ist, entsteht eine kognitive Dissonanz – ein Widerspruch zwischen Vorerfahrung/Vorwissen und gegebener Information/Wahrnehmung.

Um erfahren zu können, ob man ein riesiges Paket anheben und tragen könnte, braucht man eine Vorstellung von dessen Masse. Man könnte versuchen, es selbst auszuprobieren. Für Dinge, die man aber nicht so einfach heben/ausprobieren kann, gibt erst eine Waage genauere Auskunft.

Vergleichen und Ordnen von Körpern oder Vorgängen sind wichtige naturwissenschaftliche Arbeitsweisen. Mit den Sinnen kann man verschiedene (u. a. physikalische, mathematische) Größen (Masse, Volumen, Temperatur, Länge etc.) schätzen. Das gelingt gut, wenn die Größenunterschiede deutlich sind. Bei geringen Größenunterschieden wird das Vergleichen durch Schätzen unmöglich. Durch den Einsatz von Messgeräten werden Informationen gewonnen, die über die Wahrnehmung mithilfe der Sinnesorgane hinausgehen. Die Messgenauigkeit wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dieser Aspekt sollte im Anschluss an die Auswertung des Experiments thematisiert werden (Reflexion).

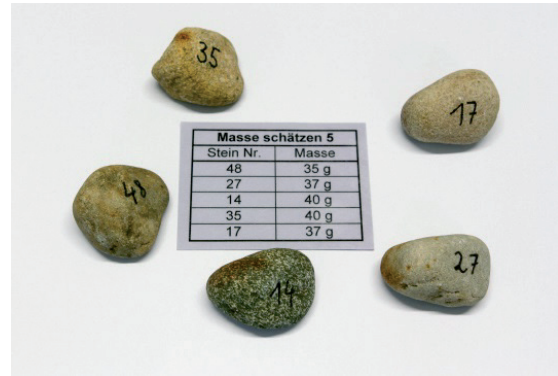
Dieses Schülerexperiment dient dazu, die Notwendigkeit des Messens von Größen mit Messgeräten zu verdeutlichen. Gleichzeitig wird das Schätzen und Messen mit einem geeigneten Messgerät geübt. Im weiteren Unterricht können Schätzungen und Messungen anderer Größen durchgeführt werden.



Lastenträger in Nepal

## HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

- Für das Experiment werden Körper mit Masseunterschieden von wenigen Gramm ausgewählt. Dadurch ist das Schätzen deutlich erschwert. Mittelgroße Kieselsteine eignen sich dafür gut, da diese leicht und in ausreichender Anzahl zu beschaffen sind (Sammeln auf dem Schulweg).
- Im Zusammenhang mit diesem Experiment sollte ausschließlich der korrekte Begriff der Masse benutzt werden.<sup>6</sup>
- Die Steine werden nummeriert. Für die Zusammenstellung von vier bis fünf Steinen, deren Masse sich nur geringfügig voneinander unterscheidet, müssen die Steine gewogen werden. Die Nummern der für ein Set ausgewählten Steine sollten keinesfalls unmittelbar aufeinander folgen, da die Schülerinnen und Schüler daraus falsche Schlüsse beim Ordnen ziehen könnten. Bei Aufbewahrung der Steinsets verringert sich der Aufwand für die Vorbereitung.
- Eine Kontrollkarte mit den korrekten Messwerten wird vorbereitet. Sie dient den Schülerinnen und Schülern zur selbstständigen Kontrolle ihrer Massewerte.
- Das Experiment kann auch mit anderen Körpern durchgeführt werden, sofern diese nur geringe Masseunterschiede aufweisen.
- Auch andere Größen (Masse, Volumen, Temperatur, Länge etc.) eignen sich zum Üben des Schätzens, Messens sowie zur Verdeutlichung der Notwendigkeit des Messens.
- Sind Schülerinnen und Schüler unerfahren in der Handhabung der zum Einsatz kommenden Messgeräte, muss vorab eine gründliche Einweisung erfolgen. Dabei sollten auch Hinweise zur Vermeidung grober Messfehler gegeben werden.



Beispiel einer Auswertung

## HINWEISE ZUR WEITERARBEIT UND DIFFERENZIERUNG

- Im Anschluss an die Massebestimmung der Steine fragt die Lehrkraft, wie sich die Steine verhalten werden, wenn man sie in ein Wasserbecken legt. Nachdem ein Stein gesunken ist, kann kommentarlos demonstriert werden, wie Bimsstein auf Wasser schwimmt. Auch hier wird eine kognitive Dissonanz erzeugt, Untersuchungsfragen können entwickelt und diese selbstständig experimentell verfolgt werden. Die Stufe des *Open Inquiry*, des offenen Erforschens<sup>7</sup>, wird umgesetzt, wenn weitere Probleme und Fragen, die sich bei der Durchführung der Experimente ergeben, verfolgt werden. Die Lernenden wählen unter den Fragen aus, welche sie weiterverfolgen und bestimmen und welche Methoden und Materialien sie dafür einsetzen möchten.
- Als differenzierendes Lernangebot (Differenzierung nach Interesse oder Lerntempo) können folgende Aufgaben angeboten werden:
- Informiere dich über die Eigenschaften des Bimssteins. Beschreibe, warum der Bimsstein so besonders ist. Suche nach anderen Materialien, die die gleiche Eigenschaft haben. (Hier: Porenbeton, Styropor, Balsaholz etc.) Überlege, wie du selbst einen „schwimmenden Stein“ herstellen könntest, und begründe deine Materialauswahl. Probiere deinen schwimmenden Stein zu Hause aus und führe ihn im Unterricht vor.

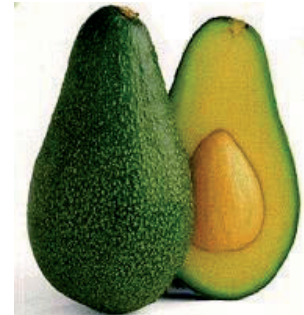
<sup>6</sup> Der Unterschied zwischen Masse und Gewicht wird im Fach Physik in der Doppeljahrgangsstufe 7/8 im Themenfeld *Wechselwirkung und Kraft* thematisiert (vgl. RLP 1-10, Teil C Physik).

<sup>7</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 3: Naturwissenschaftlichen Unterricht forschend und vielfältig gestalten

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### Protokoll: Vom Schätzen zum Messen

Auf der Einkaufsliste von Hannes und Jasmine stehen für ein gemeinsames Essen am letzten Schultag drei Avocados. Alle Avocados haben den gleichen Preis. „Suche die drei schwersten aus, Hannes“, schlägt Jasmine vor. Hannes nimmt nacheinander mehrere der Früchte in die Hand. Nach einer Weile hält er drei Avocados hoch: „Die drei müssen wir kaufen. Das ist definitiv die schwerste, dann kommt diese hier und dann die.“



Avocado

#### FRAGE:

Kannst du mithilfe deiner Sinne Avocados oder z. B. gleich große Steine verlässlich nach ihrer Masse ordnen? Formuliere eine begründete Vermutung.

#### VERMUTUNG:

---

---

---

#### MATERIALIEN:

- Tüte mit nummerierten Steinen
- Kontrollkarte
- digitale Waage

#### DURCHFÜHRUNG:

1. Vergleiche die Masse der Steine (ohne Messgerät), indem du sie in die Hand nimmst.  
Ordne die Steine vom leichtesten zum schwersten und notiere die Steinnummern:

#### Schätzergebnisse:

Reihenfolge der Steine nach dem *Schätzen*:

leicht \_\_\_\_\_ schwer

2. Bestimme die Masse der Steine nun mithilfe einer Waage. Notiere die Messwerte in der Tabelle.

**Messergebnisse:**

<b>Nummer des Steins</b>					
<b>Masse in g</b>					

3. Kontrolliere deine Messergebnisse mit der Kontrollkarte.

4. Ordne die Steine nach deinen Messwerten. Notiere auch diese Reihenfolge mithilfe der Steinnummern.

Reihenfolge der Steine nach dem *Messen*:

leicht \_\_\_\_\_ schwer

**AUSWERTUNG:**

1. Vergleiche die beiden Reihenfolgen (Schätzen und Messen). Was fällt dir auf?

---

---

---

2. Ist das Wiegen notwendig? Begründe deine Antwort.

---

---

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest? Begründe.

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: VOM SCHÄTZEN ZUM MESSEN

Auf der Einkaufsliste von Hannes und Jasmine stehen für ein gemeinsames Essen am letzten Schultag drei Avocados ...

### FRAGE:

Kannst du mithilfe deiner Sinne Avocados oder z. B. gleich große Steine verlässlich nach ihrer Masse ordnen? Formuliere eine begründete Vermutung.

### VERMUTUNG:

Mit meinen Sinnen kann ich Avocados/Steine richtig ordnen, da ich zwei Avocados/Steine gleichzeitig in die Hand nehmen und vergleichen kann.

Oder:

Mit meinen Sinnen kann ich Avocado/Steine nicht verlässlich ordnen, da die Masseunterschiede zu gering sind. Ich brauche eine geeignete Waage.

### Schätzergebnisse: exemplarisch

Reihenfolge der Steine nach dem *Schätzen*:

leicht 56, 43, 13, 98, 67 schwer

### Messergebnisse: exemplarisch

<b>Nummer des Steins</b>	13	43	56	67	98
<b>Masse in g</b>	40g	35g	38g	43g	45g

Reihenfolge der Steine nach dem *Messen*:

leicht 43, 56, 13, 67, 98 schwer

### AUSWERTUNG:

1. Vergleiche die beiden Reihenfolgen (Schätzen und Messen). Was fällt dir auf?

Die beiden Reihenfolgen unterscheiden sich teilweise/vollständig.

2. Ist das Wiegen notwendig? Begründe deine Antwort.

Ja, das Wiegen ist notwendig, weil es verlässlich ist.

Oder:

Ja, denn beim Schätzen konnte ich manchmal kaum Unterschiede spüren, sodass ich mir beim Ordnen nicht immer sicher war. Die Messwerte mit einer Waage sind dagegen genauer, da eine geeignete Waage auch die kleinsten Masseunterschiede bestimmen kann.

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest? Begründe.

Meine Vermutung war richtig. Den Masseunterschied von Avocados/Steinen kann man nicht zuverlässig mit den eigenen Sinnen bestimmen. Er ist zu gering. Man braucht eine geeignete Waage.

Oder:

Meine Vermutung war falsch. Ich habe nicht abschätzen können, welche Masseunterschiede ich mit meinen Sinnen zuverlässig unterscheiden kann. Der Masseunterschied von Avocados/Steinen ist zu gering. Man braucht eine geeignete Waage.

### 3 PAPIERCHROMATOGRAPHIE

Themenfeld: 3.2. Stoffe im Alltag

Thema: Reinstoffe, Stoffgemische und Trennverfahren

Vorkenntnisse: Stoffe kennen und benennen und unterschiedliche Eigenschaften zuordnen können

Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

Fachbegriffe: *Für Lehrkräfte zur Vorbereitung:* Reinstoffe, Stoffgemische, homogene und heterogene Gemische, Lösungen, Trennverfahren (Dekantieren, Filtrieren/Sieben, Eindampfen, Destillieren, Papierchromatografie)

Reinstoffe sind chemische Elemente und Verbindungen, die nicht physikalisch zerlegbar sind. Sie sind durch fest definierte Eigenschaften gekennzeichnet, wie u. a. Schmelz- und Siedetemperatur, Dichte, elektrische Leitfähigkeit und Löslichkeit.

Stoffgemische bestehen aus mindestens zwei Reinstoffen, die aufgrund unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften trennbar sind. Die Eigenschaften eines Gemisches sind abhängig von seiner Zusammensetzung.

Homogene Gemische sind vollständig gemischt. Sie besitzen in allen Teilen die gleiche Zusammensetzung und gleiche physikalische und chemische Eigenschaften.

Aggregatzustände der Reinstoffe	Gas	Flüssigkeit	Feststoff
Gas in ...	Gemisch (Luft)	–	–
Flüssigkeit in ...	–	Lösung (Essig)	–
Feststoff in ...	–	Lösung (Limonade)	Legierung (Münze)

Heterogene Gemische sind nicht vollständig gemischt, d. h., Bestandteile sind noch feststellbar. Diese können in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen oder aus unterschiedlichen Substanzen bestehen.

Aggregatzustände der Reinstoffe	Gas	Flüssigkeit	Feststoff
Gas in ...	–	Schaum (Badeschaum)	Hartschaum (Baustoff)
Flüssigkeit in ...	Aerosol (Nebel, Wolken)	Emulsion (Milch)	–
Feststoff in ...	Rauch (Qualm bei einem Lagerfeuer)	Suspension (Wasserfarben)	Gemenge (Granit)

Lösungen sind homogene Gemische, die aus zwei oder mehr Reinstoffen bestehen. Sie enthalten ein Lösungsmittel und einen oder mehrere gelöste Stoffe. Das Lösungsmittel ist anteilig meist in größerer Menge vorhanden.

Trennverfahren: Reinstoffe in Gemischen können mithilfe verschiedener Methoden getrennt werden.



<b>Trennverfahren</b>	<b>Art der Trennung / Beschreibung des Vorgehens</b>	<b>Art des damit zu trennenden Stoffgemisches</b>	<b>Physikalische Eigenschaft der Reinstoffe, die die Trennung ermöglicht</b>
<b>Dekantieren</b>	<i>mechanisch</i> Vorsichtiges Abgießen der flüssigen Schicht	Suspension (Aufschlammung)	Löslichkeit, Dichte
<b>Filtrieren/Sieben</b>	<i>mechanisch</i> Gießen durch ein Sieb oder einen Filter mit bestimmter Porengröße	Suspension (Aufschlammung)	Unterschiedliche Teilchengröße oder Korngröße
<b>Eindampfen</b>	<i>thermisch</i> Erwärmen bis zum Sieden einer Komponente	Lösung	Siedetemperatur
<b>Destillieren</b>	<i>thermisch</i> Erwärmen bis zum Sieden einer Komponente; anschließendes Verflüssigen des entstandenen Dampfes in einem Kondensator	Suspension (Aufschlammung) Lösung Emulsion	Siedepunkt
<b>Papier- chromatografie</b>	<i>chromatografisch</i> Bei der Papierchromatografie wird die unterschiedliche Vertei- lung der Komponenten eines Stoffgemisches zwischen zwei Phasen genutzt. Dabei wird die sogenannte stationäre Phase (z. B. Filterpapier) von einer mobilen Phase (z. B. Wasser) durchwandert. Die in der mobi- len Phase gelösten Stoffe werden von der stationären Phase unter- schiedlich stark aufgehalten, wodurch sie voneinander getrennt werden.	Lösung Emulsion	Adsorption Löslichkeit

## **ANWENDUNGSGEBIETE DER PAPIERCHROMATOGRAPHIE**

In den Fächern Biologie und/oder Chemie der Sekundarstufe I und II finden chromatografische Methoden Anwendung, im Zusammenhang mit Themen wie z. B. Dopingtest, DNS-Analyse, Nachweis der Blattfarbstoffe und Trennung von Aminosäuren.

## SPIELEREI MIT PAPIERCHROMATOGRAPHIE

Mit den Rundfiltern (alternativ weiße Kaffeefilter) lassen sich unkompliziert Lesezeichen u. Ä. durch die Schülerinnen und Schüler herstellen.

Nach der Papierchromatografie werden die getrockneten Filterpapier- / Löschpapierstreifen zurechtgeschnitten oder im Ganzen belassen und laminiert.



Arbeitsschritte und Versuchsergebnisse der Papierchromatografie

## SCHÜLERMATERIALIEN

Dieses Experiment inklusive der Schülermaterialien sind in Teil 1 der Handreichung Naturwissenschaften 5/6 unterrichten zu finden.<sup>8</sup> Der Schwerpunkt wird dabei auf einen sprachsensiblen Unterricht gelegt.

Das Material besteht aus dem Experiment und seiner Anleitung (S. 66), einem Sachtext mit einer Aufgabenstellung (S. 66 f) sowie einem Sicherungsbogen mit Hilfestellungen (S. 68).

---

<sup>8</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 5: Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten, S. 66 ff

## 4 WIRKUNG VON WÄRMESTRAHLUNG

Themenfeld:	3.3 Die Sonne als Energiequelle
Thema:	Einfluss der Sonne auf die Erde
Vorkenntnisse:	Thermometer handhaben, Messwerte ablesen können
Kompetenzen:	Vgl. Tabelle S. 8-11
Fachbegriffe:	Wärmestrahlung, Reflexion, Absorption

Jeder Körper gibt Wärme an die Umgebung ab, wenn seine Temperatur höher ist als die Umgebungstemperatur. Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Wärmeströmung sind Arten der Wärmeübertragung<sup>9</sup>. In den im Folgenden vorgestellten Experimenten geht es um Wärmestrahlung, Reflexion und Absorption.

Wärmestrahlung: Für die Übertragung von Wärme (thermische Energie) durch Strahlung ist keine Materie erforderlich. Da im Vakuum des Weltalls fast keine Teilchen enthalten sind, gelangt die Wärmeenergie der Sonne ausschließlich durch Strahlung zur Erde. Sie breitet sich im Vakuum mit Lichtgeschwindigkeit aus. Wärmestrahlung ist ein Teil der für Menschen nicht sichtbaren Strahlung der Sonne. Trifft Wärmestrahlung auf die Oberfläche eines Körpers, wird diese je nach Farbe und Beschaffenheit der Oberfläche reflektiert (zurückgeworfen), absorbiert (aufgenommen) oder durchdringt den Körper.

Reflexion: Reflexion bedeutet, dass etwas zurückgeworfen wird. Wenn man beispielsweise einen Ball gegen die Wand wirft und er zurückkommt, wird er sinngemäß reflektiert. Das Gleiche passiert mit dem Sonnenlicht, wenn es auf die Erdoberfläche trifft. Dabei ist die Rauigkeit der Oberfläche des Körpers entscheidend dafür, wie der Lichtstrahl reflektiert wird (spiegelnde, diffuse oder gemischte Reflexion).

Absorption: Licht wird von Oberflächen nicht nur reflektiert, sondern auch aufgenommen. Das nennt man Absorption. Die Energie des Lichts wird von den Molekülen eines Körpers absorbiert und in Bewegungsenergie umgewandelt. Der Anstieg der Bewegungstätigkeit der Moleküle wiederum erzeugt Wärme, die vom Körper an die Umgebung abgegeben wird.

Zusammenhang Reflexion und Absorption: Das Verhältnis von Reflexion und Absorption wird Albedo genannt. Hat eine Oberfläche eine Albedo von 100 % bedeutet das „hohe Reflexion und keine Absorption“ (helle Oberfläche), bei einer Albedo von 0 % dagegen bedeutet es „keine Reflexion und hohe Adsorption“ (dunkle Oberfläche). Übertragen auf den Alltag ist festzustellen: Ein schwarzes T-Shirt absorbiert Sonnenlicht viel besser als ein weißes, wobei Letzteres Sonnenlicht viel stärker reflektiert.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Siehe auch Teil 1, Kapitel 4: Modelle und Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht, S. 45 f

<sup>10</sup> „Reflexion“, „Absorption“ und „Zusammenhang Reflexion und Absorption“ siehe <http://www.fis.uni-bonn.de/recherchetools/infobox/profis/was-ist-fernerkundung/reflexion-und-absorption>

Forscherfrage: Z. B.: Mit Sonnenkollektoren (z. B. auf Hausdächern) kann Wasser erwärmt werden. Warum sind sie meist dunkel oder schwarz?



Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung

thermische Solaranlage zur Warmwassererzeugung

Hausdach mit Sonnenkollektoren

Kontext: Die Nutzung alternativer Energien, hier der Sonnenenergie, gewinnt angesichts der Ressourcenknappheit, der Umweltschädigung durch die Nutzung fossiler Energieträger und Auswirkungen auf den Klimawandel bei zugleich rasant steigendem Energieverbrauch immer mehr an Bedeutung.

Aus ihrem Umfeld kennen Schülerinnen und Schüler vor allem Sonnenkollektoren als Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung. Man findet sie nicht nur auf Hausdächern, sondern z. B. auch auf Taschenrechnern, Parkuhren oder Lampen im Freien.

Weniger vertraut sind die Lernenden in der Regel damit, dass es auch Sonnenkollektoren als thermische Solaranlagen zur Erzeugung von Warmwasser gibt. Im Fokus steht hier die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Oberflächenfarbe und Reflexion bzw. Absorption.

Einige Schülerinnen und Schüler kennen vielleicht auch den Trick, im Garten im Sommer warmes Wasser ohne einen Warmwasseranschluss zu erhalten: Der Gartenschlauch, in dem Wasser gestaut ist, wird abgerollt und in der Sonne ausgelegt. Dreht man dann das Ventil vorne auf, kann man das warme Wasser nutzen; dies klappt umso besser, je dunkler die Schlauchfarbe ist. Auch für Campingzwecke gibt es Wassersäcke, die man für die Warmwassergewinnung in die Sonne hängen kann und die in der Regel eine schwarze Oberfläche haben.

Im Anschluss an die Durchführung der Experimente bietet sich eine Fortsetzung mit den Materialien zum Solarturmkraftwerk an.<sup>11</sup> Hier liegt der Fokus auf der Energieumwandlung.

## HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

- Im Folgenden werden zwei Experimente vorgestellt, wobei die Lehrkraft für die Durchführung des zweiten Experiments aus zwei Varianten, einer geschlossenen und einer offeneren, auswählen kann.

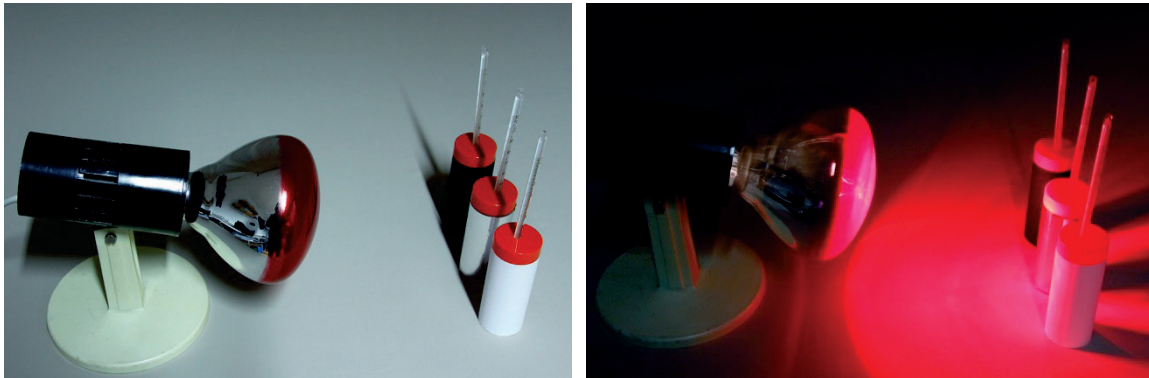
Experiment 1 (Wärmestrahlung 1) eignet sich für einen sonnigen, warmen Tag und stellt eine phänomenologische Annäherung der Schülerinnen und Schüler an das Thema dar.

Experiment 2 a (Wärmestrahlung 2 a) kann bei sonnigem und warmem Wetter draußen durchgeführt werden, alternativ ersetzt eine Rotlichtlampe die Sonnenenergie. Letzteres, wetterunabhängiges Experiment eignet sich eher als Demonstrationsversuch.

<sup>11</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 4: Modelle und Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht, S. 41 f

Experiment 2 b (Wärmestrahlung 2 b) zielt auf „offenes Experimentieren“ ab. Es erfordert ein eigenes Nachdenken der Lernenden über einen geeigneten Versuchsaufbau, benötigte Materialien und die Durchführung auf der Grundlage einer problemorientierten Fragestellung.

- Vor dem Experimentieren (2 a und 2 b) muss abgesichert werden, dass die Schülerinnen und Schüler Thermometer sachgerecht handhaben und Messwerte richtig ablesen können.
- Im Sinne einer Differenzierung kann die Auswertung auch als Lückentext (mit Vorgabe der Lösungswörter) gestaltet werden.
- Die Sicherung (Zuordnungsaufgabe und Lückentext) aus Experiment 2 a kann auch nach der Durchführung von Experiment 2 b genutzt werden.



Experiment 2 a mit Rotlichtlampe (aus/an)

- Abschließend kann anhand eines Bildes oder eigener Erfahrungen mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert werden, warum z. B. Beduinen trotz dieser Versuchsergebnisse oft dunkle Kleidung tragen. Neben der historischen Bedeutung (Indigo ist ein alter und beliebter Farbstoff) werden sie bei ihren Recherchen auf das Thema Wärmeabgabe stoßen. Weiße Kleidung schützt zwar vor der schnellen Aufnahme der Sonnenwärme, allerdings gibt sie die eigene Körperwärme viel langsamer an die Umgebung wieder ab. Bei dunkler Kleidung verhält es sich genau umgedreht: Sie nimmt mehr Wärme auf, gibt diese Wärme dafür aber auch schneller wieder ab. Wichtig in diesem Zusammenhang ist vor allem, dass die Kleidung nicht eng am Körper anliegt.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Siehe auch [https://www.zeit.de/2005/36/Stimmt\\_s\\_36](https://www.zeit.de/2005/36/Stimmt_s_36)

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### **Protokoll: Wärmestrahlung\* (1)**

Pepe und Abu stehen kurz vor ihrem Training nebeneinander auf dem Sportplatz in der Sonne. Pepe trägt sein schwarzes Vereinsshirt, Abu dagegen hat sich für das weiße Vereinsshirt entschieden. Lukas kommt hinzu und legt beiden freundschaftlich den Arm auf die Schulter. Erstaunt fragt Lukas: „Pepe, hast du eine Heizung in deinem Shirt?“

**Infobox:** \*Was ist Wärmestrahlung?

**Wärmestrahlung** geht von jedem Körper aus, der Wärme gespeichert hat, und kann sich auch ohne Flüssigkeiten oder Gase ausbreiten. So kann die Wärmestrahlung von der besonders heißen Sonne durch den Weltraum zu uns auf die Erde gelangen. Andere Formen der Wärmeübertragung dagegen benötigen Flüssigkeiten (wie Wasser) oder Gase (wie Luft), um die Wärme weiterzuleiten.

#### **FRAGE:**

Hast du eine Vermutung, warum sich Pepes Shirt heißer anfühlt als Abus?

#### **VERMUTUNG:**

---

---

#### **MATERIALIEN:**

Ein schwarzes und ein weißes Tuch aus gleichem Material (z. B. Baumwolle)

#### **DURCHFÜHRUNG:**

1. Lege auf einen Arm ein weißes und auf den anderen Arm ein schwarzes Tuch.
2. Stelle dich mit ausgestreckten Armen etwa 3 – 7 min in die Sonne.
3. Notiere anschließend deine Beobachtungen.

#### **BEOBACHTUNG:**

Das habe ich beobachtet, als ich mit den Tüchern auf den Armen in der Sonne stand:

---

---

Für die Erklärung deiner Beobachtung führe ein weiteres Experiment durch (Wärmestrahlung 2).

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### **Protokoll: Wärmestrahlung (2 a)**

Selma und Tarik wollen mit ihren Freunden ein Sommerfest feiern. Bei schönstem Sonnenschein decken sie den Tisch. Sie stellen fest, dass sie für jeden ihrer Freunde nur genau ein Glas haben und alle Gläser gleich aussehen. Spontan beschließen sie, die Gläser individuell mit verschiedenen Papieren zu gestalten. Im Lauf der Party meint Akio zu Tarik: „Was ist das denn für eine lauwarme Brühe in meinem Glas, das schmeckt ja gar nicht!“ Selma steht daneben und protestiert: „Was meinst du? Mein Getränk ist kühl und erfrischend. Schau, bei mir kann man noch die Eiswürfel sehen, die wir in alle Gläser eingefüllt haben.“

#### **FRAGE:**

Warum haben die fast gleichzeitig eingefüllten Getränke in den unterschiedlich farbig beklebten Gläsern, die in der Sonne stehen, unterschiedliche Temperaturen? Woran liegt das? Hat die Farbe eines Körpers Einfluss auf seine Temperatur, wenn er von der Sonne beschienen wird?

#### **VERMUTUNG:**

---

---

#### **MATERIALIEN:**

- 3 gleiche Behälter mit durchbohrtem Deckel
- 3 Thermometer (diese müssen durch die Bohrung passen)
- 1 Messbecher mit Wasser
- weißes Papier, schwarzes Papier, eine weitere Farbe
- Klebestreifen
- Uhr
- evtl. eine Rotlichtlampe

#### **DURCHFÜHRUNG:**

1. Umwickle ein Gefäß mit weißem Papier, eins mit schwarzem und das dritte mit Papier in einer weiteren Farbe. Befestige die Papiere mit Klebestreifen.
2. Fülle in jedes Gefäß gleich viel Wasser.
3. Stelle in jedes Gefäß ein Thermometer mit der Messspitze nach unten.  
Lies die Anfangstemperatur ab und notiere diese in der Messwerttabelle.

- Stelle die beklebten Gefäße dicht nebeneinander an einer windgeschützten Stelle in die Sonne (z. B. Hauswand), aber ohne dass sie sich berühren.  
In einer kühlen Jahreszeit oder bei Bewölkung nutze eine Rotlichtlampe.
- Lies zu Beginn, nach 5 min, 10 min und 15 min die Temperatur an den Thermometern ab.  
Notiere die Messwerte in der Tabelle.

**BEOBACHTUNG:**

Messwerte:

Gefäß beklebt mit ...	Anfangs- temperatur in °C	Temperatur nach 5 min in °C	Temperatur nach 10 min in °C	Temperatur nach 15 min in °C
weißem Papier				
_____ Papier				
schwarzem Papier				

Ich stelle fest, dass ...

---



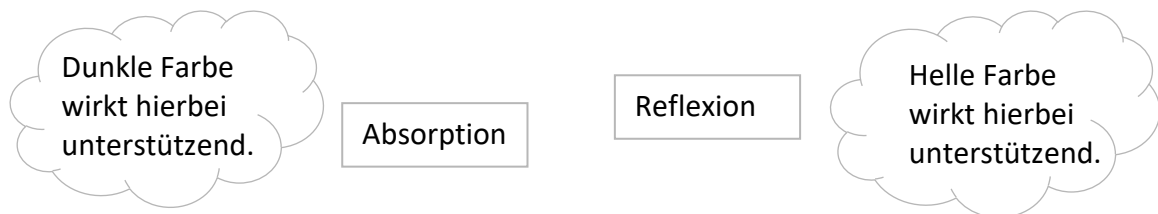
---



---

**AUSWERTUNG:**

- Immer drei Informationen gehören zusammen. Umrande sie mit der gleichen Farbe.



... bedeutet, dass etwas zurückgeworfen wird. Hier wird das Sonnenlicht zurückgeworfen.

... bedeutet, dass etwas aufgenommen wird. Hier wird das Sonnenlicht aufgenommen und in Wärme umgewandelt.



2. Vervollständige den Lückentext.

Je \_\_\_\_\_ die Oberfläche, desto \_\_\_\_\_ die Temperatur.

Also *reflektiert* eine \_\_\_\_\_ das Sonnenlicht stärker,

eine \_\_\_\_\_ dagegen *absorbiert* das Sonnenlicht

besser und wird deshalb \_\_\_\_\_ .

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---

---

---

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### **Protokoll: Wärmestrahlung (2 b)**

Selma und Tarik wollen mit ihren Freunden ein Sommerfest feiern. Bei schönstem Sonnenschein decken sie den Tisch. Sie stellen fest, dass sie für jeden ihrer Freunde nur genau ein Glas haben und alle Gläser gleich aussehen. Spontan beschließen sie, die Gläser individuell mit verschiedenen Papieren zu gestalten. Im Laufe der Party meint Akio zu Tarik: „Was ist das denn für eine lauwarme Brühe in meinem Glas, das schmeckt ja gar nicht!“ Selma steht daneben und protestiert: „Was meinst du? Mein Getränk ist kühl und erfrischend. Schau, bei mir kann man noch die Eiswürfel sehen, die wir in alle Gläser eingefüllt haben.“

#### **FRAGE:**

Warum haben die fast gleichzeitig eingefüllten Getränke in den unterschiedlich farbig beklebten Gläsern, die in der Sonne stehen, unterschiedliche Temperaturen? Woran liegt das? Hat die Farbe eines Körpers Einfluss auf seine Temperatur, wenn er von der Sonne beschienen wird?

#### **VERMUTUNG:**

---

---

#### **EUER EXPERIMENT:**

Jetzt seid ihr dran. Überlegt euch in einer Kleingruppe, mit welchem Experiment ihr die Frage beantworten könnt. Ihr solltet dabei verlässliche Messwerte ermitteln und ablesen können.

Protokolliert Material, Durchführung und eure Beobachtung und legt für eure Messwerte eine Messwertetabelle an.

#### **AUSWERTUNG:**

1. Formuliert einen Merksatz zu den Ergebnissen eures Experiments.

---

---

---

2. Vergleicht eure Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellt ihr fest?

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: WIRKUNG VON WÄRMESTRAHLUNG (1)

Pepe und Abu stehen kurz vor ihrem Training nebeneinander auf dem Sportplatz in der Sonne ...

### FRAGE:

Hast du eine Vermutung, warum sich Pepes Shirt heißer anfühlt als Abus?

### VERMUTUNG:

Pepes Shirt fühlt sich wärmer an, weil es schwarz ist.

Oder

Pepes Shirt fühlt sich wärmer an, weil es eine andere Farbe hat.

Oder

Pepes Shirt fühlt sich anders an, weil es aus einem anderen Stoff ist.

### BEOBACHTUNG:

Das habe ich beobachtet, als ich mit den Tüchern auf den Armen in der Sonne stand:

Unter dem schwarzen Tuch fühlte es sich wärmer an als unter dem weißen Tuch.

## LÖSUNGSVORSCHLAG: WIRKUNG VON WÄRMESTRAHLUNG (2 a und b)

Selma und Tarik wollen mit ihren Freunden ein Sommerfest feiern ...

### FRAGE:

Warum haben die fast gleichzeitig eingefüllten Getränke in den unterschiedlich farbig beklebten Gläsern, die in der Sonne stehen, unterschiedliche Temperaturen? Woran liegt das?

Hat die Farbe eines Körpers Einfluss auf seine Temperatur, wenn er von der Sonne beschienen wird?

### VERMUTUNG:

Ja, denn ein Körper mit dunkler Oberfläche/Farbe erwärmt sich stärker als ein Körper mit heller Oberfläche/Farbe.

Oder:

Nein.

### BEOBACHTUNG:

Messwerte: *exemplarisch*

Gefäß beklebt mit ...	Anfangs-temperatur in °C	Temperatur nach 5 min in °C	Temperatur nach 10 min in °C	Temperatur nach 15 min in °C
weißem Papier	22°C	26°C	29°C	33°C
_____ Papier	...	...	...	...
schwarzem Papier	22°C	31°C	39°C	48°C

Ich stelle fest, dass ...

die Temperatur im Gefäß mit der schwarzen Oberfläche stärker anstieg als in den anderen.

Am geringsten stieg die Temperatur im Gefäß mit dem weißen Papier.

### AUSWERTUNG:

- Immer drei Informationen gehören zusammen. Umrande sie mit der gleichen Farbe.

Dunkle Farbe wirkt hierbei unterstützend.

Absorption

Reflexion

Helle Farbe wirkt hierbei unterstützend.

... bedeutet, dass etwas zurückgeworfen wird. Hier wird das Sonnenlicht zurückgeworfen.

... bedeutet, dass etwas aufgenommen wird. Hier wird das Sonnenlicht aufgenommen und in Wärme umgewandelt.

- Vervollständige den Lückentext.

Je dunkler die Oberfläche, desto höher steigt die Temperatur.

Oder:

Je heller die Oberfläche, desto niedriger bleibt / weniger steigt die Temperatur.

Und:

Also *reflektiert* eine helle Oberfläche das Sonnenlicht stärker, eine dunkle Oberfläche dagegen *absorbiert* das Sonnenlicht besser und wird deshalb wärmer.

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

Meine Vermutung war richtig, die Oberfläche/Farbe eines Körpers hat Einfluss auf seine Temperatur.

Oder:

Meine Vermutung war falsch, denn die Oberfläche/Farbe eines Körpers hat Einfluss auf seine Temperatur.

## 5 DIE TOLLE KNOLLE

Themenfeld: 3.5 Pflanzen, Tiere, Lebensräume /  
3.3 Die Sonne als Energiequelle

Thema: Merkmale und Lebensbedingungen von Tieren und Pflanzen  
Wechselwirkungen von Organismen in ihren Lebensräumen /  
Eigenschaften des Lichts

Vorkenntnisse: Aufbau einer Samenpflanze, Wachstumsbedingungen von Pflanzen

Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

Fachbegriffe: Wurzel, Sprossachse, Laubblätter, Blüte, Sprossknolle

Wurzel: Die Wurzel ist meist ein unterirdischer Pflanzenteil, der die Pflanze im Boden verankert. Sie nimmt Wasser und gelöste Mineralien über die Wurzelhärchen auf.

Sprossachse: Die Sprossachse trägt alle Pflanzenteile und leitet Wasser, gelöste Mineralien und Nährstoffe weiter.

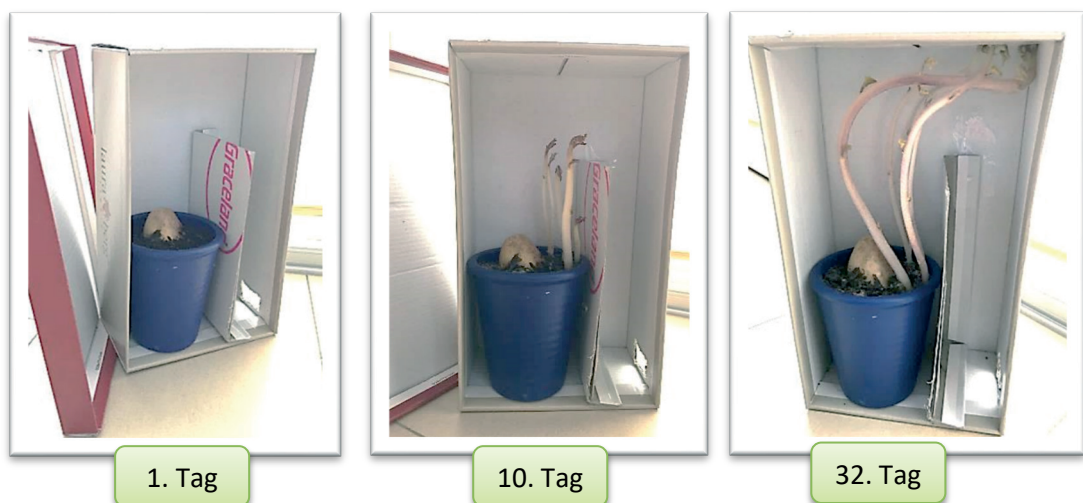
Laubblätter: Laubblätter sind Pflanzenorgane, die Sauerstoff und energiereiche Stoffe (Traubenzucker) mithilfe von Sonnenlicht bilden.

Blüte: Blüten sind Pflanzenorgane, aus denen sich Früchte und Samen bilden, die zur Vermehrung notwendig sind.

Sprossknolle: Eine Sprossknolle ist ein ober- oder unterirdisches Speicherorgan. Sie ist aus einer Umbildung der Sprossachse hervorgegangen. Oberirdische Sprossknollen sind z. B. Kohlrabi, unterirdische Kartoffeln.

Kartoffeln keimen auch im Dunkeln, der Keimling wächst nach oben und zwar in Richtung des Lichts. Bei der Einwirkung von Licht auf den Spross bilden sich Chloroplasten. Das darin enthaltene Chlorophyll färbt den Spross grün und ermöglicht die Bildung von Sauerstoff und Traubenzucker (Fotosynthese); diese Kartoffeln werden für den Menschen ungenießbar.

Die folgenden Fotos zeigen, dass der Versuchsaufbau des Labyrinths nicht beliebig ist. Bei einem erzwungenen Wachstum nach oben und einer dann notwendigen Richtungsänderung, gelangen die Sprossen nicht zur Lichtöffnung.



Forscherfrage: Z. B.: Wie machen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler etwas sichtbar, was eigentlich unsichtbar ist?

Kontext: Das Fach führt in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen ein. Hierfür eignet sich der Versuch sehr gut, um das systematische Vorgehen – nachvollziehbar und konkretisiert auf eine Langzeitbeobachtung – plausibel zu machen. Ausgewählt wird das Wachstum von Pflanzen, die einen wichtigen Anteil an der menschlichen Ernährung ausmachen. Schülerinnen und Schüler begegnen Pflanzenprodukten heute überwiegend erst in der Auslage eines Geschäfts. Sie kennen daher häufig weder das Aussehen der Pflanze noch die Bedingungen, die notwendig sind, damit Pflanzen wachsen. Sind Vorkenntnisse aus dem Sachunterricht vorhanden<sup>13</sup>, sollte an diese angeknüpft werden. In diesem Zusammenhang kann auch an die Bedeutung von Pflanzen für unsere Ernährung angeknüpft werden.<sup>14</sup> Die Lernenden könnten z. B. mit einer kleinen Umfrage ermitteln, wie viele Schülerinnen und Schüler wissen, wie bestimmte Pflanzen aussehen und hierzu beispielsweise ein Wort-Bild-Quiz erstellen.

In dem Experiment „Die tolle Knolle“ geht es darum, Vorgänge, die anhand von Alltagserfahrungen nicht beobachtbar sind, durch ein Experiment sichtbar zu machen. Die Lernenden gehen der Frage nach, wie man beobachten kann, was eigentlich unter der Erde passiert, bevor die Kartoffelpflanze oberirdisch sichtbar wird und sich dort weiter entwickelt. Die Tatsache, dass eine Pflanze zum Wachstum Licht benötigt, wird hierfür im Besonderen genutzt.

## HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

- Wichtige Voraussetzungen für die Durchführung des Experiments sind Kenntnisse über die Wachstumsbedingungen von Pflanzen (Erde, Wasser, Nährstoffe, Licht und Wärme), die entweder als Vorwissen (aus dem Sachunterricht) wiederholt oder erarbeitet werden müssen. Hieran kann im Unterrichtsgespräch angeknüpft werden: Wie kann man diese Bedingungen in Experimenten nachweisen und beobachten? Die Lernenden sollten hierfür zunächst eigene Ideen und Vorschläge entwickeln, denen man nach Möglichkeit auch nachgehen sollte. Im vorgestellten Experiment beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler schwerpunktmäßig mit der Bedingung Licht und untersuchen, wie dieser Faktor – eigentlich unter der Erde normalerweise nicht sichtbar – beobachtbar gemacht werden kann und wie er wirkt.
- In der Anleitung werden die Lernenden aufgefordert, die Knolle nur zur Hälfte mit Erde zu bedecken. Hierdurch kann das, was sonst zunächst unter der Erde passiert, beobachtbar gemacht werden (siehe Fotos).
- *Hinweis:* Die Erde muss während des gesamten Experiments leicht feucht gehalten werden.
- Außerdem sollten die Schülerinnen und Schüler über die Fachbegriffe zur Beschreibung der Kartoffelknolle und -pflanze verfügen, da zum einen mit einer Kartoffelknolle experimentiert wird und zum anderen diese Begriffe für die genaue Dokumentation ihres Wachstums im Beobachtungsprotokoll gebraucht werden. Die wesentlichen Fachbegriffe können mit dem vorangestellten Arbeitsblatt mit einer Leseaufgabe zu einem Sachtext erarbeitet werden.

## HINWEISE ZUR DIFFERENZIERUNG

- Zur Differenzierung können Unterstützungsmöglichkeiten für den Beobachtungsbogen zur Verfügung gestellt werden, z. B. in Form von Wortmaterial oder einer Checkliste zu Beobachtungsschwerpunkten (in Frageform: Wie lang ist der Trieb/Spross? etc.).

<sup>13</sup> Siehe ergänzendes Themenfeld *Pflanzen* für den Sachunterricht, verfügbar unter [https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/rlp-online/Teil\\_C/Sachunterricht/Materialien/SU-ergaenzendes\\_Themenfeld\\_Pflanzen.pdf](https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/rlp-online/Teil_C/Sachunterricht/Materialien/SU-ergaenzendes_Themenfeld_Pflanzen.pdf)

<sup>14</sup> Siehe Teil 2, Experiment 7: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### Sachtext: Die tolle Knolle

Kartoffeln werden aus Saatkartoffeln gezogen, die in die Erde gelegt werden. Diese werden auch als Mutterknolle bezeichnet, weil sich aus ihnen viele Tochterknollen, die neuen Kartoffeln, bilden.

Jede Kartoffelknolle hat sogenannte Augen, aus denen ein oder mehrere Triebe wachsen. Die Triebe wachsen zum oberirdischen Busch, der Kartoffelpflanze, heran. Vom Hauptspross gehen Seitentriebe ab, die unterirdisch weiterwachsen.

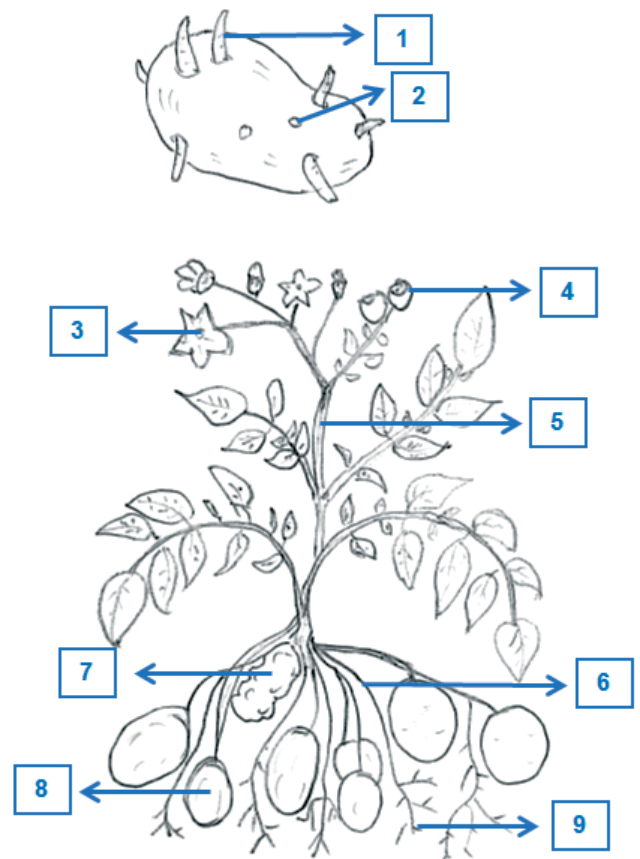
Im Laufe der Zeit werden sie zu langen, weißen Ausläufern, an denen sich Wurzeln bilden. Am Ende dieser unterirdischen Sprosse entstehen die neuen Knollen, die Tochterknollen. Die Kartoffelknolle wird deshalb als Sprossknolle bezeichnet.

Im Sommer blüht die Kartoffelpflanze. Aus den Blüten bilden sich Samen und grüne kugelige Früchte. Die Kartoffeln in der Erde werden jetzt immer größer. Sie sind reif, wenn das Laub verwelkt und trocken ist.

### Aufgabe:

1. Fülle mithilfe des Textes und der Zeichnungen die Tabelle aus.
2. Erkläre mithilfe der Zeichnungen und der Tabelle einer Mitschülerin / einem Mitschüler den Aufbau der Knolle und der Kartoffelpflanze. Benutze dabei die Fachwörter.

Nr.	Pflanzenteile
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	





Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### Protokoll: Die tolle Knolle

Paul hilft seinem Opa im Garten. Es ist April und sie legen Kartoffelknollen in den Boden und decken sie mit Erde ab. Paul fragt: „Was passiert denn jetzt genau unter der Erde? Am liebsten würde ich da zuschauen.“

Paul und sein Opa haben eine Idee, gemeinsam bauen sie ein Kartonlabyrinth.

#### AUFGABE:

Beobachte über drei bis vier Wochen das Wachstum einer Kartoffel in einem Kartonlabyrinth und dokumentiere deine Ergebnisse. Stelle vorher eine Vermutung darüber an, was du beobachten wirst.

#### VERMUTUNG:

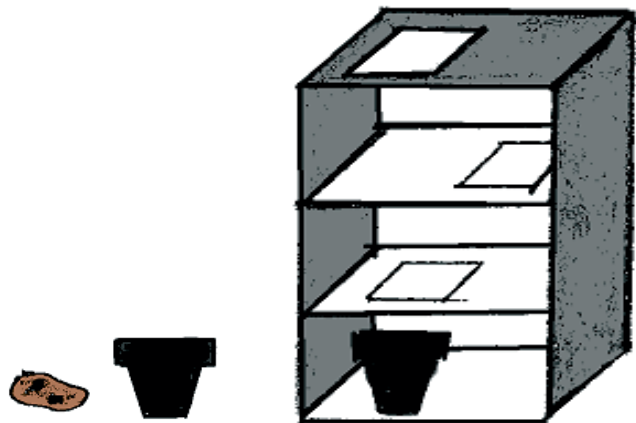
---

---

#### MATERIALIEN:

- Karton mit Deckel und >Pappstreifen für die Zwischenwände
- Klebeband, Schere, Gummibänder
- Blumentopf mit etwas Erde
- eine mittelgroße Kartoffel
- Wasser

#### AUFBAU:



#### DURCHFÜHRUNG:

1. Baue ein Kartonlabyrinth:
  - Stelle den Karton hochkant und schneide in die Oberkante eine Öffnung.
  - Klebe Zwischenwände mit versetzten Öffnungen ein.
  - Nutze den Deckel zum Verschließen.

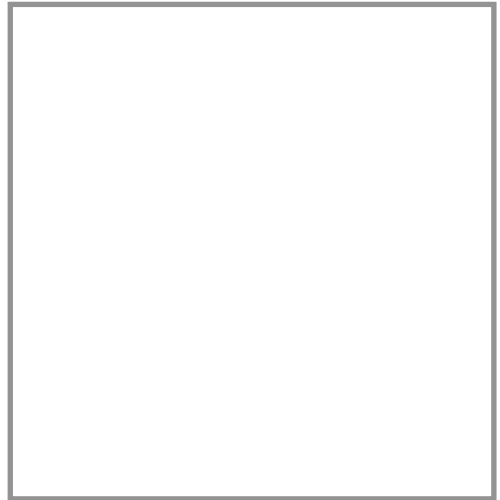
2. Fülle in den Blumentopf etwas Erde und pflanze die Knolle etwa zur Hälfte in die Erde. Gieße sie mit etwas Wasser.
3. Stelle den Topf unten in den Karton und verschließe ihn.  
Nutze am besten zusätzlich zwei Gummibänder.
4. Platziere den Karton an einem hellen Ort.
5. *Beachte:* Die Erde muss immer leicht feucht gehalten werden.
6. Führe ein Beobachtungsprotokoll. Schaue dazu jeden zweiten Tag in den Karton.
7. Notiere deine Beobachtungen und fotografiere oder zeichne große Veränderungen.

**BEOBACHTUNGSPROTOKOLL:**

<b>Tag</b>	<b>Beobachtungen und Veränderungen</b>
<b>2</b>	
<b>4</b>	
<b>6</b>	
<b>8</b>	
<b>10</b>	
<b>12</b>	
<b>14</b>	
<b>16</b>	
<b>18</b>	
<b>20</b>	
<b>22</b>	
<b>24</b>	
<b>26</b>	
<b>28</b>	



Foto/Zeichnung nach \_\_\_\_ Tagen



Foto/Zeichnung nach \_\_\_\_ Tagen



Foto/Zeichnung nach \_\_\_\_ Tagen



Foto/Zeichnung nach \_\_\_\_ Tagen

**AUSWERTUNG:**

1. Gib an, durch welche Bedingung das Wachstum des Sprosses im Kartonlabyrinth geleitet wurde.

---

---

2. Fasse deine Beobachtungen zusammen.

---

---

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---

---

---

4. Paul hatte eine Frage: „Was passiert denn jetzt genau unter der Erde?“  
Konnte man mit der Versuchsanordnung sichtbar machen, was unter der Erde passiert?  
Begründe deine Antwort.

---

---

---

5. Welche neuen Fragen ergeben sich für dich aus deinen Beobachtungen?  
Notiere sie. Überlegt gemeinsam, wie ihr Antworten finden könnt.

---

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: SACHTEXT DIE TOLLE KNOLLE

### Aufgabe:

Fülle mithilfe des Textes und der Zeichnungen die Tabelle aus.

Nr.	Pflanzenteile
1	Triebe
2	Augen
3	Blüten
4	kugelige Früchte
5	Hauptspross
6	Ausläufer
7	Mutterknolle
8	Tochterknolle
9	Wurzeln

## LÖSUNGSVORSCHLAG: DIE TOLLE KNOLLE

Paul hilft seinem Opa im Garten. Es ist April ...

### AUFGABE:

Beobachte über drei bis vier Wochen das Wachstum einer Kartoffel in einem Kartonlabyrinth und dokumentiere deine Ergebnisse. Stelle vorher eine Vermutung darüber an, was du beobachten wirst.

### VERMUTUNG:

Die Kartoffel keimt im Dunkeln und die Triebe wachsen nach oben zum Licht.

Oder

Mit der Kartoffel passiert gar nichts.

Oder

Die Kartoffel verkümmert.

### BEOBACHTUNGSPROTOKOLL:

Aussagen zur Keimung, zum Wachstum der Triebe (Länge, Anzahl, Färbung, Blattentwicklung), zum Weg der Sprossen durch das Labyrinth.



Foto nach ca. 12 Tagen



Foto nach 20 Tagen



Foto nach 24 Tagen



Foto nach 28 Tagen

## AUSWERTUNG:

1. Gib an, durch welche Bedingung das Wachstum des Sprosses im Kartonlabyrinth geleitet wurde.  
Durch die Bedingung Licht. / Das Licht leitete den Spross durch das Labyrinth.

2. Fasse deine Beobachtungen zusammen.

In der ersten Woche habe ich keine Veränderung gesehen. Dann begannen sich Triebe zu bilden, die nach oben zum Licht wuchsen. Die Sprossen suchten sich ihren Weg durch die Öffnungen im Karton. In der Nähe der Lichtöffnung bildeten sich schließlich kleine hellgrüne Blätter. Die Sprossachse blieb weiß.

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

Ja, meine Vermutung war richtig. Ich konnte das Wachstum des Sprosses vorhersagen.

Oder

Nein, meine Vermutung war falsch. Ich habe keine Aussagen zur Keimung / zum Wachstum der Triebe (Länge, Anzahl, Färbung, Blattentwicklung) / zum Weg der Sprossen durch das Labyrinth gemacht.

4. Paul hatte eine Frage: „Was passiert denn jetzt genau unter der Erde?“

Konnte man mit der Versuchsanordnung sichtbar machen, was unter der Erde passiert?

Begründe deine Antwort.

Ja, das konnte man, denn im Karton war es dunkel wie unter der Erde. Man konnte den Deckel abnehmen und dadurch unter die Erde schauen.

5. Welche neuen Fragen ergeben sich für dich aus deinen Beobachtungen?

Notiere sie. Überlegt gemeinsam, wie ihr Antworten finden könnt.

Würden die Triebe auch zu einer seitlichen Öffnung wachsen?

Warum färben sich nur die Blätter in der Nähe der Öffnung grün?

Kann man auch andere unsichtbare Wachstumsbedingungen in einem Experiment sichtbar machen (z. B. die Nährstoffaufnahme)?



## 6 BEWEGUNG EINER LUFTBLASE

Themenfeld: 3.6 Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft

Thema: Beschreiben von Bewegung/Bewegungsarten

Vorkenntnisse: Stoppuhr benutzen können, Längen- und Zeitmessung kennen, Darstellen von Messwerten in einem Punktdiagramm, direkte Proportionalität (siehe Mathematik, Leitidee 4)

Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

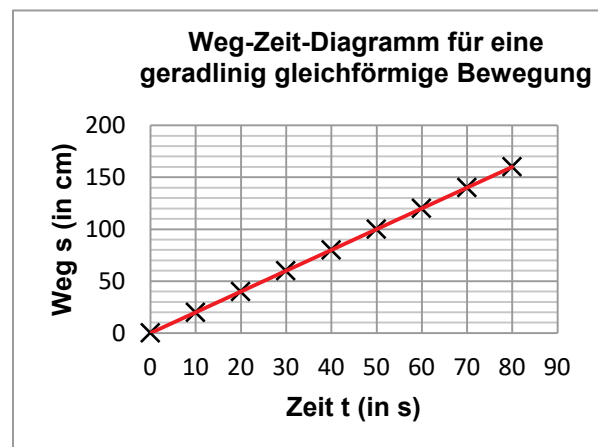
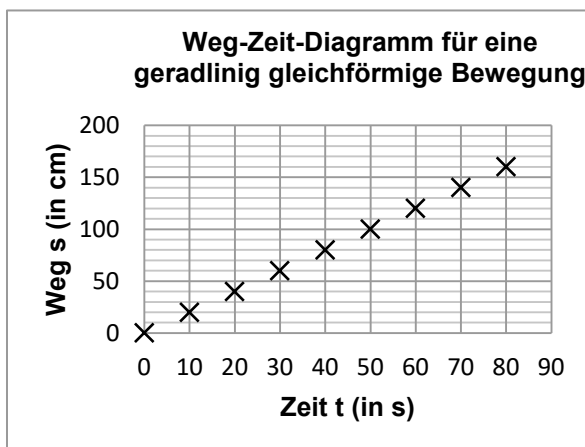
Fachbegriffe: Geradlinig gleichförmige Bewegung, Weg-Zeit-Diagramm, Geschwindigkeit

Geradlinig gleichförmige Bewegung: Ein Körper bewegt sich bei einer geradlinig gleichförmigen Bewegung mit gleichbleibender Geschwindigkeit entlang einer geraden Bahn. Beispiele dafür sind Gepäckstücke auf einem Förderband oder stehende Personen auf einer Rolltreppe.

Weg-Zeit-Diagramm: Ein Weg-Zeit-Diagramm zeigt für die Bewegung eines Körpers den Zusammenhang zwischen der Zeit  $t$  und dem in dieser Zeit zurückgelegten Weg  $s$ . Auf der x-Achse wird die Zeit (unabhängige Größe) und auf der y-Achse der zurückgelegte Weg (abhängige Größe) dargestellt. Bei einem sich geradlinig gleichförmig bewegenden Körper liegen die Punkte im Diagramm auf einer Geraden, die durch den Koordinatenursprung geht. Das ist eines der Merkmale dafür, dass die beiden dargestellten Größen direkt proportional zueinander sind. Für Weg und Zeit bei der Bewegung einer Luftblase in einem flüssigkeitsgefüllten Glasrohr gilt also:  $s \sim t$  (Der Weg ist proportional zur Zeit).

Der Anstieg der Geraden im Weg-Zeit-Diagramm entspricht der Geschwindigkeit  $v$  des Körpers,  $v = \frac{s}{t}$  ( $v$  konstant). Die Bewegung ist damit gleichförmig.

Je größer die Geschwindigkeit eines sich gleichförmig bewegenden Körpers ist, desto steiler verläuft die Gerade im Weg-Zeit-Diagramm.



Bei der Übertragung von Messwertepaaren in ein Weg-Zeit-Diagramm entstehen einzelne Punkte, die Momentaufnahmen der Bewegung sind.

Im Idealfall liegen diese auf einer geraden Linie, die im Nullpunkt des Koordinatensystems ihren Anfang hat. Aus einer solchen idealen Lage lässt sich eindeutig direkte Proportionalität von Weg und Zeit und damit das Vorliegen einer gleichförmigen Bewegung des Körpers ableiten. Infolgedessen wird vom Nullpunkt aus durch die ideal liegenden Punkte eine gerade Linie gezeichnet. Damit lassen sich

neben den eingetragenen Punkten auch weitere Weg-Zeit-Paare für die Bewegung des Körpers ablesen.

In den meisten Fällen führen die Messwertepaare im Weg-Zeit-Diagramm jedoch zu Punkten, deren Lage nicht ideal ist. Bedingt wird das durch die Tatsache, dass jeder Messung physikalischer Größen Fehler anhaften. Messfehler können ihre Ursache sowohl in objektiven als auch in subjektiven Faktoren haben (Versuchsanordnung, verwendete Messgeräte, Agieren von Schülerinnen und Schülern etc.). Keinesfalls darf bei den Messergebnissen eine Verbindung von Punkt zu Punkt eingezeichnet werden.

Überlegungen zur Lage der Punkte im Diagramm, zur Bewegung des Körpers zwischen den einzelnen Messpunkten und zu Messfehlern führen dazu, dass im Diagramm eine sogenannte Trendlinie eingezeichnet werden kann. Diese verläuft nicht durch alle Punkte im Diagramm. Sie zeigt vielmehr einen Trend der gemessenen Werte an. Die Abweichungen der Punkte von der Trendlinie verteilen sich dabei gleichmäßig zu beiden Seiten der Trendlinie. Damit entspricht eine Trendlinie dem durchschnittlichen Verlauf der Bewegung eines Körpers. Aus der Tatsache, dass die Punkte im Weg-Zeit-Diagramm mit geringen Abweichungen um eine geradlinige Trendlinie verteilt liegen, kann auf eine gleichförmige Bewegung des Körpers geschlossen werden.

**Beispiel:**

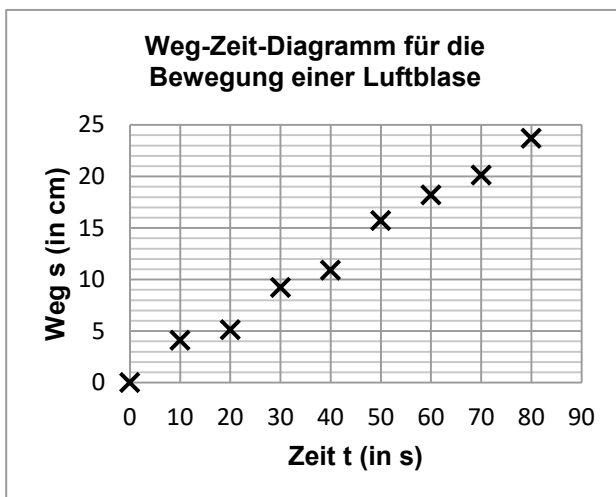


Diagramm mit Messwerten

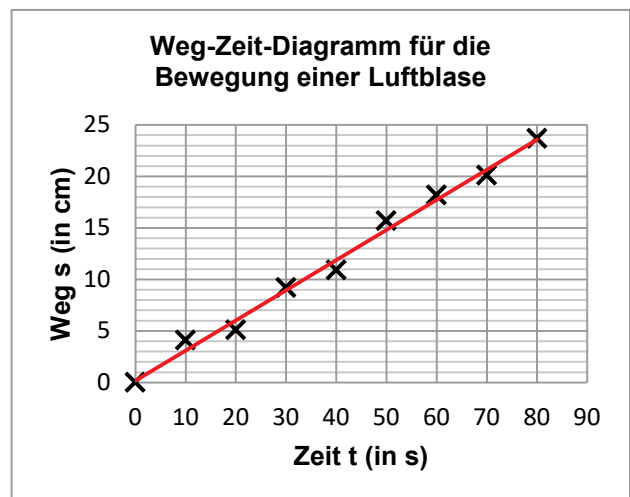


Diagramm mit Trendlinie

Geschwindigkeit: Die Geschwindigkeit  $v$  gibt an, wie schnell sich ein Körper bewegt. Handelt es sich um eine geradlinig gleichförmige Bewegung, legt der Körper in gleichen Zeitspannen gleiche Wege zurück. Seine Geschwindigkeit ist in jedem Augenblick konstant. Umgangssprachlich wird für Geschwindigkeit häufig das Wort Tempo benutzt.<sup>15</sup>

Forscherfrage: Z. B.: Können wir nur mit dem Auge erkennen, ob eine Bewegung gleichmäßig oder ungleichmäßig verläuft? Wie lässt sich eine Bewegung messen?

Kontext: Dieses Experiment eignet sich gut, damit Lernende das naturwissenschaftliche, strukturierte Arbeiten kennenlernen und einüben können. Hierzu gehören eine Frage, eine Vermutung, der Versuchsaufbau, die Durchführung mit Beobachtung und

<sup>15</sup> Siehe auch Teil 1, Kapitel 6: Operatorenwürfel zum Thema „Messen und Messwerte darstellen“

Messungen, ihre Dokumentation mit einer Übertragung von Messwerten in ein Diagramm sowie die Auswertung.

Hier wird eine Luftblase beobachtet, die sich in einem flüssigkeitsgefüllten Glasrohr geradlinig gleichförmig bewegt. Da die Geschwindigkeit der Luftblase gering ist, eignet sich diese Bewegung gut für eine Beobachtung und Weg-Zeit-Messungen.

Als Einstieg in das Experiment wird (im Schülermaterial) eine Situation geschildert, die das subjektive Empfinden (hier von Zeit/Geschwindigkeit) thematisiert. Es wird deutlich, dass die Sinne nicht verlässlich sind und erst Messungen objektive Ergebnisse erzeugen<sup>16</sup>; insofern besteht hier auch ein Zusammenhang zum Themenfeld 1, *Von den Sinnen zum Messen*.

## HINWEISE ZUM VERSUCHSAUFBAU

- Glasrohre mit einem kleinen Innendurchmesser und ca. 50 cm Länge werden an einem Ende verschlossen (Stopfen, Knete-Pfropfen, Silikon). In die Röhre wird am besten Öl (z. B. Speiseöl oder Feinmechaniköl bzw. Motorenöl) gefüllt. Anstelle von Öl eignet sich auch Wasser mit reichlich Spülmittel. Beim Befüllen sollte das Glasrohr schräg gehalten und nur so weit gefüllt werden, dass nach dem Verschließen eine Luftblase im Rohr verbleibt.
- Als Erhöhung für die Schräglagerung des Glasrohres eignen sich z. B. ein Radiergummi, ein Bleistift oder ein flaches Holzklötzchen.
- Für die Markierungen der Startlinie und der Messpunkte auf dem Glasrohr sollten Folienstifte verwendet werden.

## ZUR VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

- Die Messungen beginnen, wenn die Luftblase mit ihrem oberen Ende die Startlinie erreicht. Vor dem Experiment muss mit den Schülerinnen und Schülern deshalb geklärt werden, dass während der Durchführung der zurückgelegte Weg stets am oberen Ende der Luftblase zu markieren ist.
- Um zu gewährleisten, dass die Markierungen ohne Verzögerung gesetzt werden können, führen die Schülerinnen und Schüler den Stift parallel zur Luftblase am Glasrohr entlang.
- Nach Abschluss des Experiments wird der Weg zu jedem Messzeitpunkt von der Startlinie aus gemessen und notiert.
- Für die Zeitmessung werden Stoppuhren genutzt, die die Lernenden sicher handhaben und ablesen können. Alternativ können Mobiltelefone mit Stoppuhr eingesetzt werden.
- *Hinweis:* Drucken Sie, wenn möglich, die Schülermaterialien in Farbe aus.

## ZUR VERSUCHSAUSWERTUNG

- Im Austausch über die Messergebnisse im Weg-Zeit-Diagramm wird thematisiert, dass die Punkte nur ungefähr auf einer Linie liegen (veranschaulicht an einem Beispieldiagramm). Mit dem Wissen darüber, dass hier eine geradlinige, gleichmäßige Bewegung vorliegt, sollten Ursachen für die Abweichungen (auch zwischen unterschiedlichen Messungen) thematisiert werden.

---

<sup>16</sup> Messwerte werden auch in Experimenten in Teil 1 erhoben und dargestellt, siehe dort Kapitel 4.1: Unterrichtsmaterialien zur Modellarbeit – Experimente und Anwendungen und Kapitel 5: Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten

- Ja nach Lerngruppe kann der Begriff der Trendlinie eingeführt und die Linie in die Diagramme eingezeichnet werden.
- Für die Diagrammauswertung kann ein sogenannter Diagrammfächer genutzt werden.<sup>17</sup>
- Die grafische Auswertung der aufgenommenen Daten kann auch mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms erfolgen (Bezug Medienbildung).

### HINWEISE ZUR DIFFERENZIERUNG

- Eine Differenzierungsmöglichkeit besteht darin, dieses Experiment für verschiedene Neigungswinkel des Glasrohres durchzuführen. Dazu muss die Erhöhung für den Glasstab variiert werden.
- Bei leistungsstarken Schülergruppen kann die Geschwindigkeit auch ausgerechnet werden.
- Eine andere Möglichkeit der Differenzierung ist es, die Achsen für das Diagramm schon vorzugeben, sodass die Lernenden nur die Messergebnisse eintragen müssen.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 5: Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten, S. 74

<sup>18</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 5: Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten, S. 73

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### Protokoll: Bewegung einer Luftblase

Emil und Thea haben Zauberstäbe. Diese sind durchsichtig und enthalten Glitzerteile. Beim Spielen damit wandern die Glitzerteile hin und her. Thea entdeckt bei genauerer Beobachtung: „Da ist ja auch eine Luftblase in der Röhre, die sich auch hin und her bewegt.“ Emil meint: „Stimmt, schau mal, wenn ich sie nach oben wandern lasse, wird sie am Ende richtig schnell.“ Thea widerspricht: „Quatsch, die wird gar nicht schneller!“

Die beiden beschließen zu untersuchen, ob sich die Luftblase auf ihrem Weg von einem Ende des Stabes zum anderen gleichmäßig bewegt oder ob sie schneller wird.

#### FRAGE:

In einem flüssigkeitsgefüllten Glasrohr, das mit einem Ende auf einer Erhöhung liegt, steigt eine Luftblase nach oben. Bewegt sie sich gleichmäßig oder wird sie schneller?

#### VERMUTUNG:

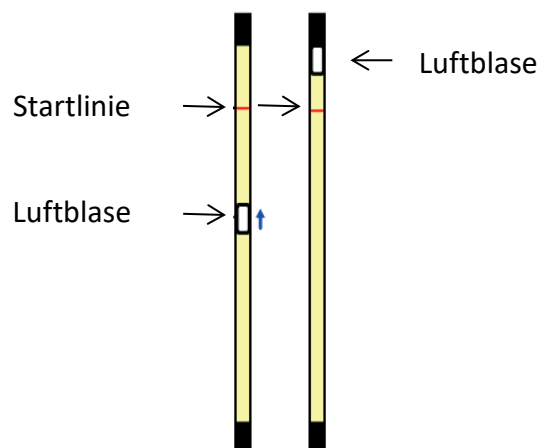
---

#### MATERIALIEN:

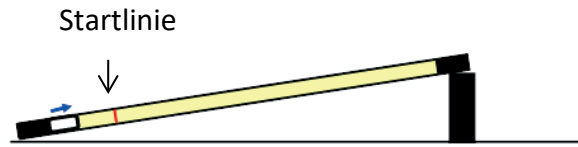
- flüssigkeitsgefülltes Glasrohr mit einer Luftblase
- schwarzer oder blauer Folienstift mit dünner Spitze
- langes Lineal
- Stoppuhr/Handy
- Erhöhung (z. B. Radiergummi, Bleistift, flaches Holzklötzchen)
- Millimeterpapier

#### DURCHFÜHRUNG:

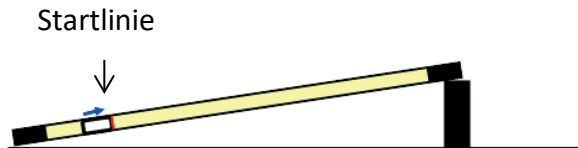
1. Halte das Glasrohr senkrecht und warte, bis die Luftblase ganz nach oben gestiegen ist.



2. Lege das Glasrohr nun flach auf den Tisch und hebe die Seite ohne Luftblase auf die Erhöhung. Die Luftblase beginnt zu steigen.



3. Beginne die Zeitmessung, sobald die Luftblase die Startlinie erreicht hat.



4. Markiere die Stellen am Glasrohr mit dem Stift, an denen sich die Luftblase nach 5 s, 10 s, 15 s etc. befindet.

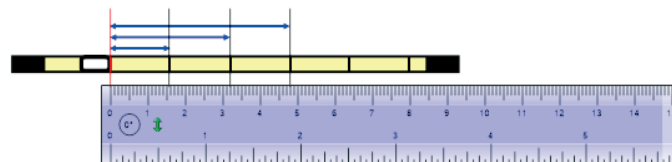
*Hinweis:* Markiere immer am oberen Ende der Luftblase (siehe Abb.).

Das Experiment ist beendet, sobald die Luftblase im Glasrohr oben, am anderen Ende angekommen ist.



**BEOBACHTUNG:**

1. Miss den Weg, den die Luftblase zurückgelegt hat. Beginne mit der Wegmessung für jeden markierten Zeitpunkt an der Startlinie.

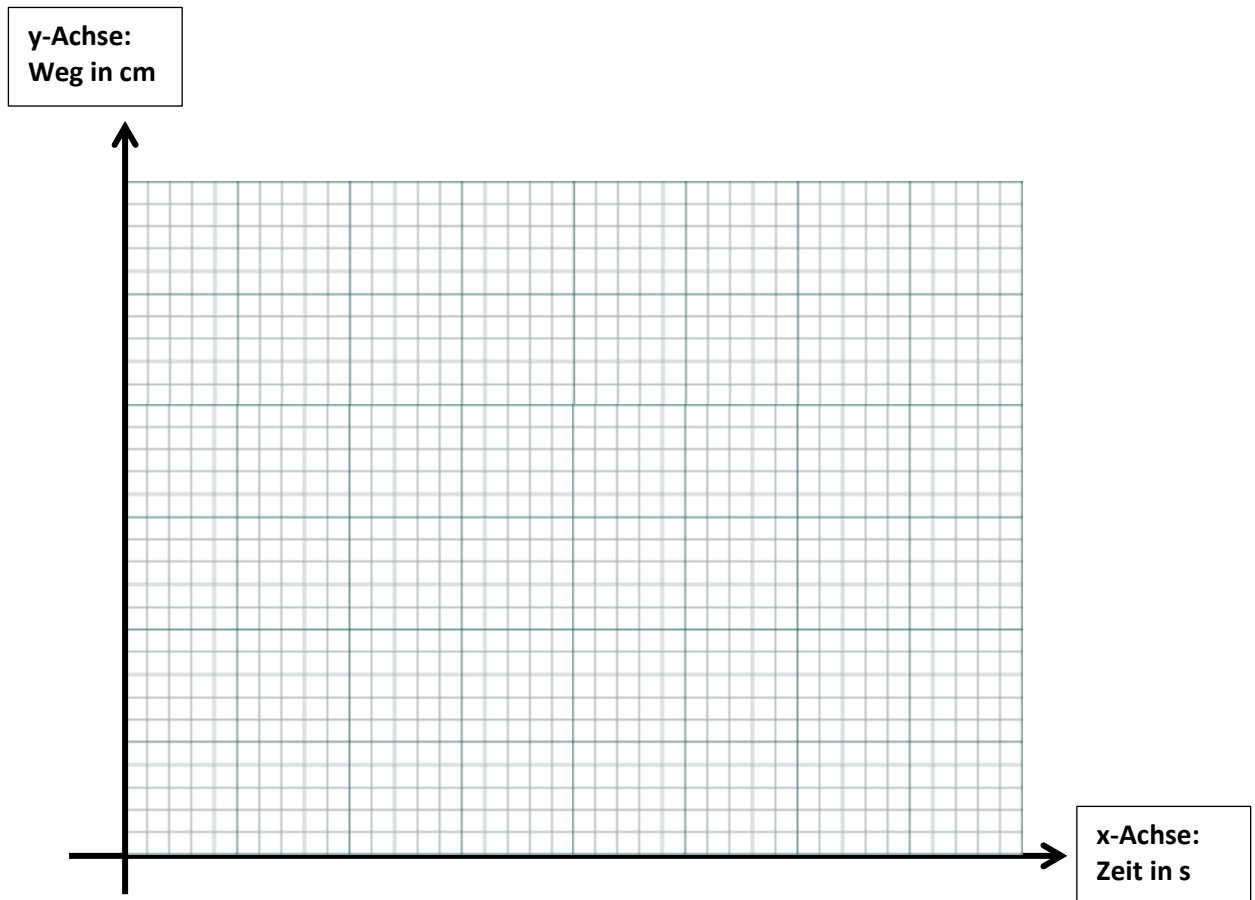


2. Trage die Zeiten und die jeweils zurückgelegte Wegstrecke in die Tabelle ein.

<b>Zeit in s</b>	0 s	5 s	10 s	15 s	20 s	25 s	30 s	35 s	40 s
<b>Weg in cm</b>	0 cm								

**AUSWERTUNG:**

1. Zeichne für die Bewegung der Luftblase ein Weg-Zeit-Diagramm.



2. Beschreibe die Lage der Punkte im Weg-Zeit-Diagramm.

---

---

---

3. Leite aus der Lage der Punkte eine Aussage über die Bewegungsart der Luftblase ab. Vergleiche mit deiner Vermutung.

---

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: BEWEGUNG EINER LUFTBLASE

Emil und Thea haben Zauberstäbe ...

### FRAGE:

In einem flüssigkeitsgefüllten Glasrohr, das mit einem Ende auf einer Erhöhung liegt, steigt eine Luftblase nach oben. Bewegt sie sich gleichmäßig oder wird sie schneller?

### VERMUTUNG:

Die Luftblase bewegt sich immer gleich schnell.

Oder:

Die Luftblase wird immer schneller.

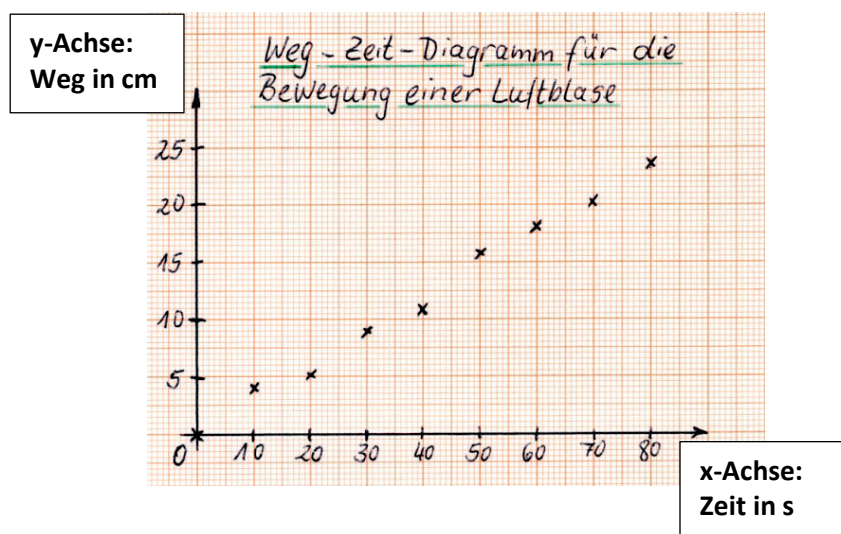
### BEOBACHTUNG: exemplarisch

Trage die Zeiten und die zurückgelegten Wege in die Tabelle ein.

Zeit in s	0 s	10 s	20 s	30 s	40 s	50 s	60 s	70 s	80 s	...
Weg in cm	0 cm	4,1 cm	5,1 cm	9,2 cm	10,9 cm	15,7 cm	18,2 cm	20,1 cm	23,7 cm	...

### AUSWERTUNG:

1. Zeichne für die Bewegung der Luftblase ein Weg-Zeit-Diagramm.



2. Beschreibe die Lage der Punkte im Weg-Zeit-Diagramm.

Die Punkte liegen nahezu auf einer geraden Linie, die vom Nullpunkt ausgeht.

3. Leite aus der Lage der Punkte eine Aussage über die Bewegungsart der Luftblase ab. Vergleiche mit deiner Vermutung.

Aus der Lage der Punkte im Diagramm leite ich ab, dass sich die Luftblase gleichförmig bewegt. Sie wird also nicht schneller. Meine Vermutung war richtig bzw. falsch.



## 7 NACHWEIS VON STÄRKE IN LEBENSMITTELN

Themenfeld:	3.7 Körper und Gesundheit
Thema:	Verdauung und Ernährung – den Nährstoffen auf der Spur
Vorkenntnisse:	Kenntnisse über folgende Zusammenhänge: Lebensmittel enthalten Nährstoffe, die für den menschlichen Körper lebensnotwendig sind. Im Verdauungsprozess werden die verwertbaren Nährstoffe der Nahrung entzogen. Umgang mit der Pipette
Kompetenzen:	Vgl. Tabelle S. 8-11
Fachbegriffe:	Stärke, Blindprobe  <u>Stärke:</u> ist ein Mehrfachzucker und gehört zu den Kohlenhydraten. Sie kann nur von pflanzlichen Zellen gebildet und gespeichert werden. Sie entsteht durch Verknüpfung mehrerer Traubenzuckerbausteine. Stärke dient dem Menschen als Energielieferant und Speicherstoff. Bei der Verdauung wird sie wieder in Traubenzuckerbausteine zerlegt.  <u>Blindprobe:</u> Durchführung des Nachweises mit einer Substanz, bei der bereits bekannt ist, dass der Nachweis positiv ist. Sie dient als Vergleichsgrundlage für die weiteren Proben.
Forscherfrage:	Z. B.: Wie ernähren sich Leistungssportlerinnen und Leistungssportler? Welche Lebensmittel liefern (ihnen und uns) besonders viel Energie? Welche Nährstoffe sind darin enthalten?
Kontext:	Im Rahmen einer bewussten und gesunden Ernährung, insbesondere im Zusammenhang mit sportlichen Aktivitäten, setzen sich auch Schülerinnen und Schüler immer mehr mit der Frage auseinander, welche Lebensmittel für ihren Körper gut und gesund sind und welche Wirkungen diese haben.  Ein wichtiger Bestandteil der Ernährung sind komplexe Kohlenhydrate <sup>19</sup> , beispielsweise in Form von Stärke. Diese kommt in Getreideprodukten und stärkehaltigem Gemüse, wie Brot, Nudeln, Reis und Kartoffeln, Bananen, Mais sowie grünen Erbsen – als bedeutende Beispiele aus dem alltäglichen Leben – vor. Obwohl viel über ihren angemessenen Anteil in der Ernährung oder auch über kohlenhydratfreie Diäten diskutiert wird, gehören sie doch zu einer ausgewogenen Ernährung.  Mithilfe dieses Experiments können die Lernenden erkennen, in welchen Lebensmitteln Stärke (und damit Zucker) enthalten ist und Schlussfolgerungen für die eigenen Ernährungsgewohnheiten ziehen. Insofern gehören zusätzliche Recherchen zu Kohlenhydraten und ihrer Wirkung sowie ein auswertendes Gespräch zum Unterricht dazu.

### HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

- Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugolsche Lösung) ist ein Nachweismittel für Stärke. Stärke färbt eine Iod-Kaliumiodid-Lösung schwarz-violett. Diese Nachweislösung ist z. B. in Apotheken erhältlich.

<sup>19</sup> Bei einem Tagesbedarf von 2000 Kalorien wird für eine ausgewogene Ernährung die Aufnahme von 225-325 g Kohlenhydrate empfohlen, das entspricht etwa 45 bis 65 % der Gesamtkalorienmenge, siehe <https://demedbook.com/wie-viele-kohlenhydrate-sollte-ich-am-tag-essen>.

- Im Protokoll müssen die im Unterricht zum Einsatz kommenden Proben (durch die Lehrkraft oder die Schülerinnen und Schüler) eingetragen werden, um konkrete Vermutungen anstellen zu können. (Vorschläge für die Proben siehe Lösungsvorschlag)
- Den Schülerinnen und Schülern sollten aus jeder Lebensmittelgruppe (stärkearm/stärkehaltig) je vier Proben (am besten in kleinen Stücken) zur Verfügung gestellt werden. (Vorschläge für Proben aus jeder Lebensmittelgruppe siehe Lösungsvorschlag)
- Zunächst führen die Schülerinnen und Schüler eine Blindprobe mit Speisestärke durch, die dem Vergleich mit den Versuchsergebnissen bei verschiedenen Lebensmittelproben dient.

## HINWEISE ZUR SICHERHEIT/GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

- **ACHTUNG!** Iodflecken sollten nicht ins Auge gelangen (Reizungen) und führen auf der Kleidung zu bleibenden Verfärbungen. Die Lernenden müssen darauf hingewiesen werden, dass sie mit der Lösung und der Pipette äußerst achtsam umgehen. Ihnen sollten bei der Verwendung ein Kittel, eine (Kinder-)Schutzbrille und Handschuhe zur Verfügung stehen.
- Für dieses Experiment steht exemplarisch eine Gefährdungsbeurteilung zur Verfügung (siehe S. 65).
- Die Erklärung des Fachbegriffs „Blindprobe“ sollte mit den Schülerinnen und Schülern im Unterrichtsgespräch geklärt werden, damit er von allen verstanden wird (siehe Infobox).
- Als Unterlage für die Nährstoffproben können Glasschalen, alternativ Teller oder beschichtete Pappteller verwendet werden. Unbeschichtete Pappteller sind ungeeignet; sie sind aus Molekülen aufgebaut, die auf Stärke basieren. Bei Kontakt mit der Nachweislösung können sie sich verfärben und dadurch das Ergebnis verfälschen.
- Vor der Durchführung des Experiments sollte der Umgang mit der Pipette geübt werden.
- Nach dem Experiment können Reste über den Hausmüll entsorgt werden.

## HINWEISE ZUR DIFFERENZIERUNG

- Informationen bietet folgende Handreichung:  
vgl. Fritsch, Siehr und Thomas, 2012: Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung. Ernährung und Verdauung. Biologie, Sekundarstufe I.  
Verfügbar unter: [https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/naturwissenschaften/biologie/HR\\_Binnendifferenzierung\\_Ernaehrung\\_Verdauung.pdf](https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/naturwissenschaften/biologie/HR_Binnendifferenzierung_Ernaehrung_Verdauung.pdf)
- Als Hilfe für Schülerinnen und Schüler mit Lern- oder Sprachschwierigkeiten sollten Wortkärtchen mit den notwendigen Fachbegriffen und den Namen der Lebensmittel zur Verfügung gestellt werden.

# GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

Versuchsbeschreibung & Gefährdungsbeurteilung

Versuchs-Nr.: 1




## Stärkenachweis Nawi 5/6

Versuchs-Kategorie: **Qualitative Analytik**

Schülerversuch ab Jahrgangsstufe 5

**🔧 Geräte**

Glasschale (alternativ Teller), Petrischale  
 Tropfpipette

ⓘ Ggf. unten stehende Erläuterungen zu den Piktogrammen beachten.







**⚙️ Versuchsdurchführung**

Blindprobe: Einen Tropfen Lugolsche-Lösung (Jod-Kaliumiodid-Lösung) auf Mehl geben.  
 Untersuchung: Je einen Tropfen Lugolsche-Lösung (Jod-Kaliumiodid-Lösung) auf verschiedene Lebensmittelproben geben.


**⚠️ Gefährdungen durch:**

Stoffliche Eigenschaften	vorhanden	weitere Gefährdungen
KMR-Stoff 1A/1B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <b>weitere Gefahren und Hinweise</b> <hr style="border: 1px solid #ccc;"/>
durch Einatmen	<input type="checkbox"/>	
durch Hautkontakt	<input checked="" type="checkbox"/>	
durch Augenkontakt	<input checked="" type="checkbox"/>	
Brandgefahr	<input type="checkbox"/>	
Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/>	
weitere Gefahren	<input type="checkbox"/>	

**🛡️ Schutzmaßnahmen**


Bau-, Ausrüstung, Einrichtung und organisatorische Maßnahme vgl. RiSU III – 2.4.4 und III – 2.4.5  <input checked="" type="checkbox"/>	 Schutzbrille  <input checked="" type="checkbox"/>	 Schutzhandschuhe  <input type="checkbox"/>	 Abzug  <input type="checkbox"/>	 Lüftungsmaßnahmen  <input checked="" type="checkbox"/>	 geschlossenes System  <input type="checkbox"/>	 Brandschutzmaßnahmen  <input type="checkbox"/>	<b>Weitere Schutzmaßnahmen</b> <hr style="border: 1px solid #ccc;"/>
--	--	---	--	---	---	--	---

**📄 Chemikalien**

Stoffbezeichnung	Anmerkung	Signalwort	Piktogramm	H-Satz	P-Satz	Tätigkeit.	Typ
Lugolsche-Lösung - 132		ACHTUNG		H373	P260 P314	S4K	Edukt

**ℹ️ Sicherheitshinweise**

**👤 Persönliche Schutzausrüstung**

 Eine **Gestellschutzbrille** ist zu tragen.

#### Verhalten im Gefahrenfall

*Keine besonderen über die allgemeinen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr hinausgehenden Maßnahmen nötig.*

#### ⇒ Substitution

Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar und kann unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Gefährliche Stoffeigenschaften oder andere Gefährdungen, die eine Durchführung durch Schüler/innen oder Lehrkräfte grundsätzlich ausschließen würden, sind nicht bekannt. Die Stoffliste DGUV Information 213-098 in [degintu.dguv.de](http://degintu.dguv.de) wurde berücksichtigt.

#### Literatur

Erstellt für Handreichung Naturwissenschaften 5/6

Versuch wird im folgendem Raum durchgeführt:

**Testraum 1**

#### 💬 Weitere Anmerkungen zum Versuch

*keine Angaben*

Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Erstellt am 08.11.2018 10:09, für  
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend  
und Familie, Berlin

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

### **Protokoll: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln**

Maya und Hugo schauen sich eine Reportage über das Training von Ausdauersportlerinnen und -sportlern an. Sie erfahren, dass diese kohlenhydratreiche Lebensmittel essen, weil diese dem Körper über einen längeren Zeitraum viel Energie liefern. Maya meint: „Kohlenhydrate – dazu gehört doch auch Stärke. Welche Lebensmittel enthalten eigentlich Stärke?“ „Das können wir doch testen“, meint Hugo, „in der Apotheke bekommen wir, was wir für den Nachweis von Stärke brauchen.“

#### **FRAGE:**

Welche deiner Lebensmittelproben enthalten Stärke?

#### **VERMUTUNG:**

---

---

#### **MATERIALIEN:**

- Speisestärke für die Blindprobe
- Iod-Kaliumiodid-Lösung mit einer Tropfpipette
- Glasschalen (alternativ Teller, beschichtete Pappteller)
- 8 verschiedene Lebensmittelproben

#### **Infobox:**

Mit einer **Blindprobe** (auch Vergleichsprobe genannt) kontrolliert man, ob sich die Nachweismethode für einen gesuchten Stoff eignet. Man testet zuerst einen bekannten Stoff mit der nachzuweisenden Eigenschaft. Das Versuchsergebnis der Blindprobe dient als Vergleich mit den folgenden Versuchsergebnissen. Stimmen diese überein, ist der nachzuweisende Stoff vorhanden.

#### **DURCHFÜHRUNG:**

Führe die Blindprobe mit Speisestärke durch:

1. Gib einen Teelöffel Speisestärke in ein kleines Gefäß.
2. Gib einen Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung hinzu.
3. Beobachte die Farbveränderung.
4. Notiere deine Beobachtung und lege die Blindprobe zum Vergleich bereit.

Untersuche nun die bereitstehenden Lebensmittel:

5. Gib dazu je einen Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung auf die Lebensmittelproben.
6. Vergleiche das Ergebnis jeweils mit der Blindprobe.

**BEOBACHTUNG:**

Beobachtung bei der Blindprobe:

---

Notiere deine Lebensmittelproben und deine Beobachtungen in der Tabelle. Kreuze an.

Lebensmittelprobe von ...	verfärbt sich	verfärbt sich <i>nicht</i>

**AUSWERTUNG:**

1. Welche Lebensmittel liefern Energie in Form von Stärke? Begründe deine Antwort.

---



---



---

2. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---



---



---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: NACHWEIS VON STÄRKE IN LEBENSMITTELN

Maya und Hugo schauen sich eine Reportage über das Training von Ausdauersportlerinnen und -sportlern an ...

### VERMUTUNG:

Ich vermute Stärke in (z. B. Kartoffeln, Nudeln, Bananen ...)

### BEOBACHTUNG:

Beobachtung bei der Blindprobe:

Die Blindprobe verfärbt sich violett-schwarz.

Notiere deine Lebensmittelproben und deine Beobachtungen in der Tabelle. Kreuze an. **exemplarisch**

Lebensmittelprobe von ...	verfärbt sich	verfärbt sich <i>nicht</i>
Gurke		<b>X</b>
Kartoffel	<b>X</b>	
Puderzucker		<b>X</b>
Banane	<b>X</b>	
Schinken		<b>X</b>
gekochtes Ei		<b>X</b>
Cornflakes	<b>X</b>	
gekochte Nudeln	<b>X</b>	

### Auswertung:

1. Welche Lebensmittel liefern Energie in Form von Stärke? Begründe deine Antwort.

Bei z. B. Kartoffeln, Banane, Cornflakes und Nudeln zeigte sich mit dem Indikator die gleiche Verfärbung wie bei der Blindprobe. Diese Lebensmittel enthalten deshalb Stärke. (Sie liefern somit Energie in Form von Stärke.)

2. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

Einige meiner Vermutungen waren richtig. Bei anderen war ich überrascht, dass Stärke enthalten / nicht enthalten ist.

## 8 ELEKTRISCHE LEITER UND NICHTLEITER

Themenfeld: 3.2 Stoffe im Alltag / 3.9 Technik

Thema: Klassifizierung von Stoffen / Elektrische Leiter und Nichtleiter

Vorkenntnisse: Kenntnisse über den einfachen Stromkreis

Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

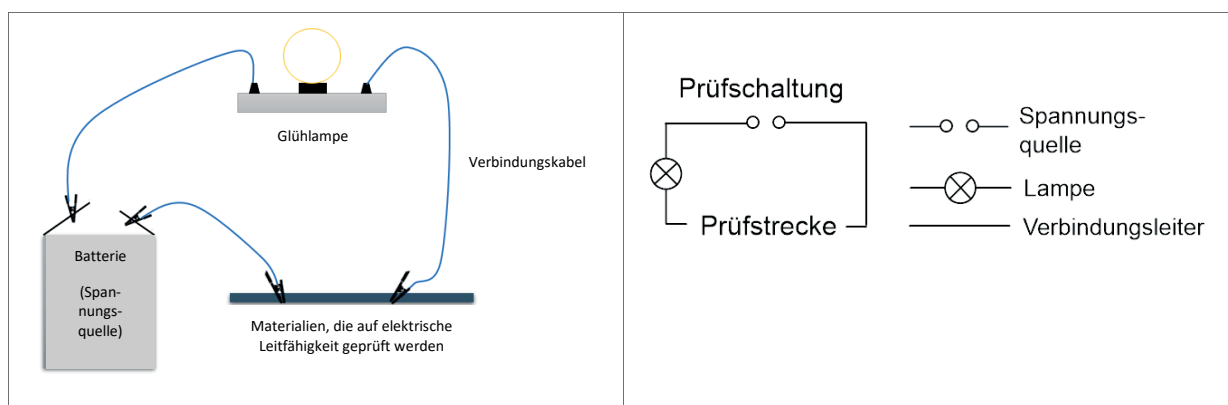
Fachbegriffe: elektrische Leiter, elektrische Nichtleiter (Isolatoren), Prüfen der elektrischen Leitfähigkeit

Elektrische Leiter: Ein elektrischer Leiter ist ein Körper, der elektrischen Strom gut leitet. Viele Metalle leiten elektrischen Strom besonders gut. Sie besitzen wanderungsfähige Außenelektronen, die beim Anlegen einer Spannung in Richtung Pluspol bewegt werden.

Auch Graphit, eine Modifikation des Kohlenstoffs, leitet den elektrischen Strom wie Metalle und gilt als Halbmetall. Die gute Leitfähigkeit von Graphit beruht auf dem Vorhandensein von frei beweglichen Elektronen zwischen den wabenförmigen Kohlenstoffstrukturen.

Auch verschiedene Flüssigkeiten (chemische Verbindungen) leiten elektrischen Strom. Das beruht darauf, dass in einem Lösungsmittel gelöste Salzkristalle in elektrisch geladene, wanderungsfähige Teilchen (Ionen) zerfallen. Bei Anlegen einer Spannung werden positive Ionen in Richtung der negativen Elektrode (Kathode), negative Ionen in Richtung der positiven Elektrode (Anode) bewegt.

Elektrische Nichtleiter (Isolatoren): Körper, die elektrischen Strom schlecht oder nicht leiten, bezeichnet man als elektrische Nichtleiter oder als Isolatoren. Nichtmetalle weisen eine schlechte elektrische und thermische Leitfähigkeit auf. Glanz, Härte und gute Formbarkeit fehlen im Vergleich zu den Metallen. Nichtleiter verfügen über sehr wenige wanderungsfähige Ladungsträger. Die fließenden Ströme sind infolgedessen so gering, dass sie bedeutungslos sind.



Das Prüfen der elektrischen Leitfähigkeit von festen Stoffen erfolgt mithilfe eines einfachen Stromkreises mit Spannungsquelle, Glühlampe, Verbindungskabeln und einer Prüfstrecke. Diese Versuchsanordnung kann von den Schülerinnen und Schülern mithilfe der linken Abbildung selbstständig aufgebaut werden.

Die rechte Abbildung kann verwendet werden, wenn die Symbole und die Begriffe für die Prüfschaltung und die Prüfstrecke bekannt sind.



Forscherfrage: Z. B.: Wo kommt elektrischer Strom vor? Wofür wird elektrischer Strom genutzt? Welche Materialien leiten elektrischen Strom, welche nicht? Leiten nur Metalle den elektrischen Strom? Kann man elektrische Geräte immer gefahrlos berühren? Wo könnte man elektrischem Strom auch unerwartet begegnen? Was muss man beim sicheren Umgang mit Strom immer beachten?

Kontext: Der selbstverständliche Umgang mit elektrischen Geräten ist aus dem täglichen Leben der Lernenden nicht mehr wegzudenken.

Charakterisiert ist dieser Umgang allerdings eher durch ein intuitives Vorgehen, wie es überwiegend auch bei den meisten Erwachsenen zu beobachten ist. Hier sind zwei Aspekte von Bedeutung: Zum einen geht es um die Vermittlung von Basiswissen über Elektrizität, insbesondere über leitende bzw. nichtleitende Stoffe, denn Strom ist unsichtbar und daraus resultieren vielfältige potenzielle Gefahrensituationen im gesamten Alltagsgeschehen.

Zum anderen sollen die Zusammenhänge von leitenden und nichtleitenden Stoffen in Stromkreisen keine „gefährliche Blackbox“ bleiben. Den Schülerinnen und Schülern sind Stromkreise vermutlich vom Fahrrad, von der Weihnachtsbaumbeleuchtung und verschiedenen batteriebetriebenen Spielzeugen bekannt. Sie wissen in der Regel, dass ein Stromfluss nur zustande kommt, wenn alle Materialien elektrisch leitend sind und diese zudem an eine Stromquelle angeschlossen sind; hier kann an den vorausgegangenen Sachunterricht angeknüpft werden. Das Experiment fokussiert auf elektrische Leiter und Nichtleiter, aber auch auf die Unsichtbarkeit von Strom.

Es führt – auch durch ein einführendes und ein abschließendes Unterrichtsgespräch sowie durch Absprachen zur Sicherheit – zu einem bewussteren Umgang mit stromführenden Geräten.

## HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

- Den Schülerinnen und Schülern werden verschiedene Stoffe zur Erprobung zur Verfügung gestellt. Beispiele befinden sich im Lösungsvorschlag.
- In Baumärkten findet man Kleinteile aus verschiedenen Metallen. Bleistiftminen bestehen aus Graphit. Zur Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit von Graphit eignen sich Zimmermannsbleistifte gut, indem man sie einmal teilt und dann an beiden Enden anspitzt.
- Um die Besonderheit der elektrischen Leitfähigkeit des Nichtmetalls Kohlenstoff in Form des Graphits (Bleistiftmine) herauszuarbeiten, sollte vor dem Experiment eine Einteilung von bekannten Alltagsstoffen in Metalle und Nichtmetalle erfolgen. Hiermit kann an Kenntnisse und Erfahrungen aus dem Sachunterricht (Themenfeld *Rad*: Was bringt die Lampe zum Leuchten?) angeknüpft werden. In diese Einteilung wird dann Kohlenstoff in Form von Kohle, Graphit (Bleistiftmine) und ggf. auch Diamant miteinbezogen.
- Für die Prüfschaltung eignet sich als Spannungsquelle ein Stromversorgungsgerät für Schülerinnen und Schüler bzw. eine Batterie (Flachbatterie oder Mignon (AA)-Batterien mit Batteriehalter).
- Ist an der Schule keine Ausstattung für Experimente mit elektrischem Strom vorhanden, findet man im Elektronikhandel preiswerte Alternativen (Klingeldraht, Glühlämpchen mit Halterung).
- Wichtig ist, dass zwischen Beobachtung (Lampe leuchtet / leuchtet nicht) und Deutung (Stoff leitet / leitet nicht) unterschieden wird.
- Es muss auf die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom aus der Steckdose eingegangen werden. *Achtung!* Keinesfalls dürfen Versuchsschaltungen direkt an eine Steckdose angeschlossen werden.

sen werden, denn es besteht Lebensgefahr durch einen elektrischen Stromunfall. Dazu müssen die Lernenden unbedingt belehrt werden.

- Neben der Aufklärung über Gefahren im konkreten Zusammenhang mit dem Experiment sollten auch weitere (Alltags-)Gefahren zum Thema Strom und Stromunfälle thematisiert werden (z. B. Umgang mit defekten Kabeln, Verhalten während eines Gewitters).

### HINWEISE ZUR DIFFERENZIERUNG

- Als Hilfe für Schülerinnen und Schüler mit Lern- oder Sprachschwierigkeiten sollten Wortkärtchen mit den notwendigen Fachbegriffen und den Namen der Stoffproben zur Verfügung gestellt werden.
- Zur Unterstützung kann eine Lernpartnerin / ein Lernpartner zur gemeinsamen Bearbeitung an die Seite gestellt werden.





**AUSWERTUNG:**

1. Fasse deine Beobachtung zusammen. Woran erkennst du, ob ein Stoff den elektrischen Strom leitet oder nicht? Formuliere zwei „Wenn ..., dann ...“-Sätze.

---

---

---

2. Ordne die Stoffe in die Tabelle ein.

elektrische Leiter	elektrische <i>Nichtleiter</i> (Isolatoren)

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Gibt es etwas, das dich überrascht hat?

---

---

---

---

4. Kannst du im Alltag immer sicher beurteilen, ob durch einen Stoff Strom fließt? Begründe.

---

---

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: ELEKTRISCHE LEITER UND NICHTLEITER

David und Elise sind in der Schulküche und toasten Brot ...

### FRAGE:

Welche Stoffe sind elektrische Leiter und welche leiten den elektrischen Strom nicht?

### VERMUTUNG:

Trage deine Stoffproben in die Tabelle ein.

Vermute, welche Stoffe den elektrischen Strom leiten und welche nicht. Kreuze an.

Die Schülerinnen und Schüler werden voraussichtlich alle Stoffe außer Graphit richtig einordnen.

### BEOBACHTUNG: exemplarisch

Stoffprobe	Ja, die Lampe leuchtet.	Nein, die Lampe leuchtet nicht.
Kupfer	X	
Plastik		X
Holz		X
Messing	X	
Glas		X
Aluminium	X	
Wolle		X
Eisen	X	
Graphit	X	
Porzellan		X
Papier		X

### AUSWERTUNG:

1. Fasse deine Beobachtung zusammen. Woran erkennst du, ob ein Stoff den elektrischen Strom leitet oder nicht? Formuliere zwei „Wenn ... dann ...“- Sätze.

**Wenn** ein Stoff den elektrischen Strom leitet, **dann** leuchtet die Glühlampe.

**Wenn** ein Stoff den elektrischen Strom nicht leitet, **dann** leuchtet die Lampe nicht.

2. Ordne die Stoffe in die Tabelle ein.

elektrische Leiter	elektrische Nichtleiter (Isolatoren)
Kupfer	Plastik
Messing	Holz
Aluminium	Wolle
Eisen	Glas
Graphit	Porzellan
	Papier

3. Vergleiche deine Vermutung mit deinen Ergebnissen. Gibt es etwas, was dich überrascht hat? Die Antwort ist hier sehr individuell und von Vorkenntnissen sowie Erfahrungen abhängig.

4. Kannst du im Alltag immer sicher beurteilen, ob durch einen Stoff Strom fließt? Begründe. Nein, denn damit Strom fließt, muss auch ein Stoff, der Strom leitet, an einer Stromzufuhr angeschlossen sein. Das kann ich aber nicht immer sehen. Man sollte immer vorsichtig sein.

## 9 VERGRÖßERN UND VERKLEINERN MIT SAMMELLENSEN

Themenfeld: 3.3 Die Sonne als Energiequelle / 3.4 Welt des Großen – Welt des Kleinen

Thema: geradlinige Ausbreitung des Lichts; Modell Lichtstrahl; Lichtbrechung/  
Bilder vergrößern mithilfe von Sammellinsen/Lupe

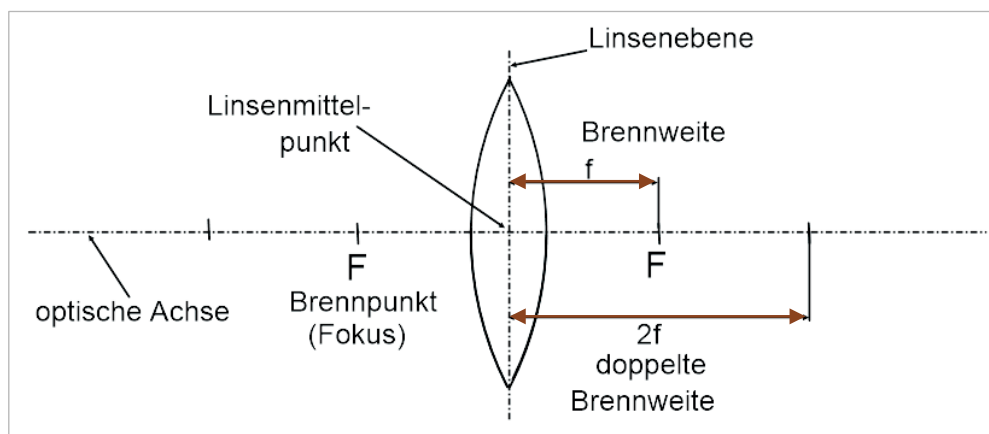
Vorkenntnisse: Modell Lichtstrahl kennen

Kompetenzen: Vgl. Tabelle S. 8-11

Fachbegriffe: Für Schülerinnen und Schüler: Sammellinse, Brennpunkt, einfache Brennweite  $f$ , doppelte Brennweite

Für Lehrkräfte zusätzlich zur Vorbereitung: Brennpunkt  $F$  (Fokus), doppelte Brennweite  $2f$ , optische Achse, Linsenebene, Gegenstandsweite, Bildweite, Parallelstrahl, Brennpunktstrahl, Mittelpunktstrahl, reelles Bild, virtuelles Bild

In der geometrischen Optik (Strahlenoptik) wird die Wellen- und Teilchennatur des Lichtes vernachlässigt und nur seine geradlinige Ausbreitung betrachtet. Um Fehlvorstellungen vorzubeugen, muss im Unterricht konsequent das Phänomen „Licht“ von seinem Modell „Lichtstrahl“ unterschieden werden.



**Sammellinse:** Eine Sammellinse ist ein lichtdurchlässiger Körper, der, aufgrund seiner besonderen Form, Licht bündelt. In der Mitte ist die Sammellinse dicker als am Rand. Fällt paralleles Licht auf eine Sammellinse, wird es gebrochen und in einem Punkt (Brennpunkt  $F$ , Fokus) gebündelt. Bei dieser Bündelung kann es zu hohen Temperaturen kommen; daher der Begriff Brennpunkt. Hinter dem Brennpunkt verlaufen die Lichtstrahlen geradlinig weiter und das Licht damit wieder auseinander. Da der Lichtweg umkehrbar ist, hat jede Sammellinse zwei Brennpunkte. Diese sind symmetrisch zueinander.

**Brennweite  $f$ :** Die Brennweite ist jeweils der Abstand vom Brennpunkt zur Linsenebene. Es gilt: Je kleiner die Brennweite einer Linse ist, desto stärker wird das Licht durch die Linse gebrochen.

**Optische Achse:** In der optischen Achse verlaufende Lichtstrahlen durchdringen die Linse, ohne gebrochen zu werden. Auf dieser liegen die beiden Brennpunkte und der Linsenmittelpunkt.

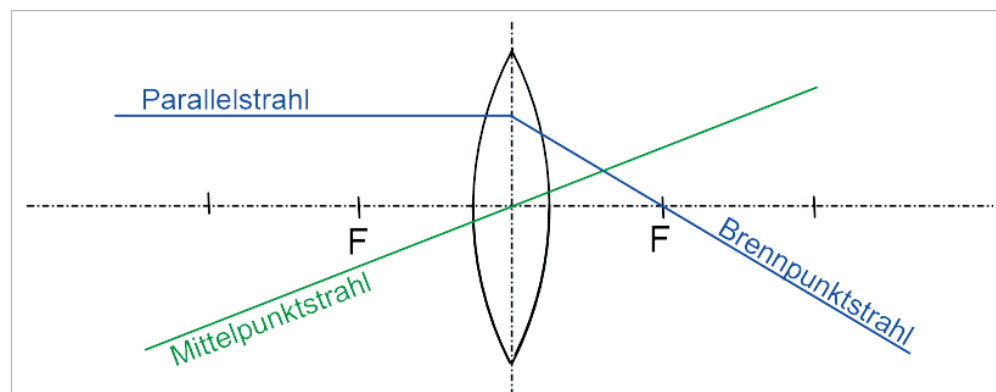
**Linsenebene:** Die Linsenebene ist eine gedachte Ebene, die senkrecht zur optischen Achse verläuft. Den Schnittpunkt der optischen Achse und der Linsenebene bezeichnet man als Linsenmittelpunkt.

Fällt Licht auf eine dicke Sammellinse, wird es an beiden Grenzflächen (beim Eintritt in und Austritt aus der Linse) gebrochen. Ist die Linse dagegen relativ dünn, kann man zur Vereinfachung der Darstellung diese zweifache Brechung durch eine einzige Brechung an der Linsenebene ersetzen.

Bildentstehung an einer Sammellinse: Durch Sammellinsen können von Gegenständen Bilder erzeugt werden. Das von jedem Punkt eines Gegenstandes in unterschiedliche Richtungen ausgehende Licht wird durch die Sammellinse gebrochen und wieder zusammengeführt. In Abhängigkeit von der Entfernung des Gegenstandes von der Linse sowie von ihrer Brennweite entstehen unterschiedliche Arten von Bildern.

Gegenstandsweite ist der Abstand zwischen Gegenstand und Linsenebene.

Bildweite ist der Abstand zwischen Bild und Linsenebene.



Zeichnerische Darstellung von Bildern an einer Sammellinse: Bei der zeichnerischen Darstellung (siehe Abbildungen reele bzw. virtuelle Bilder) wird der Gegenstand als Pfeil dargestellt und sein Bild mithilfe des Lichtstrahlmodells konstruiert. Dabei werden besondere Strahlen verwendet:

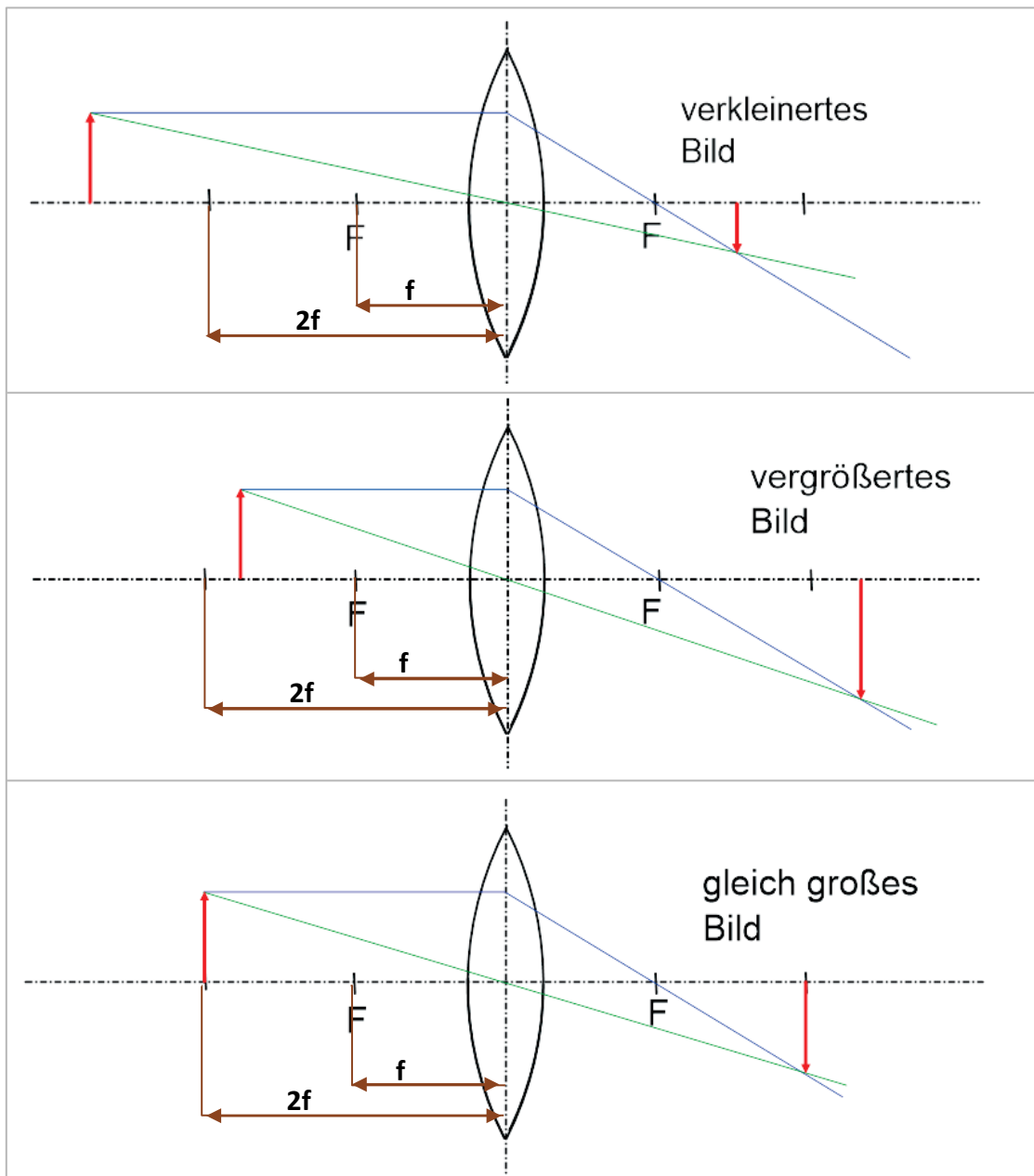
Parallelstrahlen verlaufen nach der Brechung an der Sammellinse durch ihren Brennpunkt und werden zu Brennpunktstrahlen.

Brennpunktstrahlen verlaufen vor der Linse durch ihren Brennpunkt und werden dann an einer Sammellinse so gebrochen, dass sie zu Parallelstrahlen werden.

Mittelpunktstrahlen durchqueren eine dünne Sammellinse, ohne gebrochen zu werden.



## Reelle Bilder

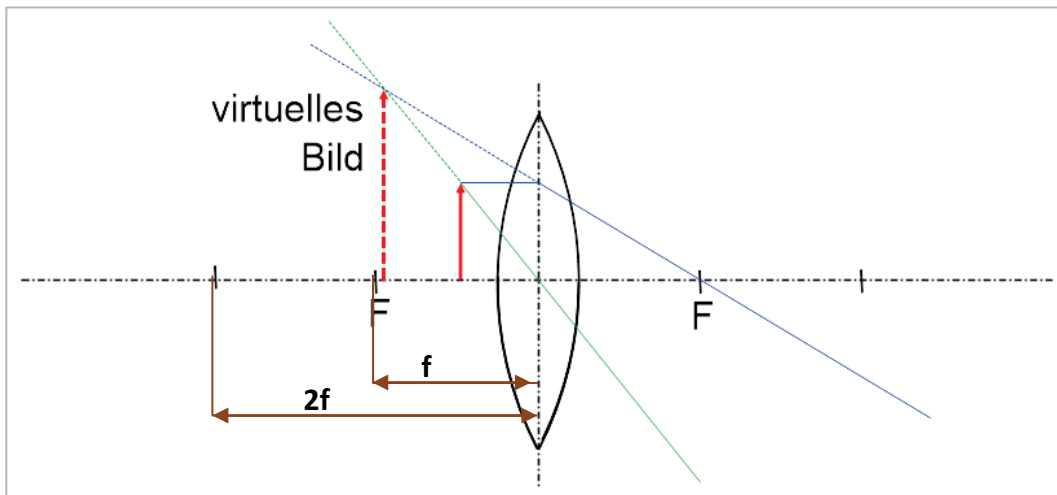


Reelle Bilder: Der Schnittpunkt der gebrochenen Strahlen hinter der Sammellinse kennzeichnet die Position des reellen Bildes der Pfeilspitze.

Reelle Bilder entstehen auf der entgegengesetzten Seite einer Sammellinse, wenn sich ein Gegenstand außerhalb der einfachen Brennweite einer Sammellinse befindet. Reelle Bilder sind wirklich vorhanden, d. h. von ihnen geht Licht aus. Deshalb können sie mit einem Schirm sichtbar gemacht werden. Reelle Bilder sind umgekehrt und seitenvertauscht. Ihre Größe hängt von der Entfernung des Gegenstandes vom Brennpunkt der Linse ab.

*Vergößerte* reelle Bilder entstehen, wenn die Gegenstandsweite größer als die einfache Brennweite, aber kleiner als die doppelte Brennweite der Linse ist. *Verkleinerte* reelle Bilder entstehen, wenn die Gegenstandsweite größer ist als die doppelte Brennweite der Linse. Gegenstand und Bild sind *gleich groß*, wenn die Gegenstandsweite genauso groß ist wie die doppelte Brennweite der Sammellinse.

## Virtuelle Bilder



Virtuelle Bilder: Bei der Konstruktion des virtuellen Bildes schneiden sich die gebrochenen Lichtstrahlen hinter der Linse nicht. Gezeichnet werden dagegen die rückwärtigen Verlängerungen (gestrichelte Linien) vor der Linse. Der Schnittpunkt der Verlängerungen kennzeichnet die Position des virtuellen Bildes der Pfeilspitze.

Der Fußpunkt des Pfeils und sein Bild befinden sich auf der optischen Achse. Damit ist es möglich, die Bilder des Pfeils zu zeichnen.

Virtuelle Bilder entstehen, wenn sich ein Gegenstand innerhalb der einfachen Brennweite einer Sammellinse befindet. Von ihnen geht kein Licht aus, deshalb können virtuelle Bilder nie mit einem Schirm sichtbar gemacht werden, nur mit den Augen oder einer Kamera. Da unsere Wahrnehmung von geradliniger Lichtausbreitung ausgeht, wird das gebrochene Licht rückwärts verlängert, sodass von einem Gegenstandspunkt scheinbar ein Bildpunkt entsteht. Virtuelle Bilder erscheinen vergrößert, seitenrichtig und aufrecht (z. B. Lupenbilder).

**Forscherfrage:** Z. B.: Warum kann es durch weggeworfene Glasflaschen zu einem Brand kommen? Wie funktionieren Brillen? Was für Bilder kann man durch Lupen sehen?

**Kontext:** Folgende Anknüpfungspunkte sind denkbar:

- Die Sonne „brennt“ auf uns herunter, Sonnenbrand (Hitzewirkung im Brennpunkt)
- Licht erzeugt Schatten (strahlenförmige Ausbreitung des Lichts)
- Mit dem Spiegel kann man „um die Ecke sehen“, in der Suppenkelle kann man sich auf dem Kopf sehen (Licht kann gebrochen/umgelenkt/reflektiert werden)
- Strohhalm/Löffel etc. im Wasserglas erscheinen verschoben (Lichtbrechung)
- Wassertropfen können vergrößern (Lupeneffekt)

## HINWEISE ZUR DURCHFÜHRUNG

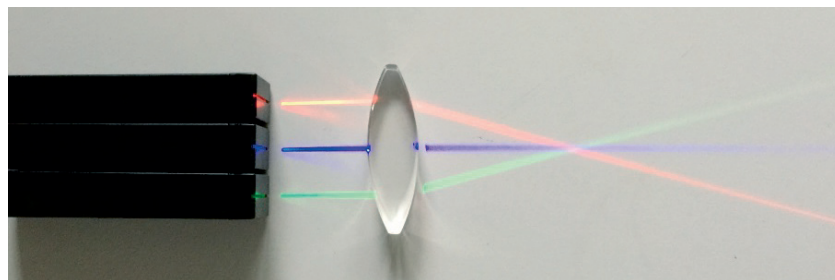
Als Schülermaterialien sind im Folgenden drei Versuche angeführt, die auch in dieser Reihenfolge durchgeführt werden sollten. Sie bauen aufeinander auf und entwickeln experimentell Begriffswissen.

### Protokoll: Die Brennweite einer Sammellinse bestimmen

- Das Experiment veranschaulicht, was Brennpunkt und Brennweite  $f$  von Sammellinsen sind und wie man sie bestimmen kann. Bei preisgünstigen Linsen, die man z. B. in Supermärkten oder Baumärkten als Set mit verschiedenen Lupen erhält, sind die Brennweiten zudem in der Regel nicht angegeben. Es handelt sich um ein einfach durchzuführendes Experiment, das den Schülerinnen und Schülern Spaß machen wird.
- Als Einstieg bietet sich das Phänomen an, dass man mit einer Sammellinse Feuer entfachen kann. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass entsprechende Sicherheitsmaßnahmen (Durchführung ausschließlich mithilfe einer feuerfesten Unterlage) mit den Lernenden vorab besprochen und eingehalten werden. Zusätzlich kann auch die Brandgefahr durch weggeworfene Flaschen thematisiert werden.<sup>20</sup>
- Weiterhin ist zu beachten, dass man für eine erfolgreiche Brennpunktbestimmung sehr intensives paralleles Licht benötigt und insofern möglichst Sonnenlicht nutzt. Auch Experimentierleuchten, an denen man parallele Lichtbündel gut einstellen kann, eignen sich. Die Genauigkeit der so bestimmten Brennweite ist für das Experiment ausreichend. Zusätzlich ist zu bedenken, dass die Hitzewirkung auch von der Linsenform abhängig ist. Vor der Durchführung mit den Lernenden sollte die Lehrkraft das Experiment einmal selbst durchgeführt haben.<sup>21</sup>

### Zusatzfrage: Wie verlaufen die Lichtstrahlen nach dem Brennpunkt weiter?

- Diese Seite des Protokolls sollte farbig zur Verfügung gestellt werden. Alternativ können die Lichtstrahlen von den Lernenden nach Verabredung farbig nachgezogen werden.
- Um eine Wissensbasis zu legen und die Folgeexperimente verstehen zu können, knüpft die Zusatzfrage an das Wissen zum Modell Lichtstrahl an, verdeutlicht den parallelen Verlauf des Sonnenlichts, seine Geradlinigkeit sowie die Lichtbrechung einer Sammellinse.<sup>22</sup> Den Lernenden wird bewusst, wie sich die Lichtstrahlen hinter einem Brennpunkt verhalten. Zur Verdeutlichung könnte dies zusätzlich mithilfe von mindestens drei LED-Farbstrahlern und einer Sammellinse beobachtbar gemacht werden.



Hiermit wird ein Verständnis für das Phänomen der Umkehrung der Bilder und das gleichzeitige Seitenvertauschen angebahnt, ohne es explizit zu thematisieren.

<sup>20</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 8: Auf ein Wort – Experimente: Sicherheit geht vor

<sup>21</sup> Siehe auch Teil 2, Experiment 4: Wirkung von Wärmestrahlung

<sup>22</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 4: Modelle und Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht

## Protokoll: Eigenschaften von Bildern durch Sammellinsen

### Frage 1: Welche Bildeigenschaften lassen sich mit einer Sammellinse entdecken?

- Dieser Teil des Experiments verläuft phänomenorientiert und nutzt das große Überraschungsmoment, dass eine Lupe nicht nur vergrößert, sondern Dinge auch umgekehrt und seitenvertauscht darstellen kann.
- Im Sinne der Ziele des forschenden Lernens bietet es sich besonders an, hier dem Erforschen dieses Lupenphänomens durch die Lernenden Raum zu geben.<sup>23</sup>
- Impulsfragen der Lehrkraft können Anregungen geben (um z. B. seitenrichtig – seitenvertauscht wahrzunehmen), sollten aber nicht das Handeln der Lernenden lenken.
- Für die Formulierungen der Beobachtungen wird zunächst bewusst auf die Vorgabe von Begriffen und eine Einengung auf bestimmte Erkenntnisse verzichtet, da das Experimentieren und Wahrnehmen frei erfolgen und nicht frühzeitig gelenkt werden sollen. Alle Schülerinnen und Schüler können hier mit ihren unterschiedlichen Herangehensweisen zu Entdeckerinnen und Entdeckern werden und zu vielfältigen Beobachtungen beitragen.
- Von der alltagssprachlichen Beobachtung wird in der Auswertung durch ein Scaffolding (Begriffszuordnung) die Begriffsbildung und die Nutzung von Fachsprache<sup>24</sup> im Blick auf die Bildeigenschaften an Sammellinsen unterstützt und systematisiert.

### Frage 2: Welchen Einfluss hat der Abstand einer Kerze zu einer Sammellinse auf die Größe ihres Bildes auf einem Bildschirm?

- Dieser Teil des Experiments betont und übt die strukturierte Vorgehensweise von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern. Die Lernenden wirken auf Versuchsbedingungen ein und verändern Variablen, beschreiben und werten entsprechende Beobachtungen aus.
- Für das Experiment eignet sich besonders gut eine rote Kerze, da im Bild neben der Flamme auch der obere Teil der Kerze gut sichtbar ist. Die Kerze kann mit Knete auf einer feuerfesten Unterlage befestigt werden. Dafür eignet sich zum Beispiel der Deckel eines Marmeladenglases. So ist die Kerze standsicher und lässt sich trotzdem leicht verschieben. Auch die Verwendung von Teelichtern und/oder deren Halterung ist möglich.
- Bei Verwendung einer Kerze müssen die Schülerinnen und Schüler Sicherheitsbestimmungen einhalten, z. B. werden lange Haare zum Zopf am Hinterkopf gebunden. Gegenstände dürfen nicht in die Flamme und der Kopf nicht über die Kerze gehalten werden.
- Die Sammellinse wird ebenfalls mithilfe einer Halterung oder Knete auf dem Tisch befestigt. Als Schirm eignet sich eine helle Pappe. Es ist darauf zu achten, dass sich Kerzenflamme und Linse ungefähr in gleicher Höhe über der Tischplatte befinden.
- Das Experiment gelingt auch bei moderater Verdunklung des Raumes. Ist die Verdunklungsmöglichkeit sehr eingeschränkt, können lichtschwächere Zeiten am Tag oder im Jahr gewählt werden.
- Sowohl für die Durchführung als auch die Auswertung des Kerzen-Experiments liegen jeweils zwei Varianten vor, die mit Blick auf die Lernenden beliebig miteinander kombiniert werden können.

---

<sup>23</sup> Siehe Teil 1, Kapitel 3: Naturwissenschaftlichen Unterricht forschend und vielfältig gestalten

<sup>24</sup> Siehe auch Teil 1, Kapitel 5: Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten

## HINWEISE FÜR ALTERNATIVEN UND WEITERE SCHWERPUNKTE SOWIE VERWEISE/LINKS

Schülerinnen und Schüler sind oft begeistert und fasziniert von dieser Thematik. Je nach Lerngruppe und Schwerpunktsetzung im Fach kann diese Motivation genutzt und gefördert werden. Im Folgenden werden weitere Aktivitäten aufgelistet, die sich in das Unterrichtsgeschehen integrieren lassen und das Verständnis fördern und vertiefen können.

- Schattenbilder zeichnen: Abstand von Lichtquelle – Gegenstand und Gegenstand – Schirm verändern (Bezug: Modell Lichtstrahl)
- Lochkamera/Camera obscura: Um den Lernenden die Funktion des Bündelungspunkts von Lichtstrahlen anschaulich zu machen, bietet es sich an, gemeinsam eine Lochkamera zu bauen. So können die Lernenden die Eigenschaften der Abbilder – umgekehrt und seitenverkehrt – sehen. Zudem bedarf die Version mit einer Küchenrolle, Transparentpapier und Alufolie nicht sehr starken Lichts, um das Phänomen sichtbar zu machen.
- Virtuelle Bilder können von der Lehrkraft im Anschluss an das Experiment gesondert angesprochen werden, um die Erörterung der Bildentstehung an Sammellinsen abzurunden.

### Materialien und Links

Lochkamera und Camera obscura:

Sendung mit der Maus: <https://www.youtube.com/watch?v=uhsS-Z7QDZU>

Löwenzahn: <https://www.zdf.de/kinder/loewenzahn/camera-obscura-104.html>

Planet Schule: <https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=lochkamera>

Blinde Kuh: <https://www.blinde-kuh.de/bksearch.cgi?smart=0&query=Lochkamera>

Virtuelle Bilder:

<https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=7112>

<https://www.veoh.com/watch/v503711766GkWzDKP>

Handreichungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht:

Helleum: <https://www.helleum-berlin.de/home/service/downloads>

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

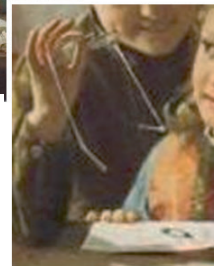
### Protokoll: Die Brennweite einer Sammellinse bestimmen

Nadia und Arthur haben eine Geschichte gelesen, in der jemand ohne ein Streichholz, aber mithilfe einer Lupe ein Feuer entfacht hat. Jetzt erkunden sie mehrere Lupen. Dabei lassen sie Sonnenlicht durch die Lupen fallen und halten Papier darunter. Sie sehen einen Lichtfleck auf dem Papier und bewegen die Lupen auf- und abwärts. Dabei sehen sie, dass sich die Größe und die Helligkeit des Lichtflecks verändern. Sie behalten den Abstand zum Papier in dem Moment bei, in dem nur ein kleiner sehr heller Punkt auf dem Blatt zu sehen ist. Nach einer Weile entdecken sie verwundert genau an dieser Stelle einen braunen Fleck auf dem Papier.



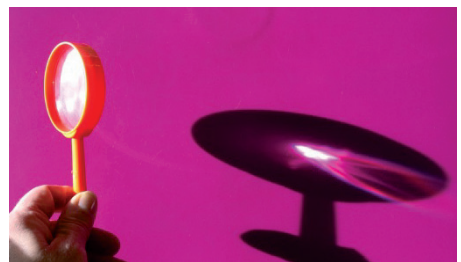
Auf diesem historischen Bild experimentieren ein Mädchen und ein Junge mit der Sammellinse einer Brille und einem Blatt Papier.

Das Brennglas (1881) von Franz Thöne



#### Infobox:

Eine **Sammellinse** ist ein lichtdurchlässiger Körper aus Glas oder Kunststoff, der nach außen gewölbt ist. Ihr kennt sie als Lupe. Früher nannte man diese auch Brennglas. Sammellinsen können unterschiedlich dick sein. Trifft Licht auf eine Sammellinse, wird es beim Eintritt gebrochen und dahinter in einem bestimmten Punkt gebündelt bzw. gesammelt. Bei dieser Lichtbündelung kann es zu hohen Temperaturen kommen, daher nennt man diesen Bündelungspunkt **Brennpunkt**. Den Abstand von der Linse zum Brennpunkt nennt man **Brennweite  $f$** .



#### FRAGE:

Haben alle Sammellinsen die gleiche Brennweite  $f$ ? Begründe.

#### VERMUTUNG:

---

---

---

### MATERIALIEN:

- 3 Sammellinsen (Lupen)
- weißes Blatt Papier
- feuerfeste Unterlage
- starkes Sonnenlicht, alternativ Experimentierleuchte/Baustrahler
- Maßband oder Zollstock

### DURCHFÜHRUNG:

1. Lege das weiße Blatt Papier auf eine feuerfeste Unterlage.
2. Halte die erste Sammellinse so ins Licht, dass auf dem Blatt Papier ein Lichtfleck sichtbar wird.
3. Bewege nun die Sammellinse langsam auf und ab, sodass sich die Größe und Helligkeit des Lichtflecks verändern.
4. Stoppe, wenn auf dem Blatt ein sehr kleiner, gleißend heller Lichtfleck zu sehen ist.



- Vorsicht, denn an dieser Stelle kann das Papier versengt werden.*
5. Miss die Entfernung zwischen der Sammellinse und der Unterlage. Das ist die Brennweite  $f$  der Linse.
  6. Wiederhole das Experiment mit den übrigen Linsen.

### Messergebnisse:

Brennweite  $f$  Sammellinse 1: \_\_\_\_\_ cm

Brennweite  $f$  Sammellinse 2: \_\_\_\_\_ cm

Brennweite  $f$  Sammellinse 3: \_\_\_\_\_ cm

### AUSWERTUNG:

1. Fasse deine Messergebnisse zur Brennweite  $f$  zusammen. Beende dazu folgenden Satz:

Alle Sammellinsen haben \_\_\_\_\_.

2. Erkläre die Ergebnisse. Nutze dazu auch den Text in der Infobox.

---

---

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---

**ZUSATZFRAGE:**

Wie verlaufen die Lichtstrahlen nach dem Brennpunkt weiter?

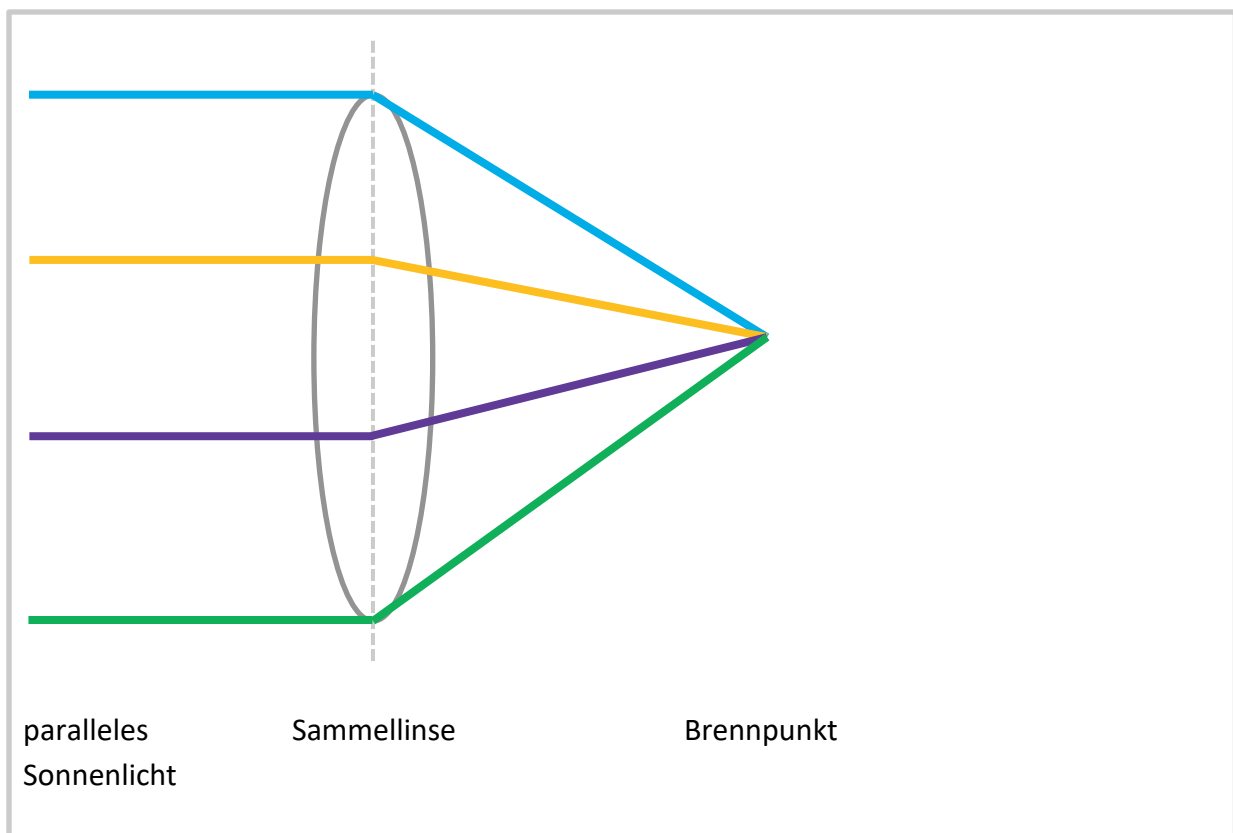
**MATERIALIEN:**

- Buntstifte (blau, orange, lila, grün)
- Lineal

**AUFGABE:**

Zeichne die Lichtstrahlen hinter dem Brennpunkt weiter.

Nutze dein Vorwissen über das Modell Lichtstrahl.



**AUSWERTUNG:**

Die Lichtstrahlen laufen nach dem Brennpunkt \_\_\_\_\_ weiter.





**AUSWERTUNG:**

Welche Bilder kann man durch die Lupe sehen? Ordne die Eigenschaften richtig zu:

verkleinert – vergrößert

seitenrichtig – seitenvertauscht

aufrecht – umgekehrt

kein scharfes Bild



- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**FRAGE 2:**

Welchen Einfluss hat der Abstand einer Kerze zu einer Sammellinse auf die *Größe* ihres Bildes auf einem Bildschirm?

**VERMUTUNG:**

---

---

---

**MATERIALIEN:**

- eine rote Kerze
- feuerfeste Unterlage
- Knete
- eine Sammellinse mit Halterung, Brennweite  $f$  der Sammellinse: \_\_\_\_\_ cm
- ein Bildschirm, z. B. eine weiße Pappe
- ein langes Lineal, ca. 50 cm

### DURCHFÜHRUNG: Variante 1

1. Baue den Versuch auf. Nutze die Abbildung.
2. Stelle die Kerze nun so weit von der Linse weg, dass du auf dem Schirm ein stark verkleinertes Bild von ihr siehst. Miss und notiere diesen ersten Abstand als Anfangswert in der Tabelle.
3. Schiebe die Kerze nun in 5-cm-Abständen an die Sammellinse heran.
4. Vergleiche jedes Mal die Größe der Kerzenflamme mit der Größe ihres Bildes.
5. Trage jeweils den Abstand und die Eigenschaft der Bildgröße in der Tabelle ein.



### BEOBACHTUNG:

Brennweite  $f$  der Sammellinse: \_\_\_\_\_ cm

### Messwerte:

Abstand der Kerze zur Sammellinse in cm	Größe des Bildes auf dem Schirm: verkleinert / gleich groß / vergrößert
Anfangswert:	verkleinert

**DURCHFÜHRUNG: Variante 2**

1. Baue den Versuch auf. Nutze die Abbildung.
2. Erzeuge auf dem Bildschirm möglichst kleine und möglichst große Bilder der Kerze, indem du die Kerze näher an die Linse oder weiter von der Sammellinse weg bewegst.
3. Ermittle, wie weit die Kerze genau von der Linse entfernt sein muss, damit die Bilder *vergrößert* sind.
4. Ermittle, wie weit die Kerze von der Linse entfernt sein muss, damit die Bilder *verkleinert* sind.
5. Untersuche, ob für jeden Abstand der Kerze von der Sammellinse ein Bild auf dem Schirm aufgefangen werden kann. Notiere dein Ergebnis unter Bemerkung.
6. *Zusatzaufgabe:* Kannst du Kerze, Sammellinse und Bildschirm so anordnen, dass das Bild der Kerzenflamme möglichst *gleich groß* ist wie die Kerzenflamme selbst? Bestimme für diesen Fall ebenfalls den Abstand zwischen Kerze und Linse.



**BEOBACHTUNG:**

Brennweite  $f$  der Sammellinse: \_\_\_\_\_ cm

**Messwerte:**

Das Bild der Kerze ist ...	Abstand der Kerze von der Sammellinse in cm
vergrößert	
verkleinert	
<i>Zusatzaufgabe:</i> gleich groß	

**Bemerkung:**

---



---



---

### AUSWERTUNG: Variante 1

1. Fasse deine Ergebnisse zusammen. Wie verändert sich die Größe des Kerzenbildes auf dem Schirm, wenn der Abstand Kerze – Sammellinse verändert wird?

Setze die Messwerte ein und verbinde sie mit der passenden Antwort.

Wenn die Kerze \_\_\_\_\_ cm  
entfernt ist, ...

... dann wird das Kerzenbild  
**vergrößert**.

Wenn die Kerze \_\_\_\_\_ cm  
entfernt ist, ...

... dann wird das Kerzenbild  
**verkleinert**.

2. Verallgemeinere. Verbinde die richtigen Antworten.

Wenn die Kerze **weiter** entfernt ist als  
die **doppelte Brennweite** meiner  
Sammellinse, ...

... dann wird das Kerzenbild  
**vergrößert**.

Wenn die Kerze **näher** an der Sammel-  
linse ist als ihre **doppelte Brennweite**,  
...

... dann ist das Kerzenbild **genauso  
groß** wie die Kerze selbst.

Wenn die Kerze **genauso** weit entfernt  
ist wie die **doppelte Brennweite**, ...

... dann wird das Kerzenbild  
**verkleinert**.

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---

---

---

**AUSWERTUNG: Variante 2**

1. Fasse deine Ergebnisse zusammen. Wie verändert sich die Größe des Kerzenbildes auf dem Schirm, wenn der Abstand Kerze – Sammellinse verändert wird?

Ergänze die Messwerte und setze richtig ein:

verkleinert – vergrößert

Wenn die Kerze \_\_\_\_\_ **cm** entfernt ist, dann wird das Kerzenbild \_\_\_\_\_ .

Wenn die Kerze \_\_\_\_\_ **cm** entfernt ist, dann wird das Kerzenbild \_\_\_\_\_ .

2. Vergleiche die Brennweite  $f$  der Sammellinse mit deinen Messergebnissen. Verallgemeinere und vervollständige die Sätze.

Es entsteht ein **verkleinertes** Bild, wenn

---

---

Es entsteht ein **vergrößertes** Bild, wenn

---

---

Es entstehen **gleich große** Bilder, wenn

---

---

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

---

---

## LÖSUNGSVORSCHLAG: DIE BRENNWEITE EINER SAMMELLINSE BESTIMMEN

Nadia und Arthur haben eine Geschichte gelesen, in der jemand ohne ein Streichholz, aber mithilfe einer Lupe ein Feuer entfacht hat ...

### FRAGE:

Haben alle Sammellinsen die gleiche Brennweite  $f$ ? Begründe.

### VERMUTUNG:

Ja, alle Sammellinsen haben die gleiche Brennweite, weil sie alle in der Mitte dick sind.

Oder

Nein, jede Sammellinse hat eine andere Brennweite, da sie unterschiedlich dick sind.

### Messergebnisse: exemplarisch

Brennweite  $f$  Sammellinse 1: 10 cm

Brennweite  $f$  Sammellinse 2: 15 cm

Brennweite  $f$  Sammellinse 3: 20 cm

### AUSWERTUNG:

1. Fasse deine Messergebnisse zur Brennweite  $f$  zusammen. Beende dazu folgenden Satz:

Alle Sammellinsen haben **eine unterschiedliche Brennweite**.

2. Erkläre die Ergebnisse. Nutze dazu auch den Text in der Infobox.

**Eine unterschiedliche Wölbung der Sammellinse führt zu einer unterschiedlichen Brennweite  $f$ .**

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

**Meine Vermutung war richtig. Die Wölbung einer Sammellinse hat Einfluss auf ihren Brennpunkt und deshalb können verschiedene Sammellinsen einen unterschiedlichen Brennpunkt haben.**

Oder

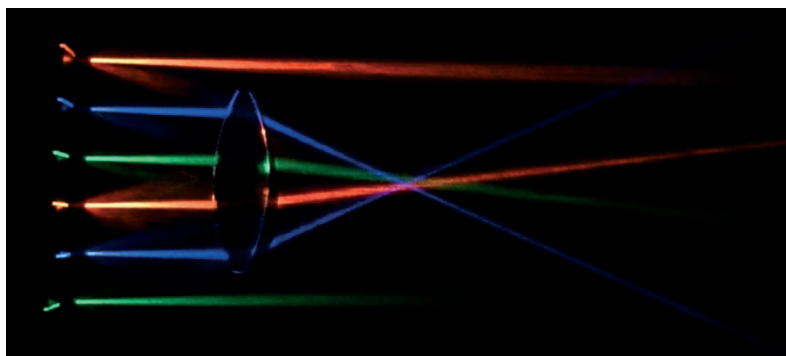
**Meine Vermutung war falsch. Ich habe die unterschiedliche Wölbung/Dicke der Sammellinse nicht beachtet.**

### ZUSATZFRAGE:

Wie verlaufen die Lichtstrahlen nach dem Brennpunkt weiter?

### AUSWERTUNG:

Die Lichtstrahlen laufen nach dem Brennpunkt **geradlinig/gerade** weiter.





## LÖSUNGSVORSCHLAG: EIGENSCHAFTEN VON BILDERN DURCH SAMMELLINSEN

Nadia und Arthur spielen mit ihren Lupen Detektiv ...

### FRAGE 1:

Welche Bildeigenschaften lassen sich mit einer Sammellinse entdecken?  
Nimm eine Lupe und experimentiere selbst.

### BEOBSACHTUNG:

Was kannst du alles beim Experimentieren entdecken?  
Schreibe alle deine Beobachtungen auf.

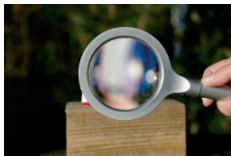
- man kann Dinge vergrößert sehen
- man kann Dinge gleich groß sehen
- man kann Dinge auf dem Kopf sehen
- man kann Dinge auf dem Kopf vergrößert sehen
- man kann Dinge auf dem Kopf verkleinert sehen
- man kann Dinge seitenvertauscht sehen
- man kann Dinge gar nicht gut sehen, sie sind verschwommen / völlig unscharf

### AUSWERTUNG:

Welche Bilder kann man durch die Lupe sehen? Ordne die Eigenschaften richtig zu:



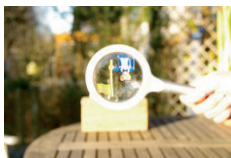
- vergrößert
- aufrecht
- seitenrichtig



- kein scharfes Bild



- vergrößert
- umgekehrt
- seitenvertauscht



- verkleinert
- umgekehrt
- seitenvertauscht

### FRAGE 2:

Welchen Einfluss hat der Abstand einer Kerze zu einer Sammellinse auf die *Größe* ihres Bildes auf einem Bildschirm?

### VERMUTUNG:

Die Größe des Bildes auf dem Schirm bleibt immer gleich.

Oder

Die Größe des Bildes verändert sich. Es wird kleiner oder größer.

**BEOBACHTUNG: Variante 1**Brennweite  $f$  der Sammellinse: 10 cm, exemplarisch**Messwerte:**

Abstand der Kerze zur Sammellinse in cm	Größe des Bildes auf dem Schirm: verkleinert / gleich groß / vergrößert
Anfangswert: 60 cm	verkleinert
55 cm	verkleinert
50 cm	verkleinert
45 cm	verkleinert
40 cm	verkleinert
35 cm	verkleinert
30 cm	verkleinert
25 cm	verkleinert
20 cm	gleich groß
15 cm	vergrößert
10 cm	kein Bild
5 cm	kein Bild

**BEOBACHTUNG: Variante 2**Brennweite  $f$  der Sammellinse: 10 cm, exemplarisch**Messwerte:**

Das Bild der Kerze ist ...	Abstand der Kerze von der Sammellinse in cm
verkleinert	mehr als 20 cm
vergrößert	weniger als 20 cm
<i>Zusatzaufgaben:</i> gleich groß	genau 20 cm

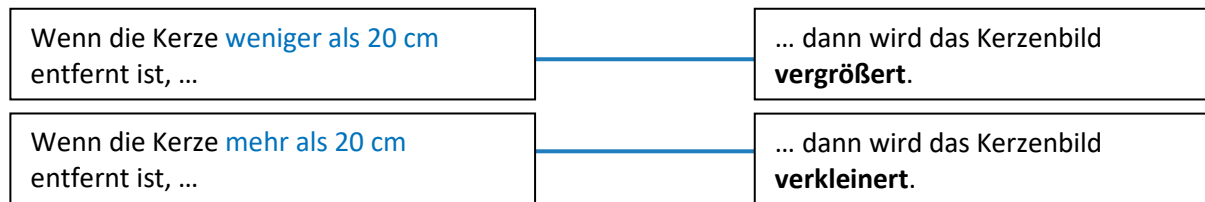
**Bemerkung:**

Steht die Kerze 10 cm und näher an der Sammellinse, kann man ihr Bild auf dem Schirm nicht mehr scharf erkennen.

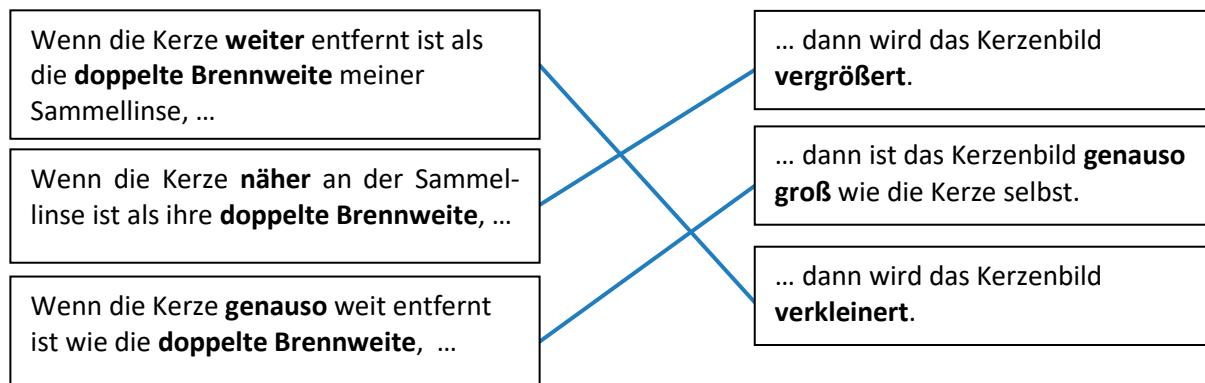
### AUSWERTUNG: Variante 1

1. Fasse deine Ergebnisse zusammen. Wie verändert sich die Größe des Kerzenbildes auf dem Schirm, wenn der Abstand Kerze – Sammellinse verändert wird?

Setze die Messwerte ein und verbinde mit der passenden Antwort.



2. Verallgemeinere. Verbinde die richtigen Antworten.



3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

Meine Vermutung war richtig. Die Größe des Bildes verändert sich. Es wird kleiner oder größer.

Oder

Meine Vermutung war falsch. Die Größe des Bildes verändert sich. Es wird kleiner oder größer.

### AUSWERTUNG: Variante 2

1. Fasse deine Ergebnisse zusammen. Wie verändert sich die Größe des Kerzenbildes auf dem Schirm, wenn der Abstand Kerze – Sammellinse verändert wird?

Ergänze die Messwerte und setze richtig ein.

Wenn die Kerze **weniger als 20 cm** entfernt ist, dann wird das Kerzenbild **vergrößert**.

Wenn die Kerze **mehr als 20 cm** entfernt ist, dann wird das Kerzenbild **verkleinert**.

2. Vergleiche die Brennweite  $f$  der Sammellinse mit deinen Messergebnissen.

Verallgemeinere und vervollständige die Sätze.

Es entsteht ein **verkleinertes** Bild, wenn **die Kerze weiter entfernt ist als die doppelte Brennweite** meiner Sammellinse.

Es entsteht ein **vergrößertes** Bild, wenn **die Kerze näher an der Sammellinse ist als ihre doppelte Brennweite**.

Es entstehen **gleich große** Bilder, wenn **die Kerze genauso weit entfernt ist wie die doppelte Brennweite** meiner Sammellinse.

3. Vergleiche deine Vermutung mit den Ergebnissen. Was stellst du fest?

Meine Vermutung war richtig. Die Größe des Bildes verändert sich. Es wird kleiner oder größer.

Oder

Meine Vermutung war falsch. Die Größe des Bildes verändert sich. Es wird kleiner oder größer.

## BILD- UND TEXTNACHWEISE, TEIL 2

- S. 12 Experiment 1: Abbildung, Theorie-Dreiecke, SenBJF, LISUM
- S. 15 Experiment 1: Abbildung, Wahrnehmung, Wasserbehälter, DESY
- S. 25 Experiment 2: Foto, Messen, Lastenträger in Nepal. Zugriff im Dezember 2018.  
Verfügbar unter: <https://pixabay.com/en/head-support-bear-last-nepal-242481>
- S. 26 Experiment 2: Foto, Steine, Beispielauswertung, DESY
- S. 27 Experiment 2: Foto, Avocado. Verfügbar unter:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Avocado.jpeg>
- S. 32 Experiment 3: Fotos, Papierchromatografie-Filter, DESY
- S. 33 Experiment 4: Text, Fachbegriffe „Reflexion und Absorption“,  
© Geografisches Institut, Hrsg. Reflexion und Absorption [online]. Bochum: Universität.  
Zugriff am 13.12.2018. Verfügbar unter: <http://www.fis.uni-bonn.de/recherchetools/infobox/profis/was-ist-fernerkundung/reflexion-und-absorption>
- S. 34 Experiment 4: Foto, Sonnenkollektoren, Birgit Wenzel, LISUM
- S. 35 Experiment 4: Foto, Rotlichtlampe aus, DESY
- S. 35 Experiment 4: Foto, Rotlichtlampe an, DESY
- S. 44 Experiment 5: Fotos, Kartonlabyrinth mit Lichtöffnung unten, Doreen Herrmann, LISUM
- S. 46 Experiment 5: Zeichnung, Kartoffel, Knolle, Pflanze, Ilona Siehr, LISUM
- S. 47 Experiment 5: Zeichnung, Kartonlabyrinth, DESY
- S. 53 Experiment 5: Fotos, Kartonlabyrinth, DESY
- S. 55 Experiment 6: Abbildung, Weg-Zeit-Diagramm gleichförmige Bewegung, DESY
- S. 56 Experiment 6: Abbildung, Weg-Zeit-Diagramm Luftblase, DESY
- S. 59 f Experiment 6: Abbildung, Versuchsaufbau/Durchführung-Luftblase, DESY
- S. 61 Experiment 6: Abbildung, Millimeterpapier,  
Bobarino, 2006. Mathematisches Papier, cc by sa 3.0. Verfügbar unter:  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Mathematisches\\_Papier#/media/File:Graph-paper.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Mathematisches_Papier#/media/File:Graph-paper.svg)
- S. 62 Experiment 6: Zeichnung, handschriftliches Diagramm, DESY
- S. 65 f Experiment 7: Gefährdungsbeurteilung, Nachweis von Stärke in Lebensmitteln, SenBJF
- S. 70/74 Experiment 8: Abbildung, Prüfschaltung, Ilona Siehr, LISUM
- S. 70 Experiment 8: Abbildung, Stromkreis, DESY
- S. 77 Experiment 9: Abbildung, Linse, Brennweite, DESY
- S. 78 Experiment 9: Abbildung, Linse, Strahlenarten, DESY
- S. 79 Experiment 9: Abbildung, Linse, reelle Bilder, DESY
- S. 80 Experiment 9: Abbildung, Linse, virtuelle Bilder, DESY
- S. 81 Experiment 9: Foto, Strahlen durch Sammellinse, Doreen Herrmann, LISUM
- S. 84 Experiment 9: Zeichnung, Brille als Linse. Verfügbar unter:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brennglas\\_1881.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brennglas_1881.jpg)
- S. 84 Experiment 9: Foto, Sammellinse, Doreen Herrmann, LISUM
- S. 84 Experiment 9: Foto, Brennpunkt einer Lupe, Doreen Herrmann, LISUM
- S. 85 Experiment 9: Zeichnung, Lupe als Brennglas, © Sailer-Verlag. Feuer machen ohne  
Streichholz. Verfügbar unter: <https://www.schule-und-familie.de/experimente/sonstige-experimente/feuer-machen-ohne-streichholz.html>

- S. 86 Experiment 9: Zeichnung, Paralleles Licht an einer Sammellinse, Doreen Herrmann, LISUM
- S. 88/95 Experiment 9: Foto, Bilder an Sammellinsen 1, Birgit Wenzel, LISUM
- S. 88/95 Experiment 9: Foto, Bilder an Sammellinsen 2, Birgit Wenzel, LISUM
- S. 88/95 Experiment 9: Foto, Bilder an Sammellinsen 3, Birgit Wenzel, LISUM
- S. 88/95 Experiment 9: Foto, Bilder an Sammellinsen 4, Birgit Wenzel, LISUM
- S. 90/91 Experiment 9: Foto, Kerze und ihr Bild an einer Sammellinse, DESY
- S. 94 Experiment 9: Foto, Brennpunkt mit LED-Leuchten, Doreen Herrmann, LISUM

## AUTORENVERZEICHNIS, TEIL 2

**Ralf Böhlemann**, Studienrat, arbeitet am Theodor-Fontane-Gymnasium in Strausberg und als hinzugezogene Lehrkraft im LISUM Berlin-Brandenburg.

**Doreen Herrmann**, Lehrerin an Sonderschulen in Berlin für die Förderschwerpunkte Sprache und Lernen, abgeordnete Lehrkraft am Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg in den Bereichen Gesellschafts- und Naturwissenschaften 5/6 und Mathematik.

**Dr. Pia K. Schmidt** hat Chemie studiert und in Physikalischer Chemie promoviert. Sie sammelte Erfahrungen am Science Center Phänomenta in Flensburg, entwickelte Angebote für das Schülerlabor LiseLab und bietet dort Experimentierworkshops für Lehrkräfte an. Sie arbeitete als abgeordnete Lehrkraft am LISUM für das Fach Naturwissenschaften 5/6. An der Lise-Meitner-Schule, Oberstufenzentrum für Naturwissenschaften, unterrichtet sie die Fächer Chemie, Physik, Physikalische Chemie und Analytik.

**Dr. Ilona Siehr**, Studienrätin für Chemie und Biologie. Sie war bis 2009 Lehrerin am Gymnasium und Fachberaterin Chemie. Gegenwärtig ist sie Referentin für Naturwissenschaften am LISUM Berlin-Brandenburg.

**Markus Viehweger**, Studienrat für Biologie und Deutsch. Er arbeitet an der Pustebblume-Grundschule in Berlin, am Kinderforscherzentrum Helleum und als abgeordnete Lehrkraft am LISUM für das Fach Naturwissenschaften 5/6.

**Dr. Birgit Wenzel**, Referatsleiterin im Referat 31 „Grundschule / Sonderpädagogische Förderung“ und Referentin für Sachunterricht, Gesellschafts- und Naturwissenschaften 5/6 am Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg, Tätigkeiten als Lehrerin, Fachseminarleiterin und in der Fachdidaktik Geschichte an verschiedenen Universitäten.

