



Primarstufe

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

Berufliche Bildung

Unterrichtskonzepte und Fortbildungsangebote

# Sachunterricht, Physik, Biologie und Chemie

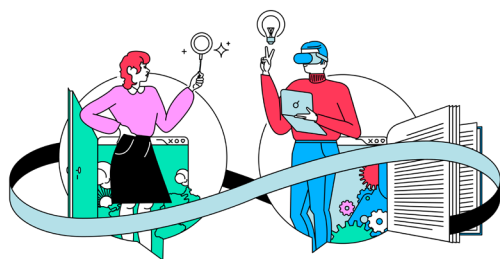
# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>Über den Kompetenzverbund</b>	<b>3</b>
Beteiligte Projektverbünde	4
<b>Unterrichtskonzepte und Fortbildungsangebote</b>	<b>5</b>
Erneuerbare Energien mit dem Schwerpunkt „Windkraftenergie“ digital gestützt erarbeiten, dokumentieren und präsentieren	5
Den Wasserkreislauf erkunden – Wie Grundschul- lehrkräfte mithilfe digitaler Lernumgebungen und Hands-on Experimenten Kinder begeistern	9
Luft und Luftwiderstand – Forschen mit Hands-on-Experimenten und MuxBooks	13
Einsatz eines Experimentiervideos als Tutorial zur experimentellen Überprüfung des Hooke’schen Gesetz	17
Dem Sehsinn auf der Spur – Digital Experimentieren	21
Eigenschaften von Salzen mit digitalen Medien forschend entdecken	25
Digitalgestützt und problembasiert Farbigkeit verstehen und kommunizieren – Organische Moleküle und Molekülstruktur interaktiv erkunden	29
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>33</b>
<b>Impressum</b>	<b>35</b>

# Über den Kompetenzverbund

Der Kompetenzverbund lernen:digital gestaltet den Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis für die digitale Transformation von Schule und Lehrkräftebildung. Vier Kompetenzzentren bündeln in den Bereichen MINT, Sprachen/Gesellschaft/Wirtschaft, Musik/Kunst/Sport und Schulentwicklung die Expertise aus rund 200 länderübergreifenden Forschungs- und Entwicklungsprojekten. In den Projekten entstehen evidenzbasierte Fort- und Weiterbildungen, Materialien sowie Konzepte für die Schul- und Unterrichtsentwicklung in einer Kultur der Digitalität. Eine Transferstelle macht die Ergebnisse für Lehrkräfte sichtbar, fördert die ko-konstruktive Weiterentwicklung mit der Praxis und unterstützt den bundesweiten Transfer in die Lehrkräftebildung.

Die Broschüren des Kompetenzverbunds bieten mithilfe von Informationstexten und Unterrichtsentwürfen einen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien, Werkzeugen und Methoden im Fachunterricht. Zudem wird über bestehende Fortbildungsangebote informiert, in denen interessierte Leser:innen ihr Wissen vertiefen und anwenden können.



- Fachbezogene Unterrichtsentwürfe
- Adaptierbare Unterrichtsverlaufspläne
- Anpassbare Unterrichtsmaterialien
- Relevante Fortbildungsangebote
- Literaturangaben zum Weiterlesen

Die Broschüren richten sich an Lehrkräfte, Lehramtsstudierende, Referendar:innen und Verantwortliche der Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften. Durch die Materialien sollen Lehrkräfte inspiriert werden, ihren Fachunterricht durch die reflektierte Einbindung von digitalen Instrumenten zu bereichern und sich fortzubilden. Auf diese Weise sollen die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften und somit auch die der Schüler:innen gefördert werden. Bei der Umsetzung gilt es, die schul- und bundeslandspezifischen Vorgaben zu beachten.

Mit unseren Inhalten möchten wir ein ansprechendes, praxisorientiertes und adaptives Angebot schaffen.

**Wir freuen uns über Feedback zur Aufbereitung und Themenwahl:  
Umfrage zur Broschüre Sachunterricht, Physik, Biologie und Chemie**



**Sie möchten gerne weitere Informationen zum Kompetenzverbund lernen:digital?  
Besuchen Sie unsere Webseite!**

## Beteiligte Projektverbände

### MINT-ProNeD



In einem Verbund aus zwölf Hochschulen und Forschungseinrichtungen legt MINT-ProNeD den Schwerpunkt auf die Professionalisierung von Lehrkräften für die Gestaltung digital gestützten adaptiven MINT-Unterrichts zur Förderung von prozessorientierten Kompetenzen bei Schüler:innen. Hierzu wird ein integratives Gesamtkonzept für die MINT-Lehrkräftebildung in Form von drei interdisziplinären und phasenübergreifenden Netzwerken etabliert und umgesetzt (Fort- und Weiterbildungen, Unterrichtsentwicklung und -beratung, Future Innovation Hub).

### ViFoNet



Der Verbund aus sechs Universitäten zielt auf die forschungsbasierte Erstellung, Durchführung, Evaluation und Verbreitung videobasierter Fortbildungskonzepte und -module zum digital gestützten Unterrichten in den beteiligten Fächern. Dabei baut das Verbundprojekt auf einem etablierten Netzwerk professionell gestalteter Videoportale auf, die sich zum Meta-Videoportal zusammengeschlossen haben. Der Verbund baut das Meta-Videoportal zu einer bundesweiten Transfer- und Disseminationsplattform für die entwickelten videobasierten Fortbildungsmodule und deren Transfer in die Lehrkräftefortbildung aus.

### DigiProMIN



In einem Verbund aus neun Universitäten und Forschungseinrichtungen entwickelt DigiProMIN forschungsbasierte modulare Fort- und Weiterbildungen für Lehrkräfte. Hierbei liegt der Fokus auf der digitalisierungsbezogenen und digital gestützten Professionalisierung von Lehrkräften für einen zukunftsorientierten Unterricht in den Fächern Mathematik, Informatik und den Naturwissenschaften. Diese richten sich an Lehrkräfte aller Stufen und Schulformen. Das Projekt umfasst die Konzeption entsprechender Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für die genannten Unterrichtsfächer und fächerübergreifende Lehr-Lern-Ansätze für die Entwicklung eines kohärenten Unterrichtsangebots. Darüber hinaus wird die Entwicklung und Implementation digitaler Medien in der Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften unter Verwendung von Virtual Reality, Simulationen und Online-Plattformen untersucht.

### LFB-Labs-digital



Im Projektverbund aus acht Hochschulen werden Schüler:innenlabore als Orte der Lehrkräftebildung erschlossen und ausgebaut, um Implementierungsvoraussetzungen gelingender Fort- und Weiterbildungen in der digitalen Welt im MINT-Bereich zu erforschen. Schüler:innenlabore haben sich als enorm förderlich für die Motivation und das Interesse an MINT-Themen und einschlägige Arbeitsweisen herausgestellt. Darüber hinaus konnten sie sich den Herausforderungen der digitalen Transformation schneller und produktiver als die formalen Bildungsorte stellen. Im Rahmen des Verbundprojekts werden Schüler:innenlabore zu digitalen Fortbildungslaboren ausgebaut und die Frage nach den Voraussetzungen für erfolgreiche Fortbildungen in der digitalen Welt im MINT-Bereich in einem Design-Based Research-Ansatz untersucht. Die daraus resultierenden, wissenschaftlich begleiteten Good-Practice-Beispiele werden Grundlage der Entwicklung eines „Referenzrahmens LFB-Labs-digital“.

# Unterrichtskonzepte und Fortbildungsangebote

Sachunterricht

Primarstufe

Klassenstufen 3-4

EIN ANGEBOT DES PROJEKTVERBUNDS LFB-LABS-DIGITAL

## Erneuerbare Energien mit dem Schwerpunkt „Windkraftenergie“ digital gestützt erarbeiten, dokumentieren und präsentieren

### Hintergrund und Relevanz

Das Thema „Wind und Windenergie“ ist von zentraler Bedeutung für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Grundschule. Eine intensive Auseinandersetzung mit diesem Thema lässt sich eng mit den Zielen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) verknüpfen. Indem Schüler:innen ein grundlegendes Verständnis für nachhaltige Energien und deren Bedeutung für die Umwelt entwickeln, erlernen sie auch „einen verantwortungsbewussten Umgang mit der Lebenswelt, Lebewesen und Ressourcen“ (Ministerium für Schule und Bildung Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 28).

Um ein nachhaltiges und umfassendes Lernen zu ermöglichen, kann eine Anreicherung des Unterrichts mit digitalen Medien lohnenswert sein. Da Kinder in einer zunehmend digitalisierten Welt aufwachsen, ist eine frühe Medienbildung in der Grundschule unverzichtbar. Der Einsatz digitaler Lehr- und Lernressourcen kann den Unterricht bereichern und Lernprozesse optimieren. Daher nimmt die Medienbildung auch bei der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften eine entscheidende Rolle ein, damit ein didaktisch sinnvoller und unterstützender Einsatz dieser Mittel ermöglicht wird (Kultusministerkonferenz, 2016).

Der Unterricht zu „Wind & Windenergie“ wurde im Rahmen der von der Müller-Reitz-Stiftung geförderten Projekte zu „Inklusion und Sprachbildung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht“ (Leitung: Prof. Dr. Eva Blumberg, Wissenschaftliche Mitarbeiterin: Dr. Theresa Mester, Universität Paderborn) entwickelt und evaluiert (Blumberg & Mester, 2017a, 2017b, 2017c).

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 **Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren** (Kultusministerkonferenz, 2016): Es werden Anwendungen wie FLINGA verwendet, um Informationen zusammenzutragen, zu organisieren und zu strukturieren.
- 2 **Produzieren und Präsentieren** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen entwickeln und präsentieren mit Tools wie Stop Motion Studio eigene digitale Produkte zur Herstellung von Windrädern.

### Vorwissen der Schüler:innen

- 1 Zwingend ist kein spezifisches Vorwissen erforderlich, da sowohl die digitalisierungs- als auch die fachbezogenen Kompetenzen schrittweise und gezielt während der Unterrichtseinheit erarbeitet werden. Dennoch wäre es vorteilhaft, wenn die Schüler:innen bereits Vorkenntnisse zum Thema „Strom“ und „Eigenschaften der Luft“ sowie basale Kompetenzen zur Tabletbedienung (z. B. Starten und Schließen von Programmen) mitbringen, sodass neue digitale Werkzeuge mit viel Freude und ohne Frustration erprobt werden können.

Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material/ Medien	Lernziel
90‘	<b>Strom, Energie und Erneuerbare Energien</b> Rund um Energie! <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrnehmung von Energie am eigenen Körper und im Alltag</li> <li>• Umwandlung und Nutzen von Energie und Strom</li> <li>• Energiequellen</li> </ul>	Gruppenarbeit 5 Stationen	Tablet FLINGA Bildimpulse Versuchsmaterial Forscher:innenheft	SuS erarbeiten Grundlagen zu Formen und zur Umwandlung von Energie, indem sie u. a. Energie am eigenen Körper wahrnehmen.
90‘	<b>Wind und Energie – Wie passt das zusammen?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windkraft und -stärken</li> <li>• Entstehung von Wind</li> <li>• Windsack – Die Tüte im Wind</li> </ul>	Gruppenarbeit 5 Stationen	Tablet Flinga Interacty Material für Windsackbau Forscher:innenheft	SuS begreifen den Zusammenhang von Wind und Energie, indem sie Entstehung und Kraft von Wind erforschen.
90‘	<b>Wir bauen ein Windrad!</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandteile eines Windrads</li> <li>• Konstruktion und Präsentation eines eigenen Windrads</li> </ul>	Gruppenarbeit	Tablet Stop Motion Studio Material zum Windradbau Forscher:innenheft	SuS lernen die Teile eines Windrads und ihre Bedeutung kennen, indem sie ein eigenes Windrad konstruieren.
90‘	<b>Wie funktioniert ein Windrad?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktionsweise eines Windrads</li> <li>• Gummibärchenaufzug</li> <li>• Vom Wind zum Fernseher</li> </ul>	Gruppenarbeit 5 Stationen	Tablet Educaplay Pingo Gummibärchenaufzug Windradmodell Forscher:innenheft	SuS entwickeln ein Verständnis für die Funktionsweise von Windrädern, indem u. a. Versuche durchgeführt werden.
180‘	<b>Besuch des Schüler:innenlabors coolMint</b> zum Thema „Wind – Die Kraft bewegter Luft“	Gruppenarbeit	(wird gestellt)	-

Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan?  
Schreiben Sie gerne eine E-Mail.



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY 4.0 veröffentlicht – sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Prof. Dr. Eva Blumberg, Lena Luise Crummenerl, Dr. Katja Franzen, Annika Sieffert, Marie-Sophie Vüllers, Dr. Annkathrin Wenzel, entstanden im Projektverbund LFB-Labs-digital, lernen:digital Kompetenzzentrum MINT. Der Unterricht zu „Wind & Windenergie“ wurde im Rahmen des von der Müller-Reitz-Stiftung geförderten Projekts zu „Inklusion im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht“ (Leitung: Prof. Dr. Eva Blumberg, Wissenschaftliche Mitarbeiterin: Dr. Theresa Mester, Universität Paderborn) entwickelt und evaluiert.

Beispielhaftes Unterrichtsmaterial



## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildung:

### Einbindung digitaler Tools in den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht unter Berücksichtigung eines außerschulischen Lernortes

4,5 Stunden

Hybrid

Fortbildungsreihe mit Praxisphasen

**Zielgruppe:** (Angehende) Lehrkräfte mit dem Fach Sachunterricht; Grundschule, Förderschule

**Inhaltsschwerpunkte:** Die Fortbildung bietet eine umfassende Einführung in den Einsatz digitaler Medien im Sachunterricht. Die Teilnehmer:innen haben die Gelegenheit, ausgewählte Tools anhand der Unterrichtsreihe „Wind & Windenergie“ in praktischen Übungen kennenzulernen. Schritt für Schritt werden die Funktionen der verschiedenen digitalen Tools vorgestellt und erkundet, sowie gemeinsam deren Anwendungsmöglichkeiten für den Unterricht ausprobiert.

Die Fortbildung vermittelt nicht nur mehr Sicherheit im Umgang mit digitalen Medien, sondern liefert auch eine vollständige erprobte und evaluierte Unterrichtseinheit mit umfangreichem Material und kostenlosem Besuch im Paderborner Schüler:innenlabor coolMINT – eine wertvolle Anreicherung der Erprobung des digital gestützten Sachunterrichts mit der eigenen Lerngruppe. Es wird mit einer gemeinsamen (digital stattfindenden) Reflexionsrunde abgeschlossen, um Erfahrungen zu teilen und Anregungen für den zukünftigen Einsatz der erlernten Medien zu gewinnen.

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

- 1 DigCompEdu 1.3 Reflektierte Praxis** (Redecker, 2017): Lehrkräfte reflektieren ihre eigene digitale pädagogische Praxis selbstkritisch und entwickeln sie aktiv weiter.
- 2 DigCompEdu 2.1 Auswahl digitaler Ressourcen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte ermitteln geeignete digitale Medien unter Berücksichtigung von Lerngruppe, Lernziel und didaktischem Mehrwert.
- 3 DigCompEdu 3.1 Lehren** (Redecker, 2017): Lehrkräfte nehmen sich digitaler Werkzeuge bei der Unterrichtsplanung an, um Lehr-Lern-Prozesse zu optimieren.

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 Grundlegende Kenntnis mit digitalen Endgeräten:** Im Rahmen der Fortbildung sollen Lehrkräfte sukzessive an den sinnvollen unterstützenden Einsatz digitaler Medien im Sachunterricht herangeführt werden. Es werden keine spezifischen Kenntnisse seitens der Lehrkräfte vorausgesetzt, von allgemeinen Grundkenntnissen (z. B. Tabletbedienung) wird ausgegangen.

### Kontaktmöglichkeit

Lena Luise Crummenerl  
Universität Paderborn  
Arbeitsgruppe „Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts“  
[lena.crummenerl@uni-paderborn.de](mailto:lena.crummenerl@uni-paderborn.de)





# Den Wasserkreislauf erkunden – Wie Grundschullehrkräfte mithilfe digitaler Lernumgebungen und Hands-on Experimenten Kinder begeistern

## Hintergrund und Relevanz

Der Wasserkreislauf ist ein zentrales Thema im Sachunterricht, da er physikalische Phänomene und zyklische Abläufe veranschaulicht. Er fördert das naturwissenschaftliche Verständnis und das Erkennen von Zusammenhängen. In einer digitalen Lernumgebung erkunden die Kinder zunächst die Vorkommen von Wasser und lernen anschließend die Aggregatzustände sowie deren Änderungen kennen. Ziel ist, dieses Wissen auf den Wasserkreislauf anzuwenden und ein Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse zu entwickeln. Da Begriffe wie „Verdunsten“, „Kondensieren“ oder „Aggregatzustand“ für viele Kinder neu und abstrakt sind, treten oft Lernschwierigkeiten auf. Besonders Kinder mit Deutsch als Zweitsprache stehen vor sprachlichen Herausforderungen. Die digitale Lernumgebung überwindet mögliche Barrieren durch Scaffolds wie Lösungsbeispiele oder ad hoc Übersetzungen in andere Sprachen.

Um das Lernen anschaulich zu gestalten, kombiniert die Lernumgebung digitale Inhalte mit Hands-on Experimenten. Kinder arbeiten in Zweiergruppen und navigieren selbstständig Lernumgebung und erkunden in Experimenten, wie Eis schmilzt, Wasserdampf aufsteigt bzw. kondensiert. Diese Verbindung von Experimentieren und einem digitalen Lernmedium erleichtert das Verständnis komplexer naturwissenschaftlicher Konzepte. Die Lernumgebung schafft so einen motivierenden und zugänglichen Einstieg in die Thematik des Wasserkreislaufs.

## Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 **Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren** (Kultusministerkonferenz, 2016): In der Lernumgebung müssen die Schüler:innen aktiv die digitale Umgebung nutzen, um Wissen zu generieren und zu strukturieren sowie Experimentieranleitungen zu verstehen.
- 2 **Kommunizieren und Kooperieren** (Kultusministerkonferenz, 2016): Schüler:innen müssen digitale Kommunikationsmöglichkeiten zielgerichtet und situationsgerecht auswählen, Informationen diskutieren und in der digitalen Lernumgebung zusammenarbeiten.

## Vorwissen der Schüler:innen

- 1 **Fachbezogenes Vorwissen:** Kinder bringen vereinfachte Vorstellungen mit. Feste Stoffe gelten als starr und unverformbar. Flüssigkeiten werden mit Fließen und Wässrigkeit verbunden. Gase erscheinen immateriell, Luft wird positiv bzw. als nichts wahrgenommen (Streller et al., 2019; Schecker et al., 2018). Verdunsten wird als „Verschwinden“, Umwandeln in Luft oder Wärme verstanden. Kondensieren wird durch „Anziehen“ von Wasser oder Wolkenbildung aus Rauch, Dampf oder Abgasen erklärt (Schecker et al., 2018; Pollmeier et al., 2011).

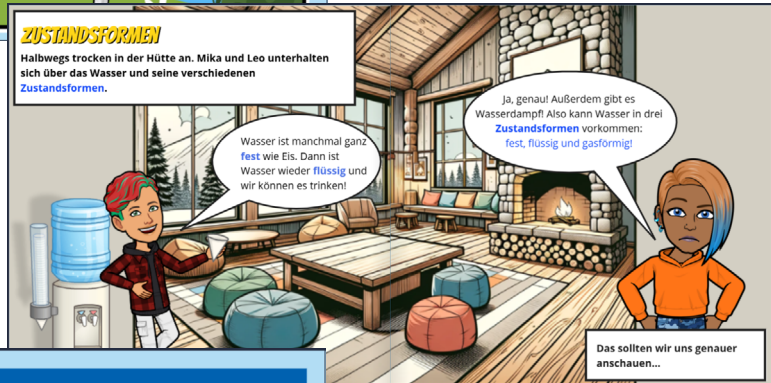
Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material/Medien	Lernziel
15'	<b>Einstieg</b> • Tabletausgabe • Einloggen • Ggf. Klären von Funktionen mit den Kleingruppen	Plenum im Kreis	Tablets Zugang zu Book-Creator Ggf. Beamer	Einloggen in BookCreator und Lernumgebung. Nutzung der Funktionen.
10'	<b>Einstieg</b>	Gruppenarbeit (2er/3er Teams)	Tablets Zugangscodes	Die Aggregatzustände und Zustandsänderungen untersuchen.
10'	<b>Erarbeitung 1</b> Schmelzen von Eiswürfeln zu Wasser • Schmelzen (Eis, Eis, Baby)	Gruppenarbeit (2er/3er Teams)	Tablets Lampe Schale Eiswürfel	Den Übergang von fest zu flüssig beschreiben, nachvollziehen und erklären.
15'	<b>Erarbeitung 2</b> Aufsteigen von Wasserdampf • Verdunsten, Verdampfen, Entstehung von Wasserdampf (Die Kunst des Aufsteigens)	Gruppenarbeit (2er/3er Teams)	Tablets Tasse Heißes Wasser	Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Verdunsten und Verdampfen erklären.
10'	<b>Erarbeitung 3</b> Abkühlen von Wasserdampf an einer Glasscheibe (Magischer Wasserdampf)	Gruppenarbeit (2er/3er Teams)	Tablets Glasdeckel Tasse Heißes Wasser	Kondensation am Experiment beschreiben, nachvollziehen und erklären.
10'	<b>Anwendung</b> • Übertragen und Zusammenführen der Phänomene am Wasserkreislauf	Gruppenarbeit (2er/3er Teams)	Tablets	Beschreiben der Phänomene am Wasserkreislauf.
15'	<b>Abschluss</b> • Aufräumen der Tablets • Abschlussgespräch, Reflexion im Plenum	Plenum im Kreis	-	Reflexion

Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan? Diese finden Sie [hier](#).



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY-SA 4.0 veröffentlicht – sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Silke Mikelskis-Seifert und Martina Graichen, entstanden im Projektverbund MINT-ProNeD, lernen:digital Kompetenzzentrum MINT.

# Beispielhaftes Unterrichtsmaterial



**ZUSTANDSFORMEN**  
 Aufgabe: Verbindet die Bilder mit der passenden Zustandsform von Wasser.

**FEST**      **FLÜSSIG**      **GASFÖRMIG**



**FORSCHERAUFTRAG 1**

Ihr habt bestimmt schon Eis oder auch Eiskwürfel aus dem Gefrierfach genommen. Die Eiskwürfel waren so kalt und hart, nicht wahr? Jedoch, was wird mit Eiskwürfeln in der Sonne geschehen?

Was denkt ihr?

Beschreibt genau. Erstellt hierzu eine Sprachnachricht.

Kreuzt an, welche Zustandsformen vom Wasser hier eine Rolle spielen.

fest  
 flüssig  
 gasförmig

**Versuch 1: Eis, Eis, Baby.**

Lasst uns herausfinden, was mit Eiskwürfeln in der Sonne passiert! Aber keine Sorge, wenn die Sonne nicht scheint. Ihr werdet stattdessen eine besondere Lampe verwenden, um die Eiskwürfel zu beleuchten.

- Nehmt eurer **Experimentierheft Versuch 1** und geht zur **Station 1**.
- Hier findet ihr eine **Lampe**, eine **Schale** und **Eiskwürfel**.
- Legt Eiskwürfel in die Schale und stellt die Schale dann unter die Lampe.  
**Vorsicht: Die Lampe wird heiß.**
- Schaltet die Lampe an. Beobachtet, was passiert.

## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildung:

### Professionelle Lerngemeinschaft zum digital gestützten Experimentieren im Sachunterricht

1-2 Stunden

Präsenz/Hybrid

Professionelle Lerngemeinschaft

**Zielgruppe:** Lehrkräfte im Fach Sachunterricht an der Grundschule

**Inhaltsschwerpunkte:** Die Lehrkräfte implementieren digitale Experimentierumgebungen, die als Experimentierbücher in BookCreator umgesetzt sind. Dabei erlernen oder festigen sie ihren Umgang mit digitalen Medien und deren Nutzung im Unterricht. Zugleich führen Schüler:innen physikalische Hands-on Experimente des naturwissenschaftlichen Sachunterricht im Unterricht durch. Hierdurch lernen sowohl die Lehrkräfte als auch die Schüler:innen. In den nachfolgenden Besprechungen mit dem Team der Hochschule können von beiden Seiten Fragen gestellt und beantwortet werden. Durch diese Gespräche erhalten die Lehrkräfte Hintergründe zu den fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalten des Experimentierens mit Schüler:innen aus dem Bereich Aggregatzustände (Verdunsten, Verdampfen, Kondensieren, Schmelzen, Gefrieren). Gleichzeitig erhält die Hochschule Feedback zur Lernumgebung, die in der Folge weiterentwickelt wird. Wir sind offen für alle Lehrkräfte und Schulen in Fahrdistanz zur PH Freiburg.

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

- 1 **DigCompEdu 3.1-3.4 Lehren und Lernen** (Redecker, 2017): Die Lehrkräfte ermöglichen mit der digitalen Lernumgebung das Lehren und Lernen.
- 2 **DigCompEdu 5 Lernendenorientierung** (Redecker, 2017): Die Lehrkräfte ermöglichen Lernendenorientierung, indem Sprachbarrieren z. B. durch Scaffolds oder Ad-hoc-Übersetzungen in die Zielsprache überwunden werden.
- 3 **DigCompEdu 2 Digitale Ressourcen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte sollen in der Lage sein, geeignete digitale Ressourcen für den Unterricht auszuwählen und zu modifizieren.
- 4 **DigCompEdu 5.1 Schüler:innen ermächtigen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte sollen digitale Technologien nutzen, um individualisierte Lernpfade zu ermöglichen, die aktive Beteiligung der Schüler:innen zu fördern und Inklusion und Barrierefreiheit im Unterricht zu gewährleisten.
- 5 **DigCompEdu 6 Digitale Kompetenz der Schüler:innen fördern** (Redecker, 2017).

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 Inhaltlich wird vorausgesetzt sich mit Hands-on Experimenten im Sachunterricht auseinanderzusetzen. Die Experimente werden von den Schüler:innen eigenständig durchgeführt.
- 3 Ein genereller Umgang mit digitalen Medien wird vorausgesetzt, der Umgang mit der Lernumgebung wird in der professionellen Lerngemeinschaft angeleitet.

### Kontaktmöglichkeit

Dr. Martina Graichen und Prof. Dr. Silke Mikelskis-Seifert  
Pädagogische Hochschule Freiburg  
Physik und ihre Didaktik  
[martina.graichen@ph-freiburg.de](mailto:martina.graichen@ph-freiburg.de) und [silke.mikelskisseifert@ph-freiburg.de](mailto:silke.mikelskisseifert@ph-freiburg.de)



# Luft und Luftwiderstand – Forschen mit Hands-on-Experimenten und MuxBooks

## Hintergrund und Relevanz

Das Thema „Luft und Luftwiderstand“ ist fest in den Bildungsplänen der Grundschule verankert und bietet zahlreiche Möglichkeiten, naturwissenschaftliche Methoden wie das Experimentieren praxisnah zu vermitteln. Dabei nutzen die Schüler:innen ein MuxBook (Multimedia User Experience Book, Irion & Hägele, 2020) als digitales Forschungsheft. Es unterstützt die Durchführung von Experimenten, die multimediale Dokumentation und bietet eine klare Struktur für den Forschungsprozess. Gestufte Lernhilfen fördern sowohl leistungsstarke als auch leistungsschwächere Kinder (Tramowsky, 2023), während die multimediale Arbeitsweise Hürden wie die Schriftsprache reduziert. Das MuxBook fördert zudem digitalisierungsbezogene Kompetenzen wie die Nutzung von Medien zum Lernen, die Gestaltung eigener Inhalte und die Kollaboration in einer digitalen Lernumgebung.

Auch Lehrkräfte profitieren von den vorbereiteten Inhalten mit fachlichen Erläuterungen und didaktisch-methodischen Hinweisen. Dies erleichtert den Einsatz des MuxBooks, insbesondere für fachfremd Unterrichtende, und unterstützt einen forschend-entdeckenden Sachunterricht.

## Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 Weiterentwickeln und Integrieren** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen nutzen vorgefertigte MuxBooks als Forschungshefte. In ihnen dokumentieren sie ihre Erfahrungen und entwickeln so die MuxBooks weiter.
- 2 Produzieren und Präsentieren** (Kultusministerkonferenz, 2016): Um ein MuxBook weiterzuentwickeln, müssen Schüler:innen eigene Inhalte (z. B. Fotos, Sprachaufnahmen, Videos) produzieren.

## Vorwissen der Schüler:innen

- 1** Vorausgesetzt wird die allgemeine Bedienung von digitalen Endgeräten (Tablet-Führerschein).
- 2** Außerdem sollten Schüler:innen bereits im Umgang mit MuxBooks geschult sein und entsprechend die Bedienung der Software (z. B. BookCreator) kennen. Ein Tutorial wird im Material mitgeliefert. Die genutzten Icons müssen mit der Lehrkraft besprochen werden, insbesondere jene für gestufte Hilfestellungen (z. B. Forschungsfuchs und Ideeninsel).

Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material/ Medien	Lernziel
5'	<b>Einführung</b> Die SuS lesen alleine das Comic zu Luft.	Einzelarbeit	MuxBook, S. 8-17	Die SuS lernen die Leitfiguren des Forschungsbuches kennen, indem sie einen Comic zu den Eigenschaften der Luft lesen.
15'	<b>Arbeitsphase I</b> Die SuS sammeln ihr Vorwissen und Recherchieren zum Thema.	Einzel- oder Partner:innenarbeit	MuxBook S. 18-22	Die SuS erstellen eine Mindmap zum Thema, um sich ihrer Alltagsvorstellungen bewusst zu werden und diese visuell darzustellen.
10'	<b>Arbeitsphase II</b> Die SuS lesen das Comic weiter und wiederholen den Forschungskreislauf.	Einzelarbeit	MuxBook S. 24-31	Die SuS wiederholen den Erkenntnisgewinnungsprozess, indem sie die Doppelseite zum Forschungskreislauf im MuxBook schriftlich bearbeiten.
30'	<b>Arbeitsphase III</b> Die SuS führen ein Experiment zum Luftwiderstand durch, um dessen Einfluss auf Bewegungen sinnlich zu untersuchen und zu verstehen.	Einzel- und Partner:innenarbeit	MuxBook S. 31-56	Die SuS bearbeiten ein Experiment, indem sie eine naturwissenschaftliche Fragestellung beantworten, eine Hypothese formulieren, überprüfen, das Experiment planen, durchführen, die Ergebnisse auswerten und digital dokumentieren.
10'	<b>Sicherung Teil I</b> Ergebnisse werden gemeinsam besprochen.	Plenum	MuxBook S. 58-61	SuS begründen, was sie beim Experiment herausgefunden haben. Sie bewerten die Aussagekraft des Experiments.
5'	Aufräumen.	Einzel- oder Partner:innenarbeit	MuxBook S. 62-63	Die SuS räumen ihren Arbeitsplatz sorgfältig auf, indem sie Materialien verstauen, Abfälle entsorgen und den Bereich sauber hinterlassen.
15'	<b>Reflexion</b> Die SuS reflektieren ihren Lernprozess.	Einzelarbeit	MuxBook S. 72-73	Die SuS reflektieren ihre Erfahrungen beim Experimentieren sowie bei der Nutzung und Gestaltung des MuxBooks, um ihren Lernprozess bewusst zu analysieren und weiterzuentwickeln.

Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan? Diese finden Sie [hier](#).



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY 4.0 veröffentlicht – sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Gerald Wittmann, Mein Forschungsbuch - Luft. Basierend auf einer Vorlage von Rebecca Klein, entstanden im Projektverbund MINT-ProNeD, lernen:digital Kompetenzzentrum MINT.

# Beispielhaftes Unterrichtsmaterial

## Mein Forschungsheft zu Luft

von \_\_\_\_\_

MuxBook erstellt von Gisèle Wittmann im Rahmen  
des Projektes MINT-ProNeD (Teilprojekt Biologie)

Was ist Wind den?  
Aus was besteht  
Wind?

Wind ist bewegte Luft. Wenn  
ich mir im Sommer mit  
einem Fächer Luft zu wedel,  
entsteht Wind.

Ob die Luft als Kraft  
genutzt werden kann?  
Wo wird den Wind  
genutzt?

### Wie formuliere ich eine Fragestellung?

Im Prinzip überlegst du, was dich **interessiert**. Das musst du dann umformulieren, damit du eine **Frage** hast. Schau das Video und formuliere dann Fragen!

Frage 1:  
Frage 2:

**Überprüfe** die Forschungsfragen - ziehe die Box zur Seite:

### Welche Materialien brauche ich?

Hier findest du die Materialien, die du benötigst.

Material\_Rennen mit Regenschirm.pdf

Verschiebe das Rechteck um einen Tipp zu bekommen.

### Wie führe ich den Versuch durch?

Wie gehst du vor? Bringe die Schritte in die richtige Reihenfolge.

schriftlich:

mit Bildern:

Versuchsanleitung

Versuchsanleitung mit Bildern

### 4. Auswertung

1. Fasse zusammen, was du beobachten konntest.

Der Forscherfuchs hat [hier](#) mitgefilmt.

2. Rückführung auf Schritt 1:  
Stimmt das mit **deiner Vermutung** überein?

### 3. Was schließt du daraus?

Raumpfähren (Space Shuttle) nutzen bei der Landung einen Fallschirm. Warum?

## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildung:

### Experimentieren mit Hilfe von digitalen Forschungsheften (MuxBooks)

7,5 Stunden

Präsenz

Dreiteilige Reihe/Einzelveranstaltung/Selbstlernkurs

**Zielgruppe:** Lehrkräfte der Grundschule, die (fachfremd oder nicht) Sachunterricht unterrichten

**Inhaltsschwerpunkte:** In der Fortbildung lernen Lehrkräfte nicht nur den Umgang mit BookCreator, um MuxBooks (Multimedia User Experience Books) zu erstellen und anzupassen, sondern auch Grundlagen des Experimentierens und des Umgangs mit Heterogenität. In zwei Praxisphasen können die Teilnehmenden MuxBooks mit ihren Schüler:innen austesten und gemeinsam die Nutzung reflektieren. Die Lehrkräfte erhalten zahlreiche Unterrichtsmaterialien: Tutorial-MuxBooks für sich und für Schüler:innen sowie MuxBooks zu verschiedenen Themen und Experimenten aus dem Bildungsplan sowie zu nachhaltigkeitsbezogenen Inhalten.

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

- 1 DigCompEdu 2.2 Erstellen und Anpassen digitaler Ressourcen** (Redecker, 2017): Die Lehrkräfte erstellen neue oder passen vorhandene MuxBooks zu Experimenten an.
- 2 DigCompEdu 3.4 Selbstgesteuertes Lernen** (Redecker, 2017): Die Lehrkräfte fördern das selbstgesteuerte Lernen der Schüler:innen durch die Nutzung der digitalen Lernumgebung.
- 3 DigCompEdu 4.3 Feedback und Planung** (Redecker, 2017): Die Lehrkräfte geben den Schüler:innen Feedback in den MuxBooks und passen diese sowie ihren Unterricht daraufhin an.
- 4 DigCompEdu 5.2 Differenzierung und Individualisierung** (Redecker, 2017): Die Lehrkräfte lernen, wie sie MuxBooks differenziert und individuell an die Bedürfnisse ihrer Klasse anpassen können.

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 Umgang mit digitalen Endgeräten:** Die generelle Bedienung von Tablets und/oder Laptops wird vorausgesetzt.

### Kontaktmöglichkeit

Rebecca Klein und Jun. Prof. Dr. Nadine Tramowsky  
Pädagogische Hochschule Freiburg  
Biologie und ihre Didaktik  
[rebecca.klein@ph-freiburg.de](mailto:rebecca.klein@ph-freiburg.de) und [nadine.tramowsky@ph-freiburg.de](mailto:nadine.tramowsky@ph-freiburg.de)





# Einsatz eines Experimentiervideos als Tutorial zur experimentellen Überprüfung des Hooke'schen Gesetz

## Hintergrund und Relevanz

In Zeiten einer zunehmend digitalen Bildungslandschaft gewinnen innovative digitale Lernmedien für den Physikunterricht immer mehr an Bedeutung. Hierbei haben sich Experimentiervideos als effektive Werkzeuge erwiesen, um Schüler:innen ein eigenständiges, schüler:innenorientiertes Experimentieren zu ermöglichen.

Unter Experimentiervideos versteht man Medien, die aus der Kombination der Methode des Experimentierens und dem digitalen Werkzeug der Videografie entstehen (Stinken-Rösner & Meier, 2023). Es handelt sich hierbei also um Videos, die nicht die Vermittlung physikalischer Fachinhalte in den Vordergrund stellen, sondern das Experimentieren als Methode der Erkenntnisgewinnung veranschaulichen sollen (Meier et al., 2022). Dabei werden die einzelnen Experimentierschritte, wie die Vorstellung der Versuchsmaterialien, der Versuchsaufbau und die Durchführung gezeigt.

Durch die Einbindung multimedialer sowie interaktiver Elemente (Multiple-Choice-Aufgaben, Quizzes, ...) weisen die dann als interaktive Experimentiervideos bezeichneten Videos einen erhöhten Grad an Interaktivität auf, wodurch sie einen adaptierten Zugang zur Erkenntnisgewinnung ermöglichen und individuelle, kognitiv aktivierende Lernprozesse initiieren können (Chi & Wylie, 2014). Wenn man darüber hinaus den Videoverlauf individuell beeinflussen kann, spricht man von Hypervideos (Ziegler & Stinken-Rösner, 2024), in denen die Betrachter:innen durch die Wahlmöglichkeiten aktiver in den Experimentierprozess eingebunden werden. Das macht die (interaktiven) Experimentiervideos bzw. die Hypervideos nicht nur für die Forschung, sondern auch für den schulischen Einsatz interessant.

## Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 Problemlösen und Handeln** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen verwenden ein Experimentiervideo als Tutorial für die eigenständige Durchführung eines Experimentes. Dabei müssen sie die gezeigten Schritte auf den realen Versuchsaufbau übertragen.
- 2 Problemlösen und Handeln** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen verwenden bei der Durchführung eines Experimentes ein digitales Messwerterfassungssystem. Sie koppeln den Sensor per Bluetooth mit dem Tablet, stellen den Messbereich ein und nehmen eine Messreihe digital auf.

## Vorwissen der Schüler:innen

- 1 Umgang mit mobilen Endgeräten:** Die Schüler:innen sollten den grundlegenden Umgang mit Tablets beherrschen, um Tätigkeiten, wie das Anschauen eines Videos oder das Koppeln des Sensors durchführen zu können.

Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material / Medien	Lernziel
10'	<p><b>Einstieg</b> Ausgehend von einem kaputten Federkraftmesser wird im Plenum kriteriengeleitet besprochen, welche haushaltsüblichen Gegenstände sich zur Reparatur des Federkraftmessers eignen. Mögliche Kriterien: elastisch, anbindbar Problemfrage: Inwiefern eignen sich das Gummiband und die Klebeband zur Reparatur des Federkraftmessers?</p>	Plenum	Federkraftmesser (kaputt), haushaltsübliche Gegenstände (bspw. Gummiband, Klebeband, Schnürsenkel, Büroklammer, ...)	<p>Die SuS bewerten haushaltsübliche Gegenstände anhand von physikalischen Kriterien.</p> <p>Die SuS entwickeln eine inhaltliche Problemfrage.</p>
20'	<p><b>Arbeitsphase</b> Die SuS messen in Gruppen die Verlängerung des Gegenstands in Abhängigkeit der Kraft:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sie betrachten ein Experimentiervideo zum Hooke'schen Gesetz und nutzen es als Tutorial für die experimentelle Durchführung.</li> <li>2. Sie binden das Gummiband bzw. die Klebeband an einen digitalen Kraftsensor fest.</li> <li>3. Sie hängen nacheinander Massestücke der Masse 50 g an das Gummiband bzw. an die Klebeband an.</li> <li>4. Sie veranschaulichen die Messwerte durch ein Diagramm.</li> </ol>	Gruppenarbeit	Versuchsmaterialien, Experimentiervideo, Arbeitsblatt (digital), Tablet, digitale Tafel	Die SuS nehmen Messwerte mit einem digitalen Messwertsystem auf.
15'	<p><b>Sicherung</b> Die SuS präsentieren ihr Diagramm an der Tafel (Ergebniskontrolle). Form der Graphen als Diskussionsanlass. Mögliche Diskussionsfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inwiefern unterscheiden sich die Graphen für das Gummiband bzw. die Klebeband von dem Graphen für die Spiralfeder?</li> <li>• In welchen Intervallen der Verlängerung treten lineare Bereiche auf?</li> <li>• Was passiert mit den Gegenständen, wenn die angehängte Masse immer größer wird?</li> </ul> <p>Beantwortung der Problemfrage.</p>	Plenum	Arbeitsblatt (digital), Tablet, digitale Tafel	Die SuS beurteilen die Graphen hinsichtlich ihrer Eignung als Ersatz der kaputten Spiralfeder des Federkraftmessers.

Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan? Diese finden Sie [hier](#).



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY 4.0 veröffentlicht – sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Mathias Ziegler und Prof. Dr. Lisa Stinken-Rösner, entstanden im Projektverbund LFB-Labs-digital, lernen:digital Kompetenzzentrum MINT.

## Beispielhaftes Unterrichtsmaterial

### Das Hooke'sche Gesetz



**Ziel:**  
In diesem Versuch soll ihr experimentell mit Hilfe eines Kraftsensoren untersuchen, ob das Hooke'sche Gesetz auch für ein Gummiband und für eine Klebeband gilt. Dabei sollt ihr das Experimentiervideo als Experimentieranleitung verwenden.



**Handlungsschritte:**

1. **Scannt** zuerst mit dem Tablet den untenstehenden **QR-Code**. Über ihn gelangt ihr zu dem Experimentiervideo „Das Hooke'sche Gesetz“, das erstmal geladen werden muss.
2. Lest euch danach den **Info-Text** über „Das Hooke'sche Gesetz“ aufmerksam durch.
3. Seht euch anschließend das **Experimentiervideo** an: Baut den **Versuchsaufbau** nach, aber verwendet anstelle der Feder jeweils **ein Gummiband** und **eine Klebeband**.
4. **Messt** für vier verschiedene Massestücke (50 g, 100 g, 150 g, 200 g) die Kraft  $F$  in der Einheit  $N$  und die Verlängerung  $s$  in der Einheit  $cm$ .
5. Tragt eure **Messwerte** für das Gummiband und für die Klebeband in das Diagramm ein.  
[Hinweis: Die Messwerte für die Feder sind bereits eingetragen.]



Abb.1: QR-Code für das Experimentiervideo „Das Hooke'sche Gesetz“.



**Das Hooke'sche Gesetz**

Wenn ein Massestück an eine Feder angehängt wird, dann wird die Feder **elastisch** verformt und **verlängert** sich um wenige Zentimeter. Dies liegt an der auf die Feder wirkenden **Zugkraft**. Wird diese null, dann geht die Verlängerung wieder zurück. Bei einer größer werdenden Zugkraft wird die Feder immer weiter verlängert, bis der Draht der Feder schließlich **abreißt (plastische Verformung)**.

Das **Hooke'sche Gesetz** besagt, dass bei der elastischen Verformung einer Feder die Zugkraft und die Verlängerung der Feder zueinander proportional sind:

$$F = D \cdot s$$

$D$  nennt man **Federkonstante**. Sie gibt an, wie groß die Zugkraft für eine bestimmte Verlängerung der Feder sein muss und wird in der Einheit  $1 \frac{N}{cm}$  angegeben, was bedeutet, dass man eine Zugkraft von  $1 N$  benötigt, um eine Feder um  $1 cm$  zu verlängern.

Für feste Körper, für die das Hooke'sche Gesetz gilt, ergibt sich im **s-F-Diagramm** eine Gerade durch den Nullpunkt (Abb.1).

Doch gilt das Hooke'sche Gesetz auch für ein Gummiband oder eine Klebeband?

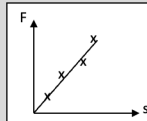
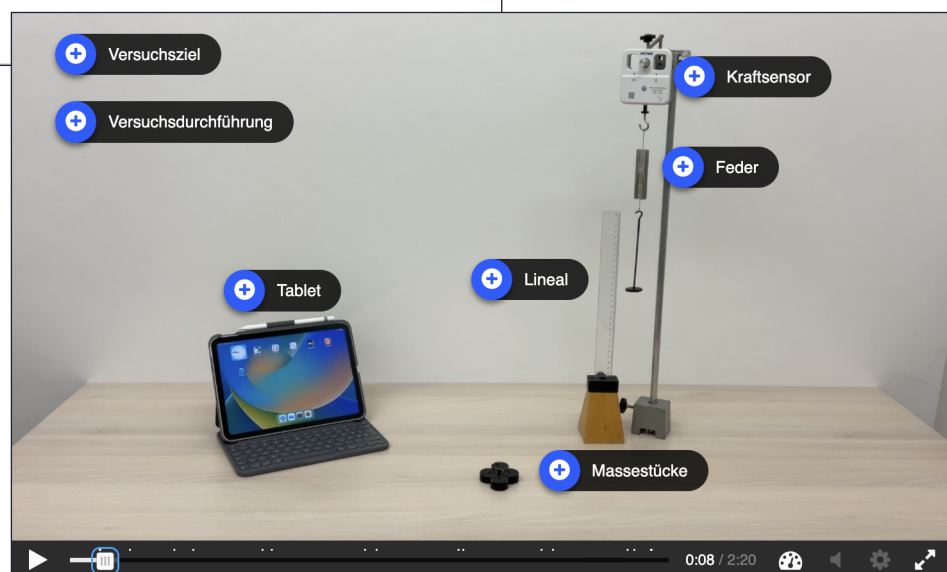


Abb.2: Kräfteparallelogramm zur Bestimmung der resultierenden Kraft zweier Kräfte unterschiedlicher Richtung.

Quelle: Impulse Physik 7 - 10



## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildung:

### Lernen mit (interaktiven) Experimentiervideos

15 Stunden

Präsenz

Dreiteilige Reihe

**Zielgruppe:** Physiklehrkräfte der Sekundarstufen I und II; Gymnasium, Gesamtschule, Realschule, Hauptschule, Sekundarschule

**Inhaltsschwerpunkte:** Die Fortbildung besteht aus drei aufeinander aufbauenden Modulen. Im ersten Modul produzieren die Lehrkräfte ausgehend von den Gestaltungsprinzipien für Demonstrationsexperimente eigenständig Experimentiervideos und benennen mögliche Einsatzszenarien. Darauf aufbauend werden im zweiten Modul interaktive Experimentiervideos produziert, indem multimediale und interaktive Elemente in die eigenständig produzierten Experimentiervideos eingebunden werden. Ferner wird das Experimentiervideo in mehrere Videofragmente geschnitten, aus denen ein Hypervideo mit nicht-linearer Videostruktur erstellt wird. Schließlich findet im letzten Modul die Erprobung der unterschiedlichen Experimentiervideos im Schülerlabor mit der von einer Lehrkraft mitgebrachten Schulklasse statt. Im abschließendem Reflexionsgespräch bewerten die Lehrkräfte den Einsatz von (interaktiven) Experimentiervideos bzw. Hypervideos hinsichtlich eines Transfers in die Schulpraxis.

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

- 1 **DigCompEdu 1.3 Reflektierte Praxis** (Redecker, 2017): Die teilnehmenden Lehrkräfte reflektieren ihren Schulunterricht hinsichtlich des Einsatzes von Experimentiervideos. Dabei benennen sie neben Einsatzszenarien auch Bedingungen für bzw. gegen einen Einsatz von Experimentiervideos im Unterricht.
- 2 **DigCompEdu 2.1 Auswählen digitaler Ressourcen** (Redecker, 2017): Die teilnehmenden Lehrkräfte wählen geeignete Experimentiervideos aus und setzen sie adressatengerecht in ihrem Unterricht ein.
- 3 **DigCompEdu 2.2 Erstellen und Anpassen digitaler Ressourcen** (Redecker, 2017): Die teilnehmenden Lehrkräfte produzieren eigenständig Experimentiervideos und beachten dabei die Gestaltungsprinzipien für Demonstrationsexperimente. Sie binden interaktive Elemente in ihre eigenständig produzierten Experimentiervideos ein.

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 **Umgang mit digitalen Geräten:** Bei der Fortbildung wird unter anderem mit Tablets und Laptops gearbeitet, deren grundsätzliche Funktionen bekannt sein sollten. Darüber hinaus sind keine Vorkenntnisse erforderlich.

### Kontaktmöglichkeit

Mathias Ziegler und Prof. Dr. Lisa Stinken-Rösner  
Universität Bielefeld  
Physik und ihre Didaktik  
[mziegler@physik.uni-bielefeld.de](mailto:mziegler@physik.uni-bielefeld.de)



EIN ANGEBOT DES PROJEKTVERBUNDS MINT-PRONED

# Dem Sehsinn auf der Spur – Digital Experimentieren

## Hintergrund und Relevanz

Digitale Technologien bieten vielfältige Potenziale bzw. Einsatzmöglichkeiten im Fachunterricht und unterstützen die Förderung von fachlichen und digitalen Kompetenzen sowie selbstgesteuertes und individuelles Lernen durch adaptive Konzepte (Becker et al., 2020a). Das hier vorgestellte Experiment ermöglicht Schüler:innen, im Selbstversuch das Farbsehen bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen digital unterstützt zu untersuchen.

Erst mit zunehmender Helligkeit kann das menschliche Auge Farben wahrnehmen. Während die Stäbchen Schwarz-Weiß-Sehen bei Dunkelheit ermöglichen, vermitteln die Zapfen Farbsehen. Die Zapfen werden erst durch höhere Lichtintensitäten insbesondere der Wellenlängen im Bereich rot, grün oder blau aktiviert (Brandes et al., 2019). Da die Stäbchen besonders stark auf blaugrünes Licht der Wellenlänge im Bereich von ca. 500 nm reagieren, verschiebt sich bei Dunkelheit die Empfindlichkeit in diese Richtung (Davson, 1990).

Im Experiment wird sich unter schultauglichen und kontrollierten Bedingungen der für das Farbsehen notwendigen Helligkeitsschwelle genähert. Dazu wird mit digitalen Technologien ein Aufbau und Prinzip zur relativen Quantifizierung von Empfindlichkeitsschwellen schultauglich so umgesetzt, dass bei zunehmender Lichtintensität individuelle Wahrnehmungsschwellenwerte für unterschiedliche Lichtqualitäten erfasst werden. Die individuellen Daten der Schüler:innen werden zu einem gemeinsamen Datenpool zusammengeführt, um das Phänomen empirisch zu belegen. Dabei lassen sich mittels Tabellenkalkulation auf unterschiedlich anspruchsvollen Wegen mit adaptiver Unterstützung Analysen und grafische Darstellungen umsetzen.

## Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen nutzen das Smartphone als digitales Werkzeug zur Variablenkontrolle mittels eines Videos.
- 2 Zusammenarbeiten** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen nutzen ein Tabellenkalkulationsprogramm (z. B. Excel) als digitales Werkzeug für die kollaborative Zusammenarbeit bei der Dokumentation und Zusammenführung von Daten.
- 3 Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen** (Kultusministerkonferenz, 2016): Die Schüler:innen setzen ein Tabellenkalkulationsprogramm (z. B. Excel) zur Verarbeitung der Daten und ggf. Diagrammerstellung ein.

## Vorwissen der Schüler:innen

- 1 Umgang mit digitalen Endgeräten** wie bspw. Tablet und Smartphone
- 2 Umgang mit Diagrammen**


Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material/ Medien	Lernziel
5'	<b>Einstieg</b> „Nachts sind alle Katzen grau“ Problematisierung und Aufstellen von Hypothesen	Plenum	Beispielbild	SuS beschreiben das biologische Phänomen, dass man bei Dunkelheit nur schwarz-weiß sehen kann und stellen Vermutungen hierzu an.
65'	<b>Arbeitsphase</b> Jedem SuS wird eine Nummer für die Durchführung des Experiments zugeteilt, Durchführung des Experiments, Datenverarbeitung und -auswertung	Partner:innenarbeit	Smartphones, Schuhkartons, evtl. Schere, Tablets/Laptops/PC, Arbeitsblatt, evtl. Raum der verdunkelt werden kann	SuS führen das digitale Experiment durch, protokollieren und werten die Daten aus.
15'	<b>Sicherung</b> Präsentieren und Besprechen der Ergebnisse.	Schüler:innenvortrag	Automatisiert erstelltes Excel-Diagramm, Arbeitsblatt	SuS stellen ihre Ergebnisse vor und reflektieren sie kritisch vor dem theoretischen Hintergrund.
10'	<b>Vertiefung</b> Optionen: • Messwertstreuung • Fehlerquellen und Optimierungsmöglichkeiten • Tierisches Farbsehen im Vergleich	Plenum	-	(Je nach Vertiefung)



Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan? Diese finden Sie [hier](#).



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY-SA 4.0 veröffentlicht – sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Theresa Brechters, Philipp Pawels und Christoph Thyssen, entstanden im Projektverbund MINT-ProNeD, lernen:digital Kompetenzzentrum MINT.

# Beispielhaftes Unterrichtsmaterial



Experiment:  
**Farbsehen in Abhängigkeit von der Helligkeit**

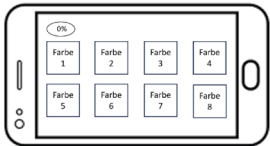
Schüler/in  
Nr.:

**Fragestellung:**

**Zu untersuchende Hypothese:**

**Das Untersuchungsprinzip:**


Mit Hilfe deines Smartphones werden dir 8 Farbkacheln gezeigt, deren Helligkeit (durchgelassene Lichtmenge des Displays) sich in 5 % Schritten (s. oben links) erhöht. Die Erhöhung erfolgt automatisch nach 25 Sekunden - das ist im entsprechenden Video für den Testablauf so festgelegt. Mit jeder Helligkeitsstufe wechselt auch die Farbreihenfolge. Dadurch kannst du das Farbsehen in Abhängigkeit von der Helligkeit untersuchen.





**Materialien:**

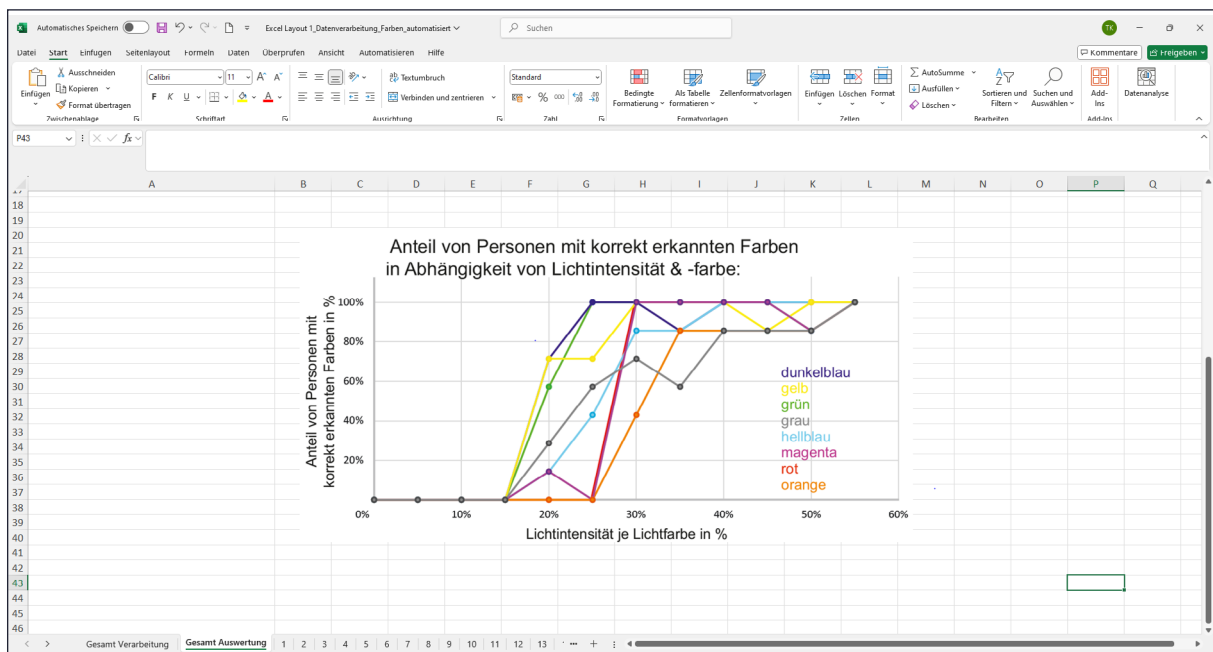
- Smartphone
- Schulkarton (+ schwarze Farbe)
- Test-Video zum Download über den QR-Code
- Schere
- Dunkler Raum
- Tablet

**QR-Code einfügen**




 Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU





**Hinweis:** Die wahrgenommene Farbe (z. B. Orange) entspricht dem Prinzip der additiven Mischung der RGB Farben des Smartphone Displays.

## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildung:

### Dem Sehsinn auf der Spur – Einsatz von digitalen Technologien beim Experimentieren und Differenzieren

12 Stunden

Digital & Präsenz

Reihe mit 3 Modulen

**Zielgruppe:** Lehrkräfte mit dem Fach Biologie, Naturwissenschaften oder Physik, allgemeinbildendes und berufliches Gymnasium, Integrierte Gesamtschule, Realschule Plus, Berufsschulen

**Inhaltsschwerpunkte:** Mit dem Ziel, digital unterstützten und adaptiven Biologieunterricht gestalten zu können, bieten wir für Lehrkräfte eine aufeinander aufbauende Fortbildungsreihe am Lerngegenstand „Farbensehen in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit“ an.

Zentral ist fachlich dabei das Phänomen, dass man erst mit zunehmender Helligkeit Farben wahrnehmen kann. Während die Stäbchen in unserem Auge für das Schwarz-Weiß-Sehen bei Nacht und Dämmerung verantwortlich sind, benötigen die Zapfen für das Farbensehen mehr Licht.

Zentrale Schwerpunkte der Fortbildung sind zum einen die praktische Durchführung eines digital unterstützten Experiments hierzu, die digitale Datenverarbeitung mit Excel zur Auswertung und der Umgang mit Messwertstreuung. Zum anderen adressiert ein weiteres Teilmodul am Beispiel dieses Versuchs wie Lehrkräfte mithilfe von PowerPoint adaptive digitale Begleitmaterialien für ihre Schüler:innen erstellen und nutzen können: d. h. Schüler:innen können damit ihren Lernprozess individuell selbst steuern.

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

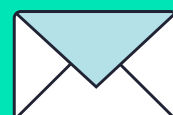
- 1 DigCompEdu 2.2 Erstellen und Anpassen digitaler Ressourcen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte modifizieren und erstellen interaktive und adaptive Begleitmaterialien mit PowerPoint.
- 2 DigCompEdu 3.1 Lehren** (Redecker, 2017): Lehrkräfte planen und gestalten den Einsatz von digitalen Geräten und Materialien im Unterricht. Sie organisieren und gestalten digitale Unterrichtsmethoden angemessen.
- 3 DigCompEdu 3.3 Kollaboratives Lernen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte nutzen Excel, um kollaboratives Arbeiten im Rahmen der Datenverarbeitung zu ermöglichen.
- 4 DigCompEdu 5.2 Differenzierung und Individualisierung** (Redecker, 2017): Lehrkräfte ermöglichen Lernenden mithilfe von in PowerPoint erstellten interaktiven und adaptiven Begleitmaterialien individuelle Lernwege zu bestreiten.

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 Umgang mit digitalen Endgeräten** wie bspw. dem Tablet oder dem Smartphone.
- 2 Grundlagen in PowerPoint**

### Kontaktmöglichkeit

Theresa Brechters  
Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau  
Arbeitsgruppe Fachdidaktik Biologie  
[t.brechters@rptu.de](mailto:t.brechters@rptu.de)





EIN ANGEBOT DES PROJEKTVERBUNDS DIGIPROMIN

# Eigenschaften von Salzen mit digitalen Medien forschend entdecken

## Hintergrund und Relevanz

Die vorgestellte Unterrichtseinheit folgt dem Prinzip des forschend-entdeckenden Lernens und thematisiert die Beobachtung und Erklärung der Eigenschaften von Salzen.

Die Phasen des forschend-entdeckenden Lernens (Orientierung, Konzeptionalisierung, Untersuchung, Zusammenfassung und Diskussion) charakterisieren den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn modellhaft im Chemieunterricht. Die Lernenden stellen dabei eigenständig Fragen, entdecken Phänomene, planen Untersuchungen, experimentieren eigenständig, gewinnen neue Erkenntnisse und integrieren das neu erworbene Wissen in bisherige Wissensstrukturen. Dieses Vorgehen führt durch einen effektiven Wissenstransfer zum Lernerfolg und gesteigerter Motivation (Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016). Das forschend-entdeckende Lernen vermittelt Schüler:innen zudem zukunftsfähige (21<sup>st</sup> Century Skills) Kompetenzen zum kritischen Denken und Argumentieren, dem eigenständigen Wissenserwerb, Problemlösen, Scientific Literacy und dem sozialen Umgang, die besonders im digitalen Zeitalter relevant sind.

Die Einheit ist so konzipiert, dass verschiedene digitale Medien an unterschiedlichen Stellen eingesetzt werden können, um die jeweilige Lernaufgabe und das Lernziel zu erleichtern. Diese didaktisch reflektierten Einbindungen digitaler Medien entsprechen den höheren Stufen des sogenannten SAMR-Modells (Puentedura, 2013; Substitution – Augmentation – Modification – Redefinition).

## Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 **DigCompEdu 1.3 Managing von Daten, Information und digitalen Inhalten** (Vuorikari et al., 2022): Die Schüler:innen geben ihre Erkenntnisse in einem digitalen Protokoll wieder.
- 2 **DigCompEdu 2.2 Teilen von Informationen und Inhalten** und **2.4 Kollaborieren durch digitale Medien** (Vuorikari et al., 2022): Die Schüler:innen teilen Informationen miteinander und benutzen das Board Task-Card für die kollaborative Zusammenarbeit.

## Vorwissen der Schüler:innen

- 1 Das vorausgesetzte fachliche Vorwissen enthält das PSE, die Oktettregel, Elektronegativität, Ionen, simple Elektrostatik, Eigenschaften von Wasser, Salzgittermodell (Ionengitter, Anionen, Kationen) und Grundlagen der Säuren und Basen-Chemie (Moleküle, Ionen).
- 2 Für die verwendeten digitalen Medien werden nur rudimentäre Kompetenzen auf den Leveln 1 oder 2 (Grundlagen) (Vuorikari et al., 2022) vorausgesetzt.

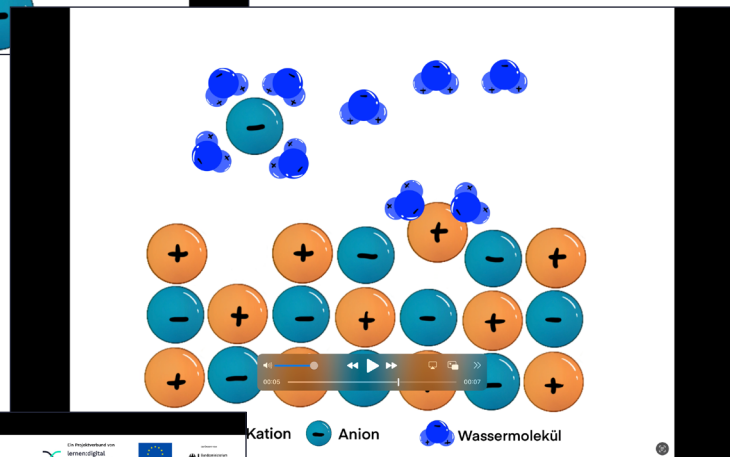
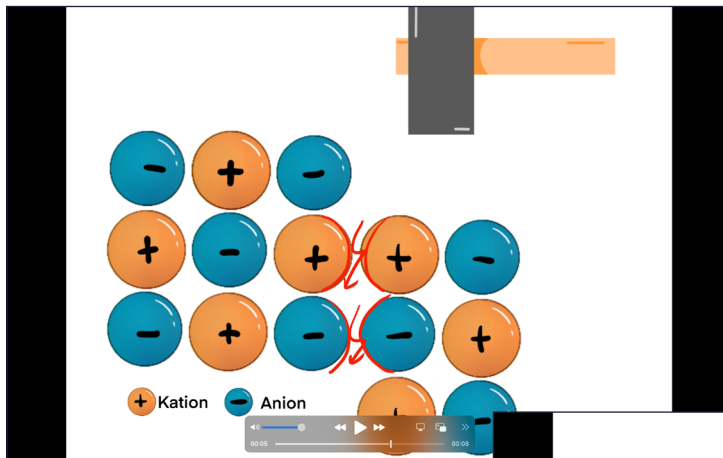
Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material/Medien	Lernziel
10'	<b>Einstieg (Orientierung)</b> Badwater Basin (Death Valley): Fragestellung: Warum knackt es beim Laufen über eine Salzwüste? Warum ist Regen und Gewitter dort besonders gefährlich? Definition der Untersuchungsfrage der Unterrichtseinheit: <ul style="list-style-type: none"> <li>„Welche Eigenschaften von Salzen lassen sich aus ihrem (modellhaften) Bau ableiten?“</li> <li>„Wie lassen sich diese Eigenschaften von Salzen erklären/begründen?“</li> </ul>	Plenum	Selbst erstellte Social-Media-Posts zu diesen Fragestellungen  Animation zur Ionenbindung	Erläuterung des Aufbaus einer Ionenbindung am Beispiel Natriumchlorid anhand einer Animation. Reaktivierung von Vorwissen. Schulung der Bewertungskompetenz.
15'	<b>Arbeitsphase I (Konzeptionalisierung)</b> SuS entwickeln verschiedene Hypothesen zu Eigenschaften von Salzen (Leitfähigkeit, Löslichkeit, Sprödigkeit, Schmelzpunktbestimmung). Hiernach planen SuS einfache Untersuchungen zur Kontrolle ihrer Hypothesen und dokumentieren diese in der TaskCard. Die Lehrkraft bestätigt die Pläne der SuS und fungiert als Lernbegleitung.	Kleingruppenarbeit (jede Gruppe bearbeitet nur eine Eigenschaft) oder Partner:innenarbeit	Gestufte Hilfekarten zur Hypothesen-Entwicklung und Durchführung; TaskCard zur Dokumentation des Arbeitsprozesses; Analoge Variante: Arbeitsblatt	Die SuS planen einfache Untersuchungen zur Überprüfung eigener Hypothesen über die Eigenschaften von Salzen.
30'	<b>Arbeitsphase II (Untersuchung)</b> SuS führen Experimente durch und notieren ihre Beobachtungen. Anhand der vorbereiteten TaskCard werden die Beobachtungen durch die SuS festgehalten und mit dem Ionengetter-Modell erklärt. Lernbegleitung und individuelle Betreuung durch Lehrkraft. SuS bereiten ihre Ergebnisse auf, um diese anhand der TaskCard zu präsentieren.	Kleingruppenarbeit oder Partner:innenarbeit	Interaktives eBook zur Experiment-Begleitung; Digitale Messwertsysteme; TaskCard zur Dokumentation des Arbeitsprozesses; Analoge Variante: Arbeitsblatt	Die SuS führen kollaborativ einfache Untersuchungen und Experimente zu den Eigenschaften von Salzen durch.
20'	<b>Arbeitsphase II (Zusammenfassung)</b> SuS präsentieren/beschreiben ihre Einblicke kurz (1-2 min pro Gruppe), die dann (kurz) gemeinsam in einer Plenumsdiskussion besprochen werden. Parallel werden die zentralen Erkenntnisse zusammengefasst und verschriftlicht.	Vortrag  Plenum	TaskCard zur Dokumentation des Arbeitsprozesses; Animationen/Simulationen auf Teilchenebene; Analoge Variante: Arbeitsblatt	Die SuS präsentieren ihre Ergebnisse fachsprachlich und adressatengerecht.
15'	<b>Sicherung (Diskussion)</b> Lernkontrolle durch ein vorbereitetes PollUnit-Quiz. Diskussion der Fragestellungen aus dem Einstieg und Abschluss der Unterrichtsstunde.	Plenum	PollUnit-Quiz; Selbst erstellte Social-Media-Posts zu diesen Fragestellungen	Die SuS begründen den Zusammenhang zwischen der Struktur und den Eigenschaften von Salzen.

Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan? Diese finden Sie [hier](#).



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY-SA 4.0 veröffentlicht sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Diermann, Banerji, Bernholt, Egerer, Flerlage, Koenen, Krinninger, Lenzler und Parchmann, entstanden im Projektverbund DigiProMIN, lernen:digital Kompetenzzentrum MINT.

## Beispielhaftes Unterrichtsmaterial



Hallo, ich bin DEANI!

DEANI ist ein interaktives eBook, dass dich durch diesen Versuch führt und dir alles erklärt.

- Unten rechts gibt es einen Pfeil, der dich durch einen Klick auf die nächste Seite leitet. **Klicke nicht einfach auf eine Folie, da PowerPoint sonst zur falschen Folie springt.** Du kannst den DEANI auch mit dem Apple-Pencil (o.ä.) nutzen
- Unten links ist ein Pfeil, mit dem du zur vorherigen Seite zurückspringen kannst.
- Manchmal ist DEANI auf einer Seite zu finden. Dann kannst du ihn für weitere Informationen oder Hinweise anklicken!
- Interaktionsmöglichkeiten sind grau unterlegt.
- Wenn es los gehen kann, klicke auf den Pfeil rechts unten!



## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildungen:

### DigiProMIN Chemie – Chemielehrkräfte mit digitalen Medien weiterbilden

3,5 Stunden

Präsenz

Einzelveranstaltung mit Vertiefungsmodulen

**Zielgruppe:** Chemielehrkräfte der Sekundarstufe I und II am Gymnasium oder Realschule sowie Berufsschullehrkräfte mit Fachrichtung Chemie

**Inhaltsschwerpunkte:** Die vorgestellten Materialien und die Beispielstunde stammen aus dem (on-line) Orientierungsmodul „Chemieunterricht mit digitalen Medien innovieren“. Dieses zeigt Möglichkeiten zur theoriegeleiteten Auswahl und Gestaltung digital gestützter Unterrichtsbausteine mit Hilfe des DiKoLAN Kompetenzrahmens (Becker et al., 2020b) und des SAMR-Modells (Puentedura, 2013). Durch die Nutzung der sogenannten „SAMR-Chemieunterricht“-Matrix digitalisieren Lehrkräfte obige forschend-entdeckende Beispielstunde und reflektieren anschließend über die Sinnhaftigkeit verschiedener Digitalisierungsgrade im Chemieunterricht. Das Orientierungsmodul legt einen Grundstein für vier weitere Fortbildungen, die auch unabhängig besucht werden können: „Chemie im Kontext 2.0 – authentisch, motivierend und kollaborativ“ (relevante und motivierende Kontexte digital gestützt), „Individuelle Lernverläufe aufzeigen“ (Möglichkeiten zur digital gestützten Diagnose und formativen Assessment), „Digital gestütztes Experimentieren“ (gegliedert in eine Fortbildung zu automatisierten LEGO-Titrationsroboter und zur Erstellung von interaktiven eBooks als digitale Experimentier-Assistenten), sowie „CHAMP: chemische Animationen mit PowerPoint – Modelle zum Leben erwecken“ (theoriegeleitet Animationen selbst mit PowerPoint erstellen).

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

- 1 Die Fortbildungen zielen darauf ab, Lehrkräften **transferfähiges, nachhaltiges Wissen** und **neuartige Kompetenzen** für die Erstellung digitaler Lehr-Lern-Materialien zu vermitteln, damit diese für unterschiedliche Lernziele/Situationen angewendet werden können.
- 2 **DigCompEdu 2 Digitale Ressourcen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte treffen eine kriteriengeleitete Auswahl digitaler Ressourcen und nutzen diese für die Erstellung von Inhalten.
- 3 **DigCompEdu 3 Lehren und Lernen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte reflektieren einen angemessenen Einsatz und die Adaption digitaler Medien im Chemieunterricht.
- 4 **DigCompEdu 4 Lernkontrolle** (Redecker, 2017): Lehrkräfte entwickeln spezifische Kompetenzen bezüglich Lerndiagnose und Feedback.

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 Es sind keine speziellen Voraussetzungen und Vorwissen für die Teilnahme an den Fortbildungen nötig. Empfehlenswert sind Grundkenntnisse im Umgang mit digitalen Medien im Chemieunterricht. Zu manchen Fortbildungen muss ein eigener Laptop mit Präsentationssoftware (PowerPoint) mitgebracht werden.

### Kontaktmöglichkeit

Prof. Dr. Jenna Koenen und Dominik Diermann  
Technische Universität München, Universität Potsdam und IPN – Leibniz-  
Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik  
[jenna.koenen@tum.de](mailto:jenna.koenen@tum.de) und [dominik.diermann@tum.de](mailto:dominik.diermann@tum.de)



EIN ANGEBOT DES PROJEKTVERBUNDS VIFONET

# Digitalgestützt und problembasiert Farbigkeit verstehen und kommunizieren – Organische Moleküle und Molekülstruktur interaktiv erkunden

## Hintergrund und Relevanz

Der Unterrichtsinhalt „Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Farbigkeit“ vermittelt problembasiert chemisches Fachwissen im Rahmen eines sprachsensiblen Chemieunterrichts. Das Fach Chemie ist durch seine fachspezifische Sprache geprägt. Deshalb ist die Beherrschung chemischer Terminologie eine zentrale Voraussetzung für fachliches Lernen. Studien wie PISA zeigen, dass Lernende mit sprachlichen Defiziten (herkunftsunabhängig) signifikant schlechter in den Naturwissenschaften abschneiden (Baur & Spettmann, 2008).

An diesem Punkt kann eine sprachensible Gestaltung des Unterrichts ansetzen. Diese erlaubt es, fachliche Kompetenzen zu vermitteln und sprachliche Barrieren abzubauen (Gieske et al., 2022). Konkret unterstützt ein sprachsensibler Ansatz Schüler:innen dabei, zentrale Fachbegriffe wie „Konjugation“ nicht nur zu verstehen, sondern diese anzuwenden und ihr Fachverständnis zu vertiefen (Brown et al., 2010).

Die im Unterricht eingesetzten digitalen Medien bieten Möglichkeiten, sprachensible Strategien während des Durchlaufens eines Problemlöseprozesses umzusetzen. Sie ermöglichen z. B. die Bereitstellung von visualisierten Erklärungen, interaktiven Glossaren oder selbstregulierter, binnendifferenzierter Unterstützung. Die im Unterricht eingesetzten digitalen Medien (Simulationen und digitaler Assistent) ermöglichen es, problembasiertes Lernen zur Vermittlung von Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung mit sprachsensiblen Unterricht zu verknüpfen. Sie enthalten z. B. digitale Glossare und interaktive Formulierungshilfen und ermöglichen eine selbstregulierte, binnendifferenzierte Unterstützung während des Problemlöseprozesses der Schüler:innen.

## Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Schüler:innen

- 1 Problemlösen und Handeln** (Kultusministerkonferenz, 2016): Schüler:innen planen und führen mithilfe eines digitalen Assistenten (DAN) Simulationen durch, um Daten zu generieren, auszuwerten und chemische Phänomene zu analysieren.
- 2 Kommunizieren und Kooperieren** (Kultusministerkonferenz, 2016): Schüler:innen nutzen digitale Medien, um Ergebnisse strukturiert und adressatengerecht zu dokumentieren und zu präsentieren. Der DAN unterstützt, um Erkenntnisse korrekt und unter Anwendung von Fachsprache zu formulieren.

## Vorwissen der Schüler:innen

- 1 Struktur-Eigenschaftsbeziehungen:** Das Wissen, dass molekulare Strukturen die Eigenschaften von Molekülen beeinflussen, ist notwendig, um Eigenschaftsveränderungen bei chemischen Reaktionen zu verstehen.
- 2 Lichtabsorption und Farbwahrnehmung:** Diese Inhalte sind notwendig, um die Zusammenhänge zwischen Struktur und Farbe erklären zu können.
- 3 Umgang mit digitalen Endgeräten** (z. B. Tablets): Diese ermöglichen die Nutzung der digitalen Medien im Rahmen des Problemlöseprozesses.

Zeit	Phase und Inhalt	Sozialform	Material / Medien	Lernziel
5'	<b>Problembasierter Einstieg</b> Problembasierter Einstieg mit Video des Tomatensaft-Versuchs (Bromierung von Tomatensaft).	Plenum	Versuchsvideo Bromierung von Tomatensaft	SuS beschreiben die Farbänderung im Versuch als beobachtbares chemisches Phänomen.
5'	<b>Problematisierung</b> Aufwerfen der Problemfrage: „Warum verändert sich die Farbe des Tomatensafts bei diesem Versuch?“	Einzelarbeit oder Partner:innenarbeit	Tablet, Digitaler Assistent (sprachl. Unterstützung zur Formulierung der Problemstellung)	SuS formulieren eine bearbeitbare Problemstellung für das beobachtete Phänomen.
15'	<b>Erarbeitung I</b> Erarbeiten des Zusammenhangs aus Molekülstruktur und Farbigkeit bei Polyenen mithilfe der Simulation „Farbigkeit von Polyenen“.	Einzelarbeit oder Partner:innenarbeit	Tablet, Digitaler Assistent mit eingebetteter Simulation „Farbigkeit von Polyenen“	SuS planen eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Farbigkeit mithilfe der Simulation und führen diese durch.
10'	<b>Erarbeitungsphase II</b> Ausformulierung der erarbeiteten Erkenntnisse mit selbstregulierter, binnendifferenzierter Unterstützung durch Formulierungshilfen.	Partner:innenarbeit	Tablet, Digitaler Assistent (interaktive Formulierungshilfen, digitales Glossar mit Fachtermini)	SuS analysieren die Ergebnisse ihrer Untersuchung und beschreiben den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur (delokalisierte Doppelbindungen) und Farbigkeit.
5'	<b>Auswertung und Diskussion</b> Besprechung der Ergebnisse aus der Phase im Umgang mit der Simulation.	Plenum	Whiteboard	SuS diskutieren den Einfluss der Anzahl konjugierter Doppelbindungen auf die Farbigkeit von Molekülen und wenden dies auf die Problemstellung an.
5'	<b>Sicherung</b> Zusammenfassung der Erkenntnisse und Rückbezug zur Problemstellung.	Plenum	Whiteboard	SuS erläutern die beobachtete Farbänderung im Versuch als Strukturveränderung eines Polyens im Rahmen einer chemischen Reaktion.

Sie möchten gerne die Materialien zum Unterrichtsplan? Diese finden Sie [hier](#).



Dieses Produkt ist unter der Lizenz CC BY 4.0 veröffentlicht – sofern nicht anders an einzelnen Inhalten angegeben. Die Urheber:innen sollen bei der Weiterverwendung wie folgt angegeben werden: Amina Zerouali und Jenna Koenen, Toolbox Lehrerbildung, entstanden im Projektverbund ViFoNet, lernen:digital Kompetenzzentrum Sprachen/Gesellschaft/Wirtschaft.

## Beispielhaftes Unterrichtsmaterial

The interface is titled "Farbe und Licht" (Color and Light) and features a dark blue background with various scientific illustrations. At the top left, there are four overlapping colored circles (yellow, cyan, magenta, red) and a chemical structure of a nitro-substituted azo dye. At the top right, there is a chemical structure of a long-chain polyene with a wavy line above it representing light. In the center, a green button labeled "START" is positioned next to a stick figure wearing a graduation cap and a chemical structure of a trans-stilbene derivative.

The main content area is titled "Was habt Ihr herausgefunden?" (What did you discover?). It contains the following text:

Was könnt ihr nach eurer Untersuchung mit Blick auf eure Ausgangsfrage und Hypothese festhalten? Dokumentiert die gewonnen Erkenntnisse hier.

Ergebnisse:

A large grid is provided for recording results. A speech bubble from the stick figure character says: "Versuche bei der Formulierung auf die Verwendung von Fachsprache zu achten! Formulierungshilfen findest du [HIER](#)."

A blue button labeled "WEITER >" is located at the bottom right of the main content area.

On the right side, a vertical panel is titled "ERKENNTNIS" (CONCLUSION).

At the bottom, there is a control panel with a chemical structure of a polyene and two sliders:

- Länge (Length): A slider ranging from 15 to 28, with the value 22 selected.
- Anzahl Doppelbindungen (Number of double bonds): A slider ranging from 6 to 14, with the value 11 selected.
- Abstand der Doppelbindungen (Distance between double bonds): A slider ranging from 1 to 10, with the value 5 selected.
- Anzahl Methylgruppen (Number of methyl groups): A slider ranging from 0 to 11, with the value 6 selected.

© Technische Universität München

## Fortbildungen

Sie wollen mehr zu diesem Thema erfahren? Dann besuchen Sie unsere Fortbildung:

Digital gestütztes problembasiertes Lernen im Chemieunterricht mit Fokus auf dem Thema Fachsprache (Emissionen & Autos oder Licht & Farbe)

9-12 Stunden

Präsenz & Hybrid

Dreiphasige Reihe

**Zielgruppe:** Chemielehrkräfte aller Schulformen und Klassenstufen

**Inhaltsschwerpunkte:** Ziel der dreiteiligen Fortbildung ist die Professionalisierung von Lehrkräften in Bezug auf die Gestaltung eines digitalgestützten, problembasierten und sprachsensiblen Chemieunterrichts. Im ersten Teil werden Theorien des problembasierten Lernens betrachtet und Simulationen sowie digitale Assistenten (DAN) vorgestellt, die eine problembasierte Gestaltung des Unterrichts ermöglichen. Im Anschluss wird die Bedeutung von Fachsprache thematisiert und darauf aufbauend gemeinsam ein DAN zur sprachsensiblen Gestaltung des Unterrichts angepasst. Mithilfe des Selbstlernmoduls werden im zweiten (asynchronen) Teil die fachwissenschaftlichen Themen „Autos & Emissionen“ oder „Licht & Farbe“ und zugehörige digitale Tools ergründet, bevor die Teilnehmenden diese im eigenen Unterricht einsetzen. In einer dritten Phase wird der Einsatz der digitalen Tools im eigenen Unterricht kollektiv reflektiert. Zur Förderung der Kompetenzen werden während der gesamten Fortbildung videobasierte Aufgaben integriert.

### Zielsetzung digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte

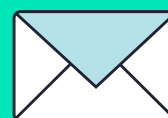
- 1 **DigCompEdu 2.2 Anpassung digitaler Ressourcen** (Redecker, 2017): Lehrkräfte passen den DAN an die Bedürfnisse ihrer Klasse an, um eine effektive und individualisierte Unterstützung sicherzustellen.
- 2 **DigCompEdu 3.1 Nutzung digitaler Tools zum Lehren** (Redecker, 2017): Lehrkräfte setzen die digitalen Tools gezielt ein, um den Chemieunterricht interaktiv und anschaulich zu gestalten.
- 3 **DigCompEdu 3.4 Selbstreguliertes Arbeiten** (Redecker, 2017): Lehrkräfte integrieren den DAN, um ein selbstständiges und strukturiertes Lernen zu ermöglichen.
- 4 **DigCompEdu 5.2 Differenzierung** (Redecker, 2017): Lehrkräfte nutzen den DAN, um binnendifferenzierte, sprachensible Materialien bereitzustellen die den Abbau sprachlicher Barrieren unterstützen und das Verständnis der Fachsprache fördern.

### Vorwissen der Lehrkräfte

- 1 **Umgang mit digitalen Endgeräten**, um Simulationen und digitale Assistenten bedienen zu können.
- 2 **Wissen zur Anpassung PowerPoint-basierter digitaler Tools**, ansonsten stehen hierfür Anleitungen bereit.

### Kontaktmöglichkeit

Amina Zerouali, Prof. Dr. Doris Lewalter, Prof. Dr. Jenna Koenen,  
Dr. Stephanie Moser und Dr. Miriam Lechner  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Didaktik der Chemie  
[amina.zerouali@tum.de](mailto:amina.zerouali@tum.de) und [jenna.koenen@tum.de](mailto:jenna.koenen@tum.de)





# Literaturverzeichnis

- Baur, R. S., & Spettmann, M. (2008).** Kompetenzen testen – leicht gemacht. C-Test für die Orientierungsstufe. In C. Bainski, & M. Krüger-Potratz (Hrsg.), *Handbuch Sprachförderung* (S. 123–131). Neue deutsche Schule.
- Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-J., Thyssen, C., & von Kotzebue, L. (2020a).** DiKoLAN: Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften. Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen. <https://dikolan.de/>
- Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-J., Thyssen, C., & von Kotzebue, L. (2020b).** Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften – DiKoLAN. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt, & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 14–43). Joachim Herz Stiftung. [https://www.joachim-herz-stiftung.de/fileadmin/user\\_upload/JHS\\_Digitale\\_Basiskompetenzen\\_Naturwissenschaften\\_Web.pdf](https://www.joachim-herz-stiftung.de/fileadmin/user_upload/JHS_Digitale_Basiskompetenzen_Naturwissenschaften_Web.pdf)
- Blumberg, E., & Mester, T. (2017a).** Kognitiv inhaltsbezogenes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In S. Miller, B. Holler-Nowitzki, B. Kottmann, S. Lesemann, B. Letmathe-Henkel, N. Meyer, R. Schroeder, & K. Velten (Hrsg.), *Profession und Disziplin – Grundschulpädagogik im Diskurs. Jahrbuch Grundschulforschung* (S. 178–184). Springer VS.
- Blumberg, E., & Mester, T. (2017b).** Motivationale und selbstbezogene Lerneffekte im inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In H. Giest, A. Hartinger, & S. Tänzer (Hrsg.), *Vielperspektivität im Sachunterricht* (S. 143–151). Klinkhardt.
- Blumberg, E., & Mester, T. (2017c).** Potentielle Gelingensbedingungen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule – auf dem Weg zu empirischen Evidenzen. In F. Hellmich, & E. Blumberg (Hrsg.), *Inklusiver Unterricht in der Grundschule* (S. 294–312). Kohlhammer.
- Brandes, R., Lang, F., & Schmidt, R. F. (2019).** *Physiologie des Menschen*. Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56468-4\\_85](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56468-4_85)
- Brown, B. A., Ryou, K., & Rodriguez, J. (2010).** Pathway Towards Fluency: Using ‘Disaggregate Instruction’ to Promote Science Literacy. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1465–1493. <https://doi.org/10.1080/09500690903117921>
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014).** The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Davson, H. (1990).** *Davson’s physiology of the eye* (5. Aufl.). Macmillan Academic and Professional Ltd.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012).** Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82, 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gieske, R., Streller, S., & Bolte, C. (2022).** Transferring Language Instruction into Science Education: Evaluating a Novel approach to Language- and Subject-Integrated Science Teaching and Learning. *RISTAL*, 5, 144–162. <https://doi.org/10.2478/ristal-2022-0111>
- Irion, T., & Hägele, N. (2020).** MuxBooks. Das Arbeitsheftkonzept der Gegenwart. *Grundschule Deutsch*, 1(65), 16–17.

- Kultusministerkonferenz. (2016).** *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Sekretariat der Kultusministerkonferenz. [https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie\\_2017\\_mit\\_Weiterbildung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf)
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016).** Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Meier, M., Kastaun, M., & Stinken-Rösner, L. (2022).** Experimentiervideos im naturwissenschaftlichen Unterricht – Lehren und Lernen mit und durch VidEX. In E. M. Watts, & C. Hoffmann (Hrsg.), *Digitale NAWigation von Inklusion. Digitale Werkzeuge für einen inklusiven Naturwissenschaftsunterricht* (S. 51–65). Springer VS.
- Ministerium für Schule und Bildung Nordrhein-Westfalen. (2019).** *Leitlinie Bildung für nachhaltige Entwicklung*. [https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Leitlinie\\_BNE.pdf](https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Leitlinie_BNE.pdf)
- Pollmeier, J., Hardy, I., Koerber, S., & Möller, K. (2011).** Lassen sich naturwissenschaftliche Lernstände im Grundschulalter mit schriftlichen Aufgaben valide erfassen? *Zeitschrift für Pädagogik*, 57, 834–853.
- Puentedura, R. R. (2013, May 29).** *SAMR: Moving from enhancement to transformation*. Ruben R. Puentedura's Weblog. <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000095.html>
- Redecker, C. (2017).** *European framework for the Digital Competence of educators: DigComp-Edu* (EUR 28775 EN). Punie, Y. (Hrsg.). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (2018).** *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2>
- Stinken-Rösner, L., & Meier, M. (2023).** Experimentiervideos – Mehr als ein Ersatz für Realexperimente. *Plus Lucis*, 3, 17–21.
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D., & La Diega, R. N. (2019).** *Chemiedidaktik an Fallbeispielen. Anregungen für die Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7>
- Tramowsky, N. (2023).** MuxBooks. Digitale Stories mit Kindern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht gestalten. In T. Irion, M. Peschel, & D. Schmeinck (Hrsg.), *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele* (S. 315–324). Grundschulverband. [https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source\\_opus=25820](https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=25820)
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022).** *DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes* (EUR 31006 EN). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/115376>
- Ziegler, M., & Stinken-Rösner, L. (2024).** Mit Hypervideos digital experimentieren. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 203, 24–29.

# Impressum

## Erschienen im

### Kompetenzverbund lernen:digital

Marlene-Dietrich-Allee 16, 14482 Potsdam

Tel: 0331-977-256362

E-Mail: [geschaeftsstelle@lernen.digital](mailto:geschaeftsstelle@lernen.digital)

## Datum der Erstveröffentlichung

Februar 2025

## Redaktion

Maike Karnebogen, Ulrike Martin,  
Dr. Luisa Scherzinger, Philip Seufert

## Gestaltung

TAU GmbH  
Köpenicker Straße 154 A, 10997 Berlin

## Autor:innen

Prof. Dr. Amitabh Banerji, Dr. Sascha Bernholt, Prof. Dr. Eva Blumberg, Theresa Brechters, Lena Luise Crummenerl, Dominik Diermann, Constantin Egerer, Dr. Carolin Flerlage, Dr. Martina Graichen, Rebecca Klein, Prof. Dr. Jenna Koenen, René Kringinger, Dr. Miriam Lechner, Dr. Stefanie Lenzer, Prof. Dr. Doris Lewalter, Prof. Dr. Silke Mikelskis-Seifert, Dr. Stephanie Moser, Prof. Dr. Ilka Parchmann, Philipp Pawels, Prof. Dr. Lisa Stinken-Rösner, Prof. Dr. Christoph Thyssen, Jun. Prof. Dr. Nadine Tramowsky, Amina Zerouali, Mathias Ziegler

Die vorliegende Veröffentlichung ist im Rahmen der Projektverbünde DigiProMIN, LFB-Labs-digital und MINT-ProNeD für das Kompetenzzentrum MINT und ViFoNet für das Kompetenzzentrum Sprachen/Gesellschaft/Wirtschaft im Kompetenzverbund lernen:digital entstanden.

Der Kompetenzverbund lernen:digital wird finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU und gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Weitere Informationen finden Sie unter [lernen.digital](https://www.lernen.digital). Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die der/des Autor:innen und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union, Europäischen Kommission oder des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wider. Weder Europäische Union, Europäische Kommission noch das Bundesministerium für Bildung und Forschung können für die verantwortlich gemacht werden.

Diese Broschüre des Kompetenzverbund lernen:digital unterstützt Lehrkräfte, Lehramtsstudierende, Referendar:innen und Lehrkräftebildner:innen der Fächer Sachunterricht, Physik, Biologie und Chemie bei der Gestaltung von digital gestütztem Unterricht. Sie bietet praxisnahe Unterrichtsentwürfe, detaillierte Verlaufspläne, anpassbare Materialien, Fortbildungsangebote und weiterführende Literatur.

Profitieren Sie von evidenzbasierten Konzepten zur unterrichtlichen Einbindung digitaler Medien, Tools und Methoden. Lassen Sie sich inspirieren, digitale Instrumente reflektiert einzusetzen und sowohl die Lernenden als auch Ihre eigenen Kompetenzen im Bereich der Digitalisierung zu stärken.