

ER-EMPFÄNGER-KONZEPT



## Kommunikation im Naturwissenschafts- unterricht

## Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (VZR: 668472729) Erscheint vierteljährlich

### Medieninhaber:

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts  
 Adr.: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien  
 Web: <https://www.pluslucis.org>  
 E-Mail: [schriftenleitung@pluslucis.org](mailto:schriftenleitung@pluslucis.org)

### Redaktion:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

### Verantwortliche Herausgeber:innen dieser Ausgabe:

Univ.-Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer, Universität Graz, Physikdidaktik  
 Assoz.-Prof. Dr. Thomas Schubatzky, Universität Innsbruck, Physikdidaktik

### Herausgeber:innenteam:

Univ.-Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer  
 Universität Graz, Physikdidaktik  
 E-Mail: [claudia.haagen@uni-graz.at](mailto:claudia.haagen@uni-graz.at)  
 Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf  
 Universität Wien, Physikdidaktik  
 E-Mail: [martin.hopf@univie.ac.at](mailto:martin.hopf@univie.ac.at)  
 Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens  
 Universität Wien, Chemiedidaktik  
 E-Mail: [anja.lembens@univie.ac.at](mailto:anja.lembens@univie.ac.at)  
 Univ.-Prof. Dr. Thomas Wilhelm  
 Universität Frankfurt, Physikdidaktik  
 E-Mail: [wilhelm@physik.uni-frankfurt.de](mailto:wilhelm@physik.uni-frankfurt.de)

### Bezugshinweise:

Das Abonnement der Zeitschrift ist für Vereinsmitglieder im Mitgliedsbeitrag inkludiert.

Ein institutionelles Abonnement (z. B. für Bibliotheken) ist zum Bezugspreis von 40 Euro im Jahr möglich.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer:innen, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Für die Inhalte der Artikel sind ausschließlich die namentlich genannten Autor:innen verantwortlich.

### Titelbild (Umschlag):

Reden über das Sender-Empfänger Modell.  
 Dall-E und ChatGPT

## Inhalt

Kommunikation im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	4
Dozieren wir noch oder interagieren wir schon?	
<i>Claudia Haagen-Schützenhöfer (Universität Graz), Markus Obczovsky (Universität Graz)</i>	
physikdidaktik.at .....	9
Die neue Website der österreichischen Physikdidaktik	
<i>Angelika Bernsteiner, Florian Budimaier, Esmeralda Campos, Matthias Fasching, Armin Lässer, Kerstin Lindmaier, Markus Obczovsky, Zeynep Topdemir, Sarah Wildbichler</i>	
Zwischen Verstehensillusion und Wissenserwerb.....	10
Wie kann man mit Erklärvideos nachhaltig lernen?	
<i>Christoph Kulgemeyer und Madeleine Hörnlein</i>	
Beschreiben, Erklären & Co.....	13
Sprachliche Kompetenzen im Physikunterricht im Kontext des neuen Lehrplans der SEK I	
<i>Milan Nemling</i>	
Analytisches Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht.....	17
<i>Christoph Gut, Josiane Tardent</i>	
Mit Modellen und über Modelle kommunizieren.....	22
Kommunikation, Modellieren, Erkenntnisgewinnung	
<i>Markus Obczovsky, Kristina Fricke</i>	
(Falsch-)Informationen aus sozialen Medien als Thema im Naturwissenschaftsunterricht.....	26
<i>Angelika Bernsteiner</i>	
Instagram - Teil des Alltags, Teil des Physikunterrichts.....	30
<i>David Gamperl</i>	
Integration von ChatGPT in den Physikunterricht.....	34
Zwei unterrichtspraktische Beispiele	
<i>Philipp Bitzenbauer und Antonia Bauer</i>	

# Editorial

Liebe Leser:innen,

Kommunikation im Naturwissenschaftsunterricht: Mehr als nur Worte

Kommunikation ist ein zentrales Element im naturwissenschaftlichen Unterricht. Sie entscheidet darüber, ob Lernende ein tiefgehendes Verständnis von naturwissenschaftlichen Fachinhalten entwickeln, kritisch reflektieren und eigene Ideen formulieren können. Kommunikation im Unterricht umfasst dabei jedoch weit mehr als die klassische Interaktion zwischen Lehrperson und Schüler:innen. Sie erstreckt sich auf unterschiedliche Ebenen: von der Wissensvermittlung durch Lehrkräfte über die Diskussion zwischen Lernenden bis hin zur Kommunikation mit digitalen Medien und künstlicher Intelligenz. Dementsprechend ermöglicht zeitgemäßer Naturwissenschaftsunterricht, Kommunikation über die Grenzen des Klassenzimmers hinaus in gesellschaftliche Diskurse einzubringen, während gleichzeitig fachliche und gesellschaftliche Fragestellungen in den Unterricht zurückfließen und die fachliche Auseinandersetzung bereichern.

Das vorliegende Heft widmet sich der Kommunikation in ihren vielfältigen Formen und beleuchtet, wie sie Lernprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht unterstützt und auch Lernziel sein kann.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Interaktion im Klassenzimmer. Wie können Lehrkräfte produktive Gespräche initiieren, die über bloße Wissensabfrage hinausgehen? Der Basisartikel von Claudia Haagen-Schützenhöfer und Markus Obczovsky gibt dazu einen Überblick über verschiedene Kommunikationsvarianten und deren Anwendung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Zudem beleuchtet Christoph Kulgemeyer in seinem Beitrag das Phänomen der Verstehensillusion, das auftritt, wenn Lernende glauben, Inhalte verstanden zu haben, ohne tatsächlich ein fundiertes Wissen aufzubauen.

Darüber hinaus spielen Sprache und Argumentation eine zentrale Rolle. Milan Nemling diskutiert die Bedeutung sprachlicher Operatoren im Physikunterricht und zeigt auf, wie die Förderung sprachlicher Kompetenzen gezielt erfolgen kann. Christoph Gut-Glanzman und Josiane Tardent stellen ein Modell zur Förderung des Argumentierens im Naturwissenschaftsunterricht vor, das dazu beiträgt, dass Schüler:innen



**Claudia Haagen-Schützenhöfer**



**Thomas Schubatzky**

wissenschaftliche Erkenntnisse kritisch hinterfragen und überzeugend vertreten können. Der Beitrag von Markus Obczovsky und Kristina Fricke zeigt, wie Modelle nicht nur Wissen veranschaulichen, sondern als Werkzeuge zur Erkenntnisgewinnung dienen und durch reflektierte Kommunikation Lernprozesse fördern.

In einer digitalisierten Welt nimmt Kommunikation über soziale Medien einen immer größeren Stellenwert ein. Angelika Bernsteiner geht der Frage nach, wie Fake News in sozialen Medien erkannt und in den naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden können. In eine ähnliche Richtung geht der Beitrag von David Gamperl, der mit einem innovativen Social-Media-Projekt zeigt, wie Schüler:innen physikalische Inhalte in einem öffentlichen Rahmen kommunizieren können.

Schließlich wirft dieses Heft auch einen Blick auf die Rolle der künstlichen Intelligenz. Philipp Bitzenbauer analysiert, wie ChatGPT im Physikunterricht eingesetzt werden kann, um Reflexionsprozesse zu fördern, aber auch welche Herausforderungen damit einhergehen.

Kommunikation im naturwissenschaftlichen Unterricht ist vielfältig. Sie ermöglicht es Lernenden nicht nur, Wissen zu erwerben, sondern auch aktiv am wissenschaftlichen Diskurs teilzunehmen. Wir hoffen, dass dieses Heft Ihnen wertvolle Impulse liefert, um Kommunikation gezielt in Ihren Unterricht zu integrieren und weiterzuentwickeln.

Viel Freude beim Lesen!

Claudia Haagen-Schützenhöfer & Thomas Schubatzky

# Kommunikation im naturwissenschaftlichen Unterricht

## Dozieren wir noch oder interagieren wir schon?

*Claudia Haagen-Schützenhöfer (Universität Graz), Markus Obczovsky (Universität Graz)*

Kommunikation bildet das Herzstück der meisten Unterrichtssituationen – nicht nur im Sprachunterricht, sondern in jedem Unterrichtsfach, so auch im naturwissenschaftlichen Unterricht. Doch wie im Unterricht kommuniziert wird, hat sich in den letzten Jahrzehnten gewandelt [1].

Zum einen hat sich das Bild von Lernen stark verändert und damit auch von Unterrichtskommunikation. Die Vorstellung der Professorin, die vom Pult aus doziert und Lernenden naturwissenschaftliche Fakten „eintrichtert“, ist längst nicht mehr zeitgemäß. Der sogenannte „Nürnberger Trichter“ funktioniert nicht und Kommunikation im Unterricht umfasst weit mehr als den einseitigen Austausch von Informationen. Eine Grundannahme des konstruktivistischen Lernverständnisses ist, dass Lernen ein aktiver Prozess ist und in Interaktion stattfindet. Lernen bedeutet daher vielmehr Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden bzw. den Lernenden untereinander, bei der Bedeutung ausverhandelt und neues Wissen (gemeinsam) konstruiert wird. Beim Ausverhandeln kommunizieren alle beteiligten Interaktionspartner:innen und nutzen dabei unter anderem verbale Sprache, Gesten, Bilder und Modelle. Wie wir kommunizieren, bestimmt also, ob und wie Lernende neue Lerninhalte verstehen und in ihre bestehende Vorstellungswelt einordnen können.

Zum anderen trägt auch die Kompetenzorientierung im Unterricht dazu bei, dass sich Unterrichtskommunikation verändert [2]. Dabei wird der Fokus von einer reinen Inputorientierung („Was vermittelt die Lehrperson?“) hin zu einer Outputorientierung verschoben („Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten zeigen die Schüler:innen?“). Diese Ausrichtung erfordert Unterrichtssettings mit Gelegenheiten, um diese Kompetenzen entwickeln können und um diese erworbenen Kompetenzen folglich als Output „sichtbar“ zu machen. Dazu müssen Lernende selbst aktiv und produktiv kommunizieren. Zusätzlich werden in den meisten Kompetenzmodellen naturwissenschaftliche Kommunikationskompetenzen explizit als Output vorgegeben. Lernende sollen über Fachinhalte sowie naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in verschiedenster Form (z. B. mit Diagrammen oder Modellen) kommunizieren können. Kompetenzorientierter Unterricht fordert somit einen stärkeren Fokus auf produktive Kommunikation von Lernenden, sei es durch Argumentationen (vgl. den Beitrag von Christoph Gut-Glanzman und Josiane Tardent), Präsentationen, Diskussionen oder der Entwicklung eigener Erklärungen unter Verwendung naturwissenschaftlicher Hilfsmittel, wie Fachsprache, Modelle, Diagramme und ähnlichem (vgl. die Beiträge von Christoph Kulgemeyer; Milan Nemling; Markus Obczovsky und Kristina Fricke). Die Beiträge in diesem Heft

sollen Ihnen unterschiedlichste Anregungen für die Gestaltung Ihrer Unterrichtskommunikation liefern.

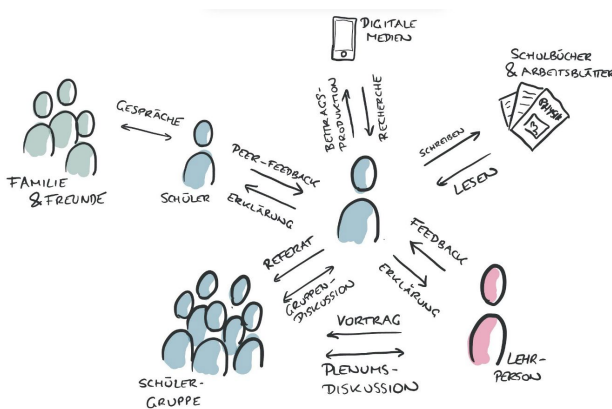
Nicht nur Unterricht und unser Wissen über guten Unterricht entwickeln sich weiter, auch gesellschaftliche Rahmenbedingungen verändern sich und wirken als externe Faktoren auf Unterricht. Der technologische Fortschritt eröffnet beispielsweise neue Möglichkeiten von Kommunikation, auch im Unterricht, wie etwa den Einsatz von Erklärvideos (vgl. den Beitrag von Christoph Kulgemeyer), die Nutzung von KI (vgl. den Beitrag von Philipp Bitzenbauer) oder das Erstellen von Instagram-Beiträgen (vgl. den Beitrag von David Gamperl). Andererseits ergeben sich daraus aber auch neue Anforderungen an Kommunikation: Schüler:innen müssen zum Beispiel lernen, sorgsam und reflektiert mit Social-Media-Inhalten umzugehen (vgl. den Beitrag von Angelika Bernsteiner).

Dieser Überblicksartikel legt zuerst den Fokus auf eine weit verbreitete Form des Unterrichtsgesprächs im Physikunterricht, den fragend-entwickelnden Unterricht, und beleuchtet ihn kritisch. Vor diesem Hintergrund stellen wir alternative Ansätze vor, die interaktive und dialogische Kommunikation fördern. Dabei ist das Ziel, sowohl die Aushandlung von Bedeutungen zu ermöglichen als auch Lerngelegenheiten zu schaffen, in denen Schüler:innen fachbezogene Sprachhandlungen aktiv üben und anwenden können.

### 1. Wer mit wem und wie? – Kommunikation im naturwissenschaftlichen Unterricht

Kommunikation im Unterricht unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von Alltagskommunikation. Sie ist geprägt von strukturellen Besonderheiten [3]: Sie ist nicht freiwillig, meist asymmetrisch und nicht gleichberechtigt. Für Lehrpersonen ergeben sich dadurch einige Herausforderungen. Erstens nehmen Schüler:innen nicht immer freiwillig an der Kommunikation im Unterricht teil. Daher müssen Lehrpersonen Wege finden, Schüler:innen zu motivieren, sich aktiv an einer Interaktion zu beteiligen, sei es durch intrinsische oder extrinsische Faktoren. Zum Beispiel durch spannende Kontexte oder entsprechende Aufgabenstellungen. Zweitens haben Lehrpersonen und Schüler:innen unterschiedliche Voraussetzungen: Lehrpersonen verfügen im Gegensatz zu ihren Schüler:innen über vertieftes Fachwissen und umfassendere naturwissenschaftliche Konzepte. Diese Unterschiede prägen die Kommunikation im Unterricht zum Beispiel insofern, dass die Kommunikation meist von den Lehrpersonen gesteuert wird. Lehrkräfte geben Denkanstöße, lenken die Diskussion und bieten Rück-

meldungen, während Schüler:innen eher auf diese Impulse reagieren. Ziel ist es, durch diesen dialogischen Austausch die Lernenden zu befähigen, zunehmend eigenständig naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu erfassen, zu argumentieren und zu kommunizieren. Drittens sprechen Lehrpersonen und Schüler:innen oft eine andere Sprache: Während Lehrpersonen typischerweise Bildungs- bzw. Fachsprache verwenden, kommen Schüler:innen vorwiegend mit ihrer Alltagssprache und damit verbundenen Alltagskonzepten in den Unterricht. Dabei ist gerade eine gemeinsame Sprache als Basis für fachliche Aushandlungen entscheidend. Diese gemeinsame sprachliche Basis ist meistens die Alltagssprache, die es ermöglicht, Verstehensprozesse anzustoßen und Konzepte auszuhandeln. Ausgehend von der Alltagssprache können Lernende sorgsam zur Bildungs- und Fachsprache geführt werden, die als Sprache des Verstandenen dient, während die Alltagssprache für die Verstehensprozesse und die konzeptuelle Aushandlung unverzichtbar bleibt. Viertens bringt naturwissenschaftliche Fachsprache besondere Anforderungen mit sich, die auch eine gezielte Metakommunikation erfordern. Dabei geht es darum, den Umgang mit sprachlichen Mitteln selbst zum Thema im Unterricht zu machen. Lehrpersonen können gezielt sprachliche Stolpersteine ansprechen und so helfen, sprachliche Barrieren abzubauen. Diese Reflexion soll eine gemeinsame Grundlage für den Unterricht schaffen und so Schüler:innen dabei unterstützen ihre fachlichen Konzepte und sprachlichen Kompetenzen weiterzuentwickeln.



**Abbildung 1: Beispielhafte Kommunikationsformen zwischen den verschiedenen Interaktionspartnern im und um Unterricht (Obczovsky, CC BY 4.0)**

Kommunikation im naturwissenschaftlichen Unterricht findet auf verschiedenen Ebenen statt (siehe Abbildung 1) und kann vielfältige Interaktionsformen annehmen. Sie reicht vom klassischen Lehrervortrag an die gesamte Klasse über mündliches oder schriftliches Feedback an einzelne Schüler:innen bis hin zum Austausch der Schüler:innen in Gruppenarbeit oder bei Präsentationen. Auch der Einsatz von Unterrichtsmaterialien oder digitalen Medien gehört dazu. Besonders spannend ist, dass diese Kommunikation oft über den Klassenraum hinauswirkt: Naturwissenschaftliche Themen und Phänomene können Gespräche mit Freunden und Familie anregen oder durch Social Media weiterverbreitet werden. Umgekehrt können auch

Fragen oder Impulse aus dem Alltag der Schüler:innen in den Unterricht einfließen. Jede dieser Kommunikationsformen kann auf ihre Weise dazu beitragen, Wissen aufzubauen und Kompetenzen zu entwickeln. Eine Übersicht dieser Ebenen verdeutlicht, wie komplex und facettenreich Unterrichtskommunikation gestaltet sein kann. Abbildung 1 stellt diese Formen und ihre Beziehungen zueinander dar.

## 2. Star mit Schattenseiten – Das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch

Im Textkasten (Textkasten 1) finden Sie einen Ausschnitt aus einem Unterrichtsgespräch in einer 4. Klasse (8. Schulstufe) mit 26 Schüler:innen. Zielsetzung des Unterrichtsgesprächs ist es, mit den Schüler:innen den Sehvorgang mittels Sender-Empfänger-Modell zu erarbeiten. Wie gut gelingt das?

Wie der Name dieser Kommunikationsform bereits erahnen lässt, ist die grundsätzliche Idee eines solchen fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs, Schüler:innen aktiv miteinzu beziehen und in wechselseitiger Interaktion, in dem Fall durch gezielte Fragen, schrittweise zur Lösung heranzuführen. Auf diesem Weg soll gemeinsam Wissen konstruiert werden.

### 2.1 Charakteristika fragend-entwickelnder Unterrichtsgespräche

Im Folgenden betrachten wir dieses fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch aus einer konstruktivistischen Perspektive auf Lernen mithilfe einiger Reflexionsfragen aus Textkasten 2. Insbesondere wollen wir in den Blick nehmen, inwiefern tatsächlich Interaktionen zwischen Lehrperson und Schüler:innen stattfinden, in denen Bedeutung ausverhandelt wird.

#### Rollenverteilung in der Kommunikation – Wer spricht und wie werden Schüler:innen einbezogen?

Im Unterrichtsgespräch (Textkasten 1) spricht hauptsächlich die Lehrperson, vereinzelt steuern insgesamt vier Schüler:innen Stichworte oder Halbsätze bei. Die Lehrperson nutzt diese Stichworte und Halbsätze und vervollständigt sie, um das Gespräch weiterzuführen. Die Lernenden nehmen kaum an der Interaktion teil und haben kaum Gelegenheiten, ihre Gedanken zu entwickeln oder auszuformulieren.

#### Fragetechnik – Wie lenkend sind die Fragen und wie wird diskutiert?

Die Lehrperson startet das Unterrichtsgespräch mit einer Ja-Nein-Frage, gefolgt von einer Warum-Frage. Danach stellt sie schnell hintereinander größtenteils Fragen, in denen bestimmte einzelne Wörter gesucht sind und leitet so durch das Unterrichtsgespräch. Die Lehrperson verwendet Suggestivfragen „Da gibts noch was, beginnt mit N und leitet elektrische Signale weiter? N-eeee-rrr...“, die auf genau einen Begriff, ein Stichwort abzielen. An einigen Stellen gibt die Lehrperson nur

**LEHRPERSON:** Wie funktioniert das Sehen? Was brauchen wir, um etwas zu sehen?

**ZEYNEP:** Unsere Augen.

**LEHRPERSON:** Ja, die Augen sind wichtig. Aber stellen wir uns vor, es ist komplett dunkel. Könnt ihr dann etwas sehen?

**ZEYNEP:** Ja, nach einer Weile, weil sich die Augen anpassen.

**LEHRPERSON:** Es stimmt, dass sich unsere Augen bis zu einem gewissen Grad an Dunkelheit anpassen können. Aber was ist, wenn es komplett dunkel ist, können wir da etwas sehen?

**PHILLIP:** Hm. Äh. Nein? (fragend)

**LEHRPERSON:** Warum denkst du, können wir nichts sehen?

**PHILLIP:** Weil es kein Licht gibt? (fragend)

**LEHRPERSON:** Genau, wir brauchen Licht, damit wir etwas sehen können. Jetzt schauen wir uns diese Pflanze hier an. Warum können wir die Pflanze sehen, wenn das Licht eingeschaltet ist?

**ZEYNEP:** Weil das Licht von der Lampe zur Pflanze geht.

**LEHRPERSON:** Das ist richtig, die Lampe beleuchtet die Pflanze. Aber reicht das schon aus, um sie zu sehen? Wenn ich hier dieses Blatt Papier zwischen die Pflanze und meine Augen halte, kann ich die Pflanze sehen?

**ILVA:** Nein. Natürlich nicht.

**LEHRPERSON:** Ja, warum denn nicht?

(Pause, 3 Sekunden)

**PHILLIP:** Weil das Bild von der Pflanze dann nicht ins Auge kommt, logischerweise, da ist ja das Blatt im Weg.

**LEHRPERSON:** Genau. Also scheinbar muss etwas ins Auge kommen. Nämlich das Licht von der Pflanze wird in unser Auge weitergesendet. Viele denken, das Auge „schickt“ etwas zur Pflanze, aber das ist nicht der Fall. Stattdessen kommt das Licht von der Pflanze in unser Auge. Und was passiert dann?

**ILVA:** Das Licht wird gebündelt?

**LEHRPERSON:** Richtig, unsere Linse bündelt das Licht. Und wo landet es?

**ZEYNEP:** Auf der Netzhaut?

**LEHRPERSON:** Genau, dort entsteht ein physikalisches Bild. Und wie wird dieses physikalische Bild zum Gehirn gebracht?

(Pause, 2 Sekunden)

**LEHRPERSON:** Wie heißen denn die Leitungen im Körper, die Signale weiterleiten?

**ZEYNEP:** Über Adern?

**LEHRPERSON:** Nein, da wird das Blut transportiert. Da gibts noch was, beginnt mit N und leitet elektrische Signale weiter? N-eeee-rrr ...

**ILVA:** Nerven?

**LEHRPERSON:** Nerven, ja, der Sehnerv. Perfekt! Der Sehnerv leitet das physikalische Bild als elektrische Signale an unser Gehirn weiter. In unserem Gehirn entsteht dann ein Bild der Pflanze, quasi ein psychologisches Bild. Jetzt überlegen wir: Wenn wir das mit dem Sender-Empfänger-Modell erklären, wer ist der Sender?

(Pause, 1 Sekunde)

**LEHRPERSON:** Na, woher kommt das Licht denn?

**OLEG:** Die Lampe?

**LEHRPERSON:** Das ist natürlich auch richtig. Die Lampe ist ein Lichtsender und sendet Licht zur Pflanze. Genau, aber der entscheidende Lichtsender im Sehvorgang ist die Pflanze, weil sie das Licht weitersendet. Und wer ist der Empfänger?

**PHILLIP:** Das Auge.

**LEHRPERSON:** Genau, das Auge ist der Empfänger.

kurze (zu kurze?) Nachdenkpausen. Die Lehrperson schafft auch keine expliziten Gelegenheiten, die Diskussionen anzuregen. Bedeutungsaushandlungen finden, wenn überhaupt, nur sehr reduziert statt.

### Dialogische Unterrichtskultur – Wie werden Schüler:innen aktiv in die Kommunikation einbezogen?

Die Lehrperson nimmt die Beiträge der Schüler:innen wertschätzend entgegen. Sie korrigiert fehlerhafte Beiträge jedoch gleich selbst. Sie geht nicht weiter auf zugrundeliegende Schülervorstellungen ein, wie etwa, dass sich die Augen im Dunkeln anpassen oder die Annahme, dass das Licht von der Lampe und nicht von der Pflanze kommt. Oberflächlich betrachtet entsteht zwar der Eindruck eines Dialoges zwischen der Klasse und der Lehrperson, bei genauerer Betrachtung zeigt sich allerdings, dass der Austausch nur zwischen der Lehrperson und vier Schüler:innen stattfindet. Die restlichen 22 Schüler:innen der Klasse bleiben kommunikativ passiv, sie werden nicht aktiv miteinbezogen. Es gibt auch keine Indikatoren dafür, ob bzw. wie viele dieser 22 „stummen“ bzw. unbeteiligten Schüler:innen durch das Unterrichtsgespräch kognitiv aktiviert werden. Auch der Austausch zwischen Schüler:innen untereinander wird von der Lehrperson nicht aktiv gefördert. Insgesamt haben die Schüler:innen durch diese Art der Unterrichtskommunikation keine Gelegenheit ihre Vorstellungen und Ideen (weiterzu-)entwickeln oder Fragen zu stellen.

### Strukturierung und Verknüpfung von Inhalten – Wer steuert und strukturiert den Unterrichtsverlauf?

Die Lehrperson gibt den Verlauf des Gesprächs gänzlich vor: Sie thematisiert ein Phänomen und weiß schon vorab, wie genau das Unterrichtsgespräch verlaufen wird und wo sie hinwill. Die Schüler:innen beeinflussen das Gespräch bzw. den Gesprächsverlauf kaum, sie fungieren überwiegend als Stichwortgeber. Wenn das passende bzw. erwünschte Stichwort nicht genannt wird, dann nutzt die Lehrperson enge Fragestellungen, teilweise auch suggestive Fragen, oder beantwortet ihre eigenen Fragen selbst, um ans Ziel (ans Stichwort) zu kommen. Die Lehrperson teilt die Erklärung in kleine, fragmentierte Häppchen und stellt am Ende keinen Gesamtzusammenhang des Sehvorgangs dar.

## 2.2. Fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräche – Ein Blick auf Forschungsergebnisse

Dass Physikunterricht vielfach von fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächen geprägt ist, zeigen nicht nur anekdotische Erfahrungen wie die oben dargestellte Unterrichtssituation, sondern auch Forschungsergebnisse. Ähnliche Kommunikationsmuster wie in unserem Beispiel zeigten sich beispielsweise

◀ *Textkasten 1: Unterrichtskommunikation: Der Sehvorgang und das Sender-Empfänger-Modell in einer 4. Klasse mit 26 Schüler:innen, Physikunterricht, Optik*

auch in der IPN-Videostudie [4]. Die IPN-Videostudie ist eine zentrale Untersuchung zur Kommunikationsstruktur im Physikunterricht und wurde unter anderem durch die Befunde aus TIMSS und PISA angeregt, die Kompetenzdefizite deutscher Schüler:innen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht aufzeigten. Das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch wird sehr häufig eingesetzt, ist jedoch stark gelenkt und bietet den Schüler:innen wenig Raum für eigenständige Überlegungen. Laut der Studie folgen die Fragen oft einem bestimmten Schema, das Schüler:innen zwar durch den Lernstoff führt, aber kritische und kreative Denkprozesse stark einschränkt. Diese Vorgehensweise führt häufig zu einer Fragmentarisierung des Wissens. Die Lehrkraft zerlegt das Unterrichtsthema in kleine Wissenspartikel, die von den Schüler:innen punktuell ergänzt werden. Dadurch bleibt der Gesamtzusammenhang eines Themas für viele Schüler:innen unklar, was langfristig zu einem oberflächlichen Verständnis führen kann. Die Unterrichtskommunikation gleicht dabei einem Ping-Pong-Spiel aus Fragen und Antworten: Die Lehrkraft stellt die Fragen, die vor allem auf die Reproduktion von Fachwissen abzielen, und die Antworten der Schüler:innen bleiben oft kurz und wenig reflektiert. Diese Kontrolle durch die Lehrkraft erweckt den Eindruck eines Dialogs, reduziert die Schüler:innen jedoch zu passiven „Stichwortlieferanten“. Kognitiv aktivierende Fragen, die eine tiefere Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand ermöglichen, kommen kaum vor. Ebenso fehlen Gelegenheiten für Schüler:innen, produktiv zu kommunizieren oder eigene Ideen einzubringen. Forschungsbefunde unterschiedlicher Bereiche legen nahe, dass fragend-entwickelnder Unterricht in dieser Form weder konzeptuelles Verständnis noch naturwissenschaftliche Kommunikationskompetenzen wie Begründen, Erklären oder Argumentieren fördert. Die geringe kognitive Aktivierung und die Fragmentarisierung des Wissens können zudem die Lernmotivation negativ beeinflussen [4].

### 3. Strategien zur Gestaltung von dialogischer Unterrichtskommunikation

Die Analyse des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs in Abschnitt 2 verdeutlicht, dass diese Form der Kommunikation häufig stark gelenkt ist und Lernenden wenig Raum für eigenständige Denkprozesse bietet. Zwar schafft der Ansatz Gelegenheiten für den Austausch zwischen Lehrperson und (meist wenigen) Schüler:innen, jedoch bleibt das Potenzial für eine aktive, dialogische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Konzepten oft ungenutzt. Wie kann Unterrichtskommunikation gestaltet werden, um diese Herausforderungen zu überwinden? In diesem Abschnitt werden Strategien und Ansätze vorgestellt, die dazu beitragen, die Unterrichtskommunikation dialogischer und kompetenzorientierter zu gestalten.

#### 3.1 Alle Schüler:innen aktiv in die Kommunikation einbeziehen

Eine dialogische Unterrichtskommunikation setzt voraus, dass alle Schüler:innen die Möglichkeit haben, aktiv an der Inter-

aktion teilzunehmen. Methoden wie „Think-Pair-Share“ oder „Ich-Du-Wir“ [5] fördern diese Einbindung, indem sie Raum für individuelles Nachdenken, kooperative Diskussionen und Plenumsbeiträge schaffen. Diese Herangehensweise regt eigenständige Denkprozesse an und fördert die Motivation. Beispiel: „Überlegt allein, ob eine Katze ihre Besitzerin in absoluter Dunkelheit sehen kann, und notiert eure Begründungen. Tauscht euch danach mit eurem Sitznachbarn aus und teilt eure Überlegungen im Plenum.“

#### 3.2 Bedeutungen aushandeln und konzeptuelles Verständnis fördern

Die Fähigkeit, Bedeutungen auszuhandeln und Konzepte zu entwickeln, ist zentral für einen lernförderlichen naturwissenschaftlichen Unterricht [1]. Dialogische Lehrstrategien, bei denen Lehrpersonen Schülerantworten aufgreifen, hinterfragen und weiterentwickeln, ermöglichen es Lernenden, ihre Vorstellungen zu artikulieren, zu reflektieren und mit wissenschaftlichen Konzepten abzugleichen [6]. Ein solches Vorgehen erfordert kognitiv-aktivierende Impulse der Lehrperson. Lehrpersonen sollten die Lernprozesse der Schüler:innen viel mehr unterstützen, indem sie ihnen Raum geben, selbstständig zu denken und zu handeln, ohne durch zu schnelles Eingreifen ihre Eigenständigkeit zu hemmen. Statt vorgefertigte Lösungen zu präsentieren, sollten sie Schüler:innen ermutigen, eigene Lernwege zu hinterfragen und weiterzuentwickeln. Beispiel: „Aishe schlägt vor, dass die Pflanze im Dunkeln Licht aussendet, das dann ins Auge gelangt. Welche Argumente sprechen für oder gegen diese Erklärung? Könnt ihr eine Alternative vorschlagen?“

#### 3.3 Eigenständigkeit und kritisches Denken fördern

Die Förderung von Eigenständigkeit und kritischem Denken erfordert Aufgaben, die Raum für Hypothesenbildung, Problemlösung und Reflexion lassen. Lernende sollten nicht nur Antworten finden, sondern auch die Prozesse und Annahmen hinterfragen, die zu diesen Antworten führen. Das eigenständige Entwickeln und Überprüfen von Hypothesen stärkt nicht nur die Problemlösekompetenz, sondern fördert auch das kritische Denken [7]. Durch solche Ansätze können Lernende die Verbindung zwischen wissenschaftlichen Konzepten und realen Anwendungen herstellen. Beispiel: „Erstellt ein Modell des Sehvorgangs, das ihr euren Mitschüler:innen erklären könnt. Welche Annahmen liegen eurem Modell zugrunde, und wie könnten diese überprüft werden?“

#### 3.4 Fachbezogene Kommunikationskompetenzen entwickeln und diagnostizieren

Im naturwissenschaftlichen Unterricht steht nicht nur das Verstehen von Konzepten im Fokus, sondern auch die Entwicklung fachbezogener Sprachkompetenzen [2]. Sprachhandlungen wie Beschreiben, Erklären, Begründen und Diskutieren

spielen eine zentrale Rolle für die Kommunikation im Unterricht und die gesellschaftliche Teilhabe der Schüler:innen. Um diese Kompetenzen zu fördern, können Lernende zum Beispiel eigene Erklärungen entwickeln, Diagramme interpretieren oder Argumentationen in Peer-Reviews diskutieren. Der neue Unterstufenlehrplan Physik betont die Bedeutung dieser Sprachhandlungen ausdrücklich. Für die Diagnose solcher Kompetenzen bieten sich Rubrics (Beurteilungsraster) oder gezielte Beobachtungsbögen an, die Sprachhandlungen systematisch bewerten. Diese Werkzeuge ermöglichen es Lehrpersonen, individuelle Fortschritte sichtbar zu machen und gezielt zu fördern. Beispiel: „Analysiert diese Darstellung zum Sehvorgang. Welche Informationen vermittelt sie, und wie würdet ihr sie jemandem erklären, der den Sehvorgang noch nicht kennt?“

### 3.5 Ergebnisse strukturieren und reflektieren

Das strukturierte Zusammenfassen von Zwischenergebnissen hilft Lernenden, den roten Faden eines Themas zu erkennen und aktiv an der Diskussion teilzunehmen. Diese Reflexionsphasen können sowohl durch die Lehrperson als auch durch Schüler:innen selbst moderiert werden. Sie schaffen nicht nur Klarheit, sondern fördern auch die Eigenverantwortung der Lernenden. Beispiel: „Was haben wir bisher über den Sehvorgang herausgefunden? Fasst die wichtigsten Punkte noch einmal zusammen und notiert euch Fragen, die noch offen sind. Im Anschluss werden wir die Zusammenfassungen und die Fragen gemeinsam diskutieren. Wer möchte die Moderation übernehmen?“

## 4. Eigene Unterrichtskommunikation reflektieren

Viele von uns haben selbst als Schüler:innen und später im Studium viel fragend-entwickelnde Kommunikation erlebt. Diese Erfahrungen prägen uns und führen oft dazu, dass wir unbewusst ähnliche Kommunikationsmuster übernehmen. Um den eigenen „Kommunikationsstil“ im Unterricht bewusst zu reflektieren, gibt es verschiedene Ansätze: Unterrichtsaufnahmen (datenschutzrechtlich anspruchsvoll), kollegiale Hospitationen oder die eigene Selbstreflexion. Die folgenden Reflexionsfragen können dabei helfen, das eigene Kommunikationsverhalten gezielt zu hinterfragen und Unterricht kommunikativer und dialogischer zu gestalten. Probieren Sie es einmal aus!

Claudia Haagen-Schützenhöfer *Universität Graz*  
 Markus Obczovsky *Universität Graz, Unterrichtskommunikation, Unterrichtsgespräch, Interaktion*

► **Textkasten 2: Checkliste zur Reflexion von Unterrichtskommunikation**

<p><b>Reflexion von Unterrichtskommunikation</b></p> <p><b>Rollenverteilung in der Kommunikation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Erhalten die Schüler:innen ausreichend Gelegenheit, sich in die Unterrichtskommunikation einzubringen?</b> Bin ich als Lehrperson die dominante Sprecher:in, oder haben die Schüler:innen ausreichend Gelegenheit, eigene Beiträge zu leisten?</li> <li>• <b>Beziehe ich die Schüler:innen aktiv und kognitiv aktivierend in die Kommunikation ein?</b> Nutze ich ihre Beiträge als „Stichworte“, oder gebe ich den Schüler:innen die Möglichkeit, eigene Gedanken und Zusammenhänge zu entwickeln?</li> </ul>
<p><b>Fragetechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sind meine Fragen kognitiv aktivierend?</b> Fördern meine Fragen eigenständiges Denken statt reproduktivem Nachplappern?</li> <li>• <b>Vermeide ich suggestive Fragen?</b> Stelle ich sicher, dass meine Fragen nicht darauf abzielen, eine spezifische Antwort zu erzwingen?</li> <li>• <b>Nutze ich Fragen, die Diskussionen anregen?</b> Sind meine Fragen so gestaltet, dass sie zum Austausch zwischen Schüler:innen führen, oder richten sie sich nur an einzelne Lernende?</li> <li>• <b>Gebe ich den Schüler:innen ausreichend Zeit zum Nachdenken?</b> Warte ich nach dem Stellen einer Frage mindestens 3–5 Sekunden, oder gehe ich gleich weiter in „meinem Text“?</li> </ul>
<p><b>Dialogische Unterrichtskultur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fördere ich den Austausch zwischen Schüler:innen?</b> Ermutige ich die Schüler:innen, aufeinander zu reagieren und miteinander zu diskutieren, anstatt ausschließlich mit mir als Lehrperson zu kommunizieren?</li> <li>• <b>Achte ich darauf, dass alle Schüler:innen einbezogen werden?</b> Vermeide ich, dass nur eine kleine Gruppe von Schüler:innen regelmäßig zu Wort kommt, während andere eher passiv bleiben?</li> <li>• <b>Schaffe ich Raum für Beiträge der Schüler:innen?</b> Gibt es Gelegenheiten, in denen Schüler:innen eigene Fragen, Hypothesen oder Ideen einbringen können?</li> <li>• <b>Gehe ich wertschätzend auf Schüler:innenvorstellungen ein?</b> Werden Vorstellungen, auch wenn sie fachlich nicht angemessen sind, wertschätzend aufgenommen und in den Unterrichtsverlauf eingebunden?</li> </ul>
<p><b>Strukturierung und Verknüpfung von Inhalten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mache ich die Lernziele klar?</b> Kommuniziere ich deutlich, was die Schüler:innen am Ende der Stunde verstanden oder erreicht haben sollen?</li> <li>• <b>Vermeide ich die Fragmentierung von Wissen?</b> Zerlege ich das Thema in viele kleine Wissensfragmente, oder unterstütze ich Schüler:innen dabei, den Gesamtzusammenhang zu erkennen?</li> <li>• <b>Steuere ich den thematischen Verlauf des Unterrichts überwiegend selbst?</b> Gebe ich die Struktur vollständig vor, oder lasse ich auch die Schüler:innen die Richtung mitbestimmen?</li> </ul>
<p><b>Eigenständigkeit und kritisches Denken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fördere ich eigenständiges Denken?</b> Gestalte ich Aufgabenstellungen und Fragen so, dass Schüler:innen eigene Lösungswege entwickeln können?</li> <li>• <b>Lasse ich Raum für selbstständiges Denken und Problemlösen?</b> Nutze ich Aufgaben und Fragestellungen, bei denen die Schüler:innen eigenständig Hypothesen entwickeln und untersuchen können?</li> <li>• <b>Haben die Schüler:innen Gelegenheit, kritisch nachzufragen?</b> Ist es in meinem Unterricht möglich, dass Schüler:innen auch die Lehrperson hinterfragen oder alternative Lösungsansätze diskutieren?</li> </ul>
<p><b>Balance zwischen Alltagssprache und Fachsprache</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nutze ich eine gemeinsame Sprache?</b> Wähle ich meine Sprache im Unterricht so, dass sie für alle Schüler:innen verständlich ist und gleichzeitig den Übergang zur Fachsprache unterstützt?</li> <li>• <b>Knüpfe ich an die Alltagssprache und die Alltagsvorstellungen der Schüler:innen an?</b> Fördere ich sprachliche und inhaltliche Aushandlungsprozesse, die von den Alltagsvorstellungen der Schüler:innen zu fachlichen Konzepten und der Anwendung von Fachsprache führen?</li> <li>• <b>Setze ich Fachbegriffe sinnvoll ein?</b> Führe ich Fachbegriffe ein, erkläre ich sie und binde ich sie so ein, dass die Schüler:innen sie aktiv anwenden können?</li> </ul>
<p><b>Reflexion der eigenen Kommunikation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bin ich metakommunikativ?</b> Spreche ich über den Kommunikationsprozess selbst, um Missverständnisse zu klären und die Verständigung zu fördern?</li> <li>• <b>Reflektiere ich den Kommunikationsprozess mit den Schüler:innen?</b> Spreche ich darüber, wie wir im Unterricht kommunizieren, und hinterfrage ich gemeinsam mit den Schüler:innen, ob die Kommunikation für alle verständlich und effektiv ist?</li> <li>• <b>Ermögliche ich Schüler:innen, ihren eigenen Sprachgebrauch zu reflektieren?</b> Fördere ich die Fähigkeit der Schüler:innen, ihre Denk- und Kommunikationsprozesse zu hinterfragen und weiterzuentwickeln?</li> </ul>

## Literatur

- [1] Albrecht, C. (2022). Gesprächsformen im Unterricht. Der aktuelle Diskurs. In C. Albrecht (Hrsg.), *Literärästhetische Erfahrung und literärästhetisches Verstehen: Eine empirische Studie zu ästhetischer Kommunikation im Literaturunterricht (ÄSKIL)* (S. 19–75). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-65672-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-65672-3_3)
- [2] Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2013). Schülerinnen und Schüler erklären Physik—Modellierung, Diagnostik und Förderung von Kommunikationskompetenz im Physikunterricht. In *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 225–240). Waxmann.
- [3] Pineker-Fischer, A. (2017). *Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16353-2>
- [4] Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 799–821. <https://doi.org/10.25656/01:4489>
- [5] Ulm, V. (2002). Ich, Du, Wir: Ein Lern- und Arbeitsprinzip im Mathematikunterricht. *Praxis Schule* 5-10, 4, Article 4.
- [6] Lehesvuori, S., Ramnarain, U., & Viiri, J. (2018). Challenging Transmission Modes of Teaching in Science Classrooms: Enhancing Learner-Centeredness through Dialogicity. *Research in Science Education*, 48(5), 1049–1069. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9598-7>
- [7] Paul, R., & Elder, L. (2006). *Critical thinking competency standards*. Foundation for critical thinking Dillon Beach. <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/CT-competencies%202005.pdf>

# physikdidaktik.at

## Die neue Website der österreichischen Physikdidaktik

Angelika Bernsteiner, Florian Budimaier, Esmeralda Campos, Matthias Fasching, Armin Lässer, Kerstin Lindmaier, Markus Obczovsky, Zeynep Topdemir, Sarah Wildbichler

Die österreichische Community in der Physikdidaktik ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Mittlerweile hat sich eine enge Zusammenarbeit inklusive eigener Jahrestagung etabliert. Wir wollen eine Vernetzung zwischen dieser Community und Physiklehrpersonen in Österreich stärken. Zu diesem Zweck haben wir als ersten Schritt eine neue Website ins Leben gerufen, welche sich besonders an Physiklehrpersonen richtet.

Ziel der Website ist es, einerseits die Ergebnisse der physikdidaktischen Forschung Lehrpersonen gebündelt und übersichtlich zu kommunizieren und andererseits als Ansprechpersonen für Rückmeldungen und Bedürfnisse aus der Praxis sichtbar zu werden. Neben **Neuigkeiten aus der Physikdidaktik** und Informationen zu aktuellen **Fortbildungen** bietet die Website vor allem einen Überblick dazu, welche **Unterrichtskonzeptionen** für die jeweiligen Themenbereiche der österreichischen Physik-Lehrpläne geeignet sind. Zu jeder Unterrichtskonzeption

sind alle Materialien als Download direkt über die Website verfügbar, gemeinsam mit einer kurzen Beschreibung des Inhalts sowie der vorhandenen empirischen Evidenzen. Abgerundet wird das Angebot durch eine **Sammlung nützlicher Links** und eine **Übersicht aller Personen**, die in Österreich im Bereich der Physikdidaktik arbeiten. Diese können bei Fragen zu den Unterrichtskonzepten oder zum Physikunterricht allgemein kontaktiert werden.

Schauen Sie auf [physikdidaktik.at](https://physikdidaktik.at) und nutzen Sie unsere Angebote für Ihren Physikunterricht! Die Website wird in Zukunft noch weiter ausgebaut werden, wir freuen uns dazu auf Ihre Vorschläge und Anregungen per E-Mail an [info@physikdidaktik.at](mailto:info@physikdidaktik.at).



# Zwischen Verstehensillusion und Wissenserwerb

## Wie kann man mit Erklärvideos nachhaltig lernen?

Christoph Kulgemeyer und Madeleine Hörnlein

Erklärvideos spielen für den Physikunterricht immer häufiger eine wichtige Rolle: Lehrkräfte integrieren Erklärvideos zum Beispiel in instruktionalen Phasen in den Unterricht oder sie lassen ihre Lernenden sogar Erklärvideos selbst produzieren. Gerade Letzteres gilt als besonders authentische Lerngelegenheit nicht nur für physikalische Fachkonzepte, sondern auch für fachbezogene Kommunikationskompetenz [1]. Allerdings spielen Erklärvideos zu physikalischen Themen auch außerhalb des Unterrichts eine Rolle. Selbst ohne direkte Anleitung wählen sich Lernende Erklärvideos aus, zum Beispiel für Hausaufgaben oder zur Prüfungsvorbereitung. Erklärvideos werden auch zu Unterhaltungszwecken rezipiert, sei es von Schüler:innen oder einfach von der breiten Öffentlichkeit. Es ist sogar gut möglich, dass die Auseinandersetzung mit Erklärvideos primär im Rahmen informellen Lernens stattfindet. In Erklärvideos kann man also eine Art Grenzformat sehen zwischen formaler Bildung, Wissenschaftsjournalismus und unterhaltender, populärwissenschaftlicher Darstellung physikalischer Themen.

In der Literatur gibt es mittlerweile umfangreiche Forschungsarbeiten dazu, was Erklärvideos gut verständlich macht. Es deutet aber viel darauf hin, dass es nicht die Qualität der Videos allein ist, die für guten Unterricht mit Erklärvideos entscheidend ist – es kommt vor allem auch auf die Einbettung an. Besonders relevant ist das interessanterweise nicht einmal für den Lernerfolg aus Videos, sondern für den „Eindruck“, den Lernende durch das Video von ihrem Lernerfolg vermittelt bekommen. Beizeiten vermitteln Erklärvideos nämlich tatsächlich nur das: den Eindruck, ein Thema verstanden zu haben, während dies objektiv nicht der Fall ist. Dies wird in der Literatur als „Verstehensillusion“ bezeichnet. Man sollte diese Illusion jetzt nicht leichtfertig als bloßes Gefühl ohne weitere Folgen abtun: das Gefühl, etwas verstanden zu haben, ist vermutlich wichtig für das Erleben weiteren Unterrichts (der dann als redundant und langweilig empfunden wird, wenn man glaubt, die Inhalte bereits verstanden zu haben) und am Ende wohl sogar dafür, ob ein Video bei Plattformen wie YouTube gut bewertet wird oder nicht. In diesem Beitrag soll ein Fokus darauf gelegt werden, wie mit Erklärvideos gelernt werden kann, ohne dass die Gefahr einer Verstehensillusion zu groß wird. Dabei sind besonders das langfristige Behalten und das Vertiefen der Inhalte eines Videos wichtig

### 1. Erklären als Prozess

Erklärvideos anzusehen hat vor allem an zwei Stellen des Unterrichts einen Ort: zum Aufbau neuer Fachkonzepte und zur Wiederholung von Fachkonzepten, zum Beispiel für Prüfun-

gen oder Aufgaben. Zum Aufbau neuer Konzepte sollten sie empirisch nachweisbar nur verwendet werden, wenn der Fachinhalt zu komplex ist, als dass Lernende ihn selbst erarbeiten können. Das ist in der Physik sehr häufig der Fall, zum Beispiel weil gängige Schülervorstellungen den Aufbau von Fachkonzepten erschweren. Zur Wiederholung von Fachinhalten ist der Ort naturgemäß eher am Ende einer Unterrichtsreihe und das Lernen individualisierter, weil Lernende sich eventuell selbst die für sie wichtigen Videos aussuchen. Auch die Produktion von Erklärvideos durch Lernende erfolgt eher am Ende einer Unterrichtsreihe, wenn bereits viel Fachwissen vorhanden ist und genügend kognitive Kapazitäten frei sind, um darüber nachzudenken, wie dieses Wissen für eine bestimmte Zielgruppe aufbereitet werden kann.

Wenn Erklärvideos zum Aufbau neuer Konzepte eingesetzt werden, sind sie von ihrer Grundanlage her (im Unterricht) eigentlich auch nicht anders zu bewerten als Erklärungen, die Lehrkräfte in ihre Unterrichtsstunden einbauen. In beiden Fällen handelt es sich um instruktionale Erklärungen, nur das Medium unterscheidet sich. Weder bei Videos noch bei Erklärungen durch Lehrkräfte würde man natürlich den Unterricht allein auf dieses Erklären beschränken, sie würden nur eingebettet in einen Unterrichtsverlauf auftreten. Um zu verstehen, wie man Erklärvideos in den Unterricht einbettet, muss man sich zunächst vorstellen, wie der Lernprozess mit Erklärvideos ablaufen kann. Kulgemeyer und Schecker (2012) [2] beschreiben Erklären als einen Prozess der Bedeutungsaushandlung zwischen erklärender Person und Adressat:in der Erklärung: Fachinhalte müssen so erklärt werden, dass der:die Adressat:in der Erklärung *mitdenken* kann (z. B. indem die zentralen Inhalte durch gesonderte Hinweise betont werden) und ein „*Bild im Kopf*“, also eine Vorstellung vom erklärten Inhalt, entsteht (z. B. durch gut gewählte Beispiele oder geeignete Experimente). Die Forschung (z. B. [3]) hat diverse Qualitätskriterien identifiziert, die als „Stellschrauben“ genau dabei helfen, diese „kognitive Aktivierung“ (also das Mitdenken) und „konstruktive Unterstützung beim Bilden mentaler Modelle“ (also das Erzeugen adäquater Vorstellungen) zu erreichen. Neben guten Beispielen bzw. experimentellen Veranschaulichungen sind dies u. a. eine gute Wahl der Sprachebene (in allen Facetten von Fach- und Alltagssprache), der Ebene der Mathematisierung, von Illustrationen und Animationen, aber auch sogenanntes minimales Erklären. Lernende können nämlich von sich aus kaum erkennen, was die zentralen Inhalte eines Videos sind und was vielleicht interessante, aber davon ablenkende Randinformationen. Im Zentrum der empirisch nachweisbaren Kriterien für gute Erklärvideos steht aber ein altes didaktisches Credo: die Anpassung an den Wissensstand der Lernenden. Das ist bei

Videos tatsächlich besonders wichtig. Lehrkräfte, die erklären, können sich an die Voraussetzungen ihrer Lernenden anpassen, indem sie diagnostizieren, was verstanden wird und wo es hakt. Videos können dies von der Grundanlage her schon nicht. Kulgemeyer (2018) [3] beschreibt dies als besondere Herausforderung, da die Zielgruppe des Videos vorher festgelegt ist und ein fiktives Bild dieser Zielgruppe die Produktion des Videos leitet – das muss aber nicht unbedingt der Realität entsprechen. Umso wichtiger ist die Einbettung eines Videos in den Unterrichtsverlauf. Besonders zentral ist hier, wie bereits angedeutet, dass Videos nur dann verwendet werden sollten, wenn die erklärten Inhalte zu komplex sind, um sie sich durch Eigenarbeit selbst zu erklären. Außerdem spielen aufbauende Lernaufgaben eine besondere Rolle: die erklärten Inhalte müssen selbstständig weiter vertieft werden [3]. Ein Erklärvideo ohne eine solche Einbettung im Unterricht zu verwenden, wäre streng genommen gar kein Unterricht: Erklärvideos können *Element* des Unterrichts sein, diesen aber selbstverständlich nicht *ersetzen*. Selbst ideal konstruierte Videos transportieren die Physik schließlich nicht automatisch direkt in die Köpfe der Lernenden. Erklärvideos sind zunächst einmal ein Instruktionsmaterial wie jedes andere auch, sei es ein Lehrbuch, ein Schülerexperiment oder Selbstlernmaterial. Das bedeutet auch, dass Lernende lernen müssen, mit diesen Instruktionsmaterialien erfolgreich zu arbeiten.

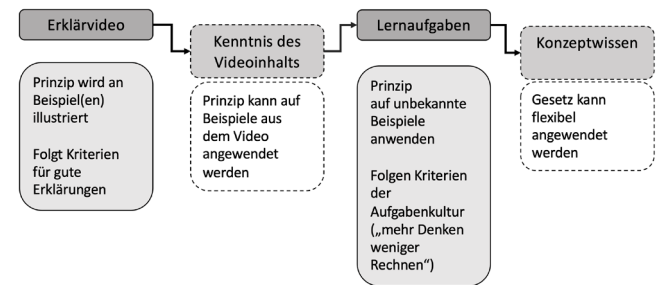
Die Studie von Sterzing (2022) [4] zeigt das besonders eindrucksvoll. Der Autor hat zwei fachlich korrekte Videos zur Elektrizitätslehre produziert, deren Erklärqualität sich aber nach den oben genannten Kriterien unterschied: Es gab also ein leicht verständliches und ein schwieriger verständliches Video. Man hätte jetzt erwarten können, dass aus dem schlechter verständlichen Video auch der Inhalt schlechter behalten wird – das wurde aber nicht beobachtet, tatsächlich wurde aus beiden Videos gleich gut gelernt. In der Studie wurde allerdings auch der Prozess des Lernens mit dem Video genauer analysiert und hier findet sich die Lösung. Im schlechten Video haben die Lernenden öfter zurückgespult, um zentrale Inhalte öfter anzusehen – im guten Video wurde häufiger vorgespult und damit sogar Inhalt übersprungen. Hier spielen zwei Effekte eine Rolle. Der erste ist in der Psychologie als „desirable difficulty“ bekannt: Material, das „zu leicht verdaulich“ aussieht, kann zu einer oberflächlichen Auseinandersetzung verführen. Hier liegt der Schlüssel also nicht darin, wie gut das Material gestaltet ist, sondern wie es wahrgenommen wird. Der zweite Effekt liegt dann in den Fähigkeiten der Lernenden: Sofern Fähigkeiten vorhanden sind, die dazu führen, dass man auch mit schlechterem Instruktionsmaterial arbeiten kann, kann damit auch gut gelernt werden. Für die Rolle der Lernenden beim Arbeiten mit Erklärvideos ist es bedeutsam, diese zwei Komponenten zu berücksichtigen: sowohl ihre Fähigkeiten beim Umgang mit Videos sind wichtig für das Ergebnis als auch ihre Einstellung dem konkreten Video gegenüber.

Für erfolgreiches Lernen mit Erklärvideos braucht es also dreierlei: gutes Instruktionsmaterial, die Fähigkeit, damit arbeiten

zu können aufseiten der Lernenden und eine gute Einbettung in den Unterricht vonseiten der Lehrenden.

## 2. Was ist für nachhaltiges Lernen entscheidend?

Die Einbettung des Videos bestimmt also mit, wie nachhaltig der Lerninhalt verstanden wird. Zunächst sollte man sich vergegenwärtigen, dass das Ziel des Lernens mit Erklärvideos nicht ist, nur die Inhalte des Videos zu behalten – Ziel ist das allgemeine Prinzip zu verstehen, das erklärt wurde. In solchen Videos würde normalerweise ein allgemeines Prinzip durch Beispiele illustriert werden, zum Beispiel das dritte Newtonsche Axiom durch Rudern. Es reicht aber nicht aus zu behalten, dass das dritte Newtonsche Axiom Rudern erklärt: Lernende sollen das Prinzip auch auf unbekannte Beispiele übertragen können, zum Beispiel den Raketenantrieb. Nach einem Erklärvideo allein ist das vermutlich nicht der Fall. Sie sollten lernen, das allgemeine Prinzip auf andere Beispiele als die, die im Video vorkamen, anwenden zu können. Das spricht für die Einbettung von Videos durch Lernaufgaben, in denen genau das verlangt wird.



**Abbildung 1: Wissensentwicklung durch Erklärvideos (adaptiert nach [5])**

In Abbildung 1 ist die Einbettung von Erklärvideos zum Aufbau neuer Konzepte schematisch dargestellt. Das ist natürlich nur ein grober Ablauf, keine Skizze einer Unterrichtsstunde. Das Erklärvideo ist hier der Ausgangspunkt für Lernen: In dem Video wird ein neues Prinzip eingeführt. Idealerweise kann danach das Prinzip wiedergegeben und auf die Beispiele, mit denen es eingeführt wurde, angewendet werden. Nun folgen darauf aufbauende Aufgaben, in denen die Lernenden sich selbstständig mit dem erklärten Stoff auseinandersetzen. Hier wird die Anwendung auf bekannte Beispiele weiter geübt und das neue Prinzip auf bislang unbekannte Beispiele angewendet. Dadurch wird das neue Wissen besser mit dem Vorwissen vernetzt und zudem flexibler. Gerade dies ist für nachhaltiges Lernen der Schlüssel: Das Wissen wird nicht so schnell wieder vergessen, wenn es besser verankert wird.

Methodisch kann das natürlich verschieden aufgeschlüsselt werden. Zudem braucht es vor dem Einsatz des Videos sicherlich noch eine Phase, in der die Relevanz des erklärten Inhalts deutlich gemacht wird, und am Ende auch noch eine Phase, in der der neue Lerninhalt gesichert wird. Hier unterscheidet

sich der Einsatz von Erklärvideos aber nicht davon, wie guter Unterricht generell aufbereitet werden sollte.

### 3. Vom Gefühl, verstanden zu haben

Man kann die Qualität des Einsatzes von Erklärvideos im Unterricht also nicht allein auf die Qualität des Videos beschränken. Doch das Material allein beeinflusst nicht nur den Wissenserwerb, es vermittelt – wie oben bereits angedeutet – auch einen Eindruck des Wissenserwerbs selbst. Kulgemeyer und Wittwer (2022) [6] haben dies für Erklärvideos aus der Physik gezeigt, die bestimmte, typische Fehlvorstellungen enthalten. Wenn man Videos zum Kraftbegriff so aufbaut, dass ein physikalisch zwar falsches, aber nah an den typischen Schüler:innenvorstellungen zu dem Thema liegendes Wissen vermittelt wird, dann können Lernende nicht erkennen, dass das Video problematisch ist. Noch mehr jedoch: Sie sind nach so einem Video umso überzeugter von dem falschen Wissen und lernen aus solchen Videos sogar mehr falsches Wissen als eine Vergleichsgruppe aus einem fachlich korrekten Video korrekte Physik. Außerdem sind Lernende nach diesen Videos stark davon überzeugt, das Thema verstanden zu haben und keinen weiteren Unterricht mehr zu benötigen. Das ist ein typisches Beispiel für eine Verstehensillusion. Kulgemeyer, Hörnlein und Sterzing (2022) [7] konnten dann zeigen, dass es nicht am Medium des Videos liegt, dass man eine Verstehensillusion bekommt, sondern diese auch nach Lehrbuchtexten resultieren kann. Das spricht dafür, dass es sich um ein Problem handelt, das allgemein Selbstlernphasen, in denen sich Lernende eigenständig mit Instruktionsmaterial befassen, belastet.

Wie kommt es zu Verstehensillusionen? Vermutlich spielen hier mehrere psychologische Mechanismen eine Rolle. Der erste erklärt gut, dass Videos, die Schüler:innenvorstellungen als korrekte Erklärungen darstellen, Verstehensillusionen verursachen. Solche Videos führen einfach nicht zu kognitiven Konflikten, sondern vermitteln den Eindruck, dass das Vorwissen korrekt sei. Wer fühlt sich nicht gerne bestätigt in seinen Vorannahmen? Das ist motivationstheoretisch nachvollziehbar: Menschen fühlen sich durch das Ansehen solcher Videos kompetent (da die Vorannahmen bestätigt wurden) und zudem autonom (da sie die Inhalte in der Regel selbst ausgewählt haben). Sie fühlen sich sogar sozial eingebunden in der Community, die solche Videos auf Plattformen wie YouTube ansieht: gerade die Bindung an bestimmte Kanäle sollte man hier nicht unterschätzen. Kompetenzerleben, Autonomieerleben und soziale Eingebundenheit sind erwiesenermaßen Kriterien, die die Motivation erhöhen [8]. Man kann hier sagen: Schüler:innenvorstellungen sind gewissermaßen ja auf Physik bezogene „Vorurteile“, und Videos, die Vorurteile bedienen, kommen aus diesen Gründen nun einmal gut an. Ein weiterer Mechanismus, der eine Rolle spielt, ist der bekannte Dunning-Kruger-Effekt [9]. Insbesondere Lernende mit geringer Kompetenz können ihre Leistungen schlecht einschätzen, weil es sie überfordert – und neigen dazu, sich eher zu überschätzen. Rozenblit und Keil (2002) [10] weisen zudem auf einen weiteren Mechanismus hin: Lernende,

die ein Phänomen an der *Oberfläche deuten* können, schließen oft fälschlicherweise darauf, auch die *zugrundeliegenden Prinzipien verstanden* zu haben. Bei Erklärvideos würde das bedeuten, dass vor allem besonders eindruckliche Beispiele, die das Verstehen eigentlich fördern, auch dazu führen können, dass ein Trugschluss dieser Art wahrscheinlicher wird: Lernende verstehen das Beispiel und denken, sie würden auch die gesamte damit zusammenhängende Physik verstehen. In Summe bedeutet das, dass Erklärvideos, die Schüler:innenvorstellungen als fachlich korrekte Videos darstellen, besonders gefährlich sind, weil bei ihnen alle drei Mechanismen vorkommen. Natürlich würde man diese nicht willentlich im Unterricht einsetzen, aber tatsächlich gibt es bei YouTube eine Reihe von Videos, die Schüler:innenvorstellungen mindestens nahelegen. Wenn man jetzt davon ausgeht, dass diese auf Lernende positiv wirken, könnte es gut sein, dass sie auch gut bewertet werden und demzufolge bei der Suche nach Videos recht weit oben auftauchen. Das könnte also zum Problem werden, wenn Lernende sich selbstständig Videos suchen, um sich zum Beispiel auf Prüfungen vorzubereiten. In diesem Sinne spricht eigentlich nichts dagegen, dass man als Lehrkraft Tipps dazu gibt, welche Videos sich besonders eignen.

Aber auch fachlich korrekte Videos verführen dazu, dass man die eigene Kompetenz überschätzt, die letzten beiden Mechanismen unterstützen dies. Wie geht man also damit um? Auch hier ist der Schlüssel, dass die Videos eingebettet in Lernaufgaben auftauchen. Hörnlein, Riese und Kulgemeyer (2024) [11] haben dazu eine Studie mit Erklärvideos zum Energiekonzept durchgeführt. Hier wurden Lernende, die Transferaufgaben nach einem Video bearbeiten, verglichen mit Lernenden, die nur das Video anschauen. Es zeigte sich, dass nach dem Video das eigene Leistungsvermögen stark überschätzt wurde und dieser Eindruck keinen Zusammenhang mit der objektiv gemessenen Leistung hatte – also eine Verstehensillusion vorlag. Nur für die Gruppe, die Aufgaben bearbeitet hat, konnte sich diese auflösen: Insbesondere langfristig (nach acht Wochen wurde noch einmal getestet) zeigte diese Gruppe ein recht realistisches Bild der eigenen Leistung – und hatte zudem noch recht viel aus den Videos behalten.

Was heißt das nun? Zunächst einmal sind Lernaufgaben ein vielversprechender Faktor, der sowohl für das langfristige Behalten beim Lernen aus Erklärvideos als auch für den Abbau von Verstehensillusionen wichtig ist. Es gibt sicherlich noch andere Möglichkeiten, diese Ziele zu erreichen, aber Lernaufgaben sind ein guter Weg. Insbesondere könnte das auch etwas über das Lernen in Selbstlernphasen allgemein aussagen: Es braucht vermutlich einfach immer eine Art „Korrektiv“ nach Phasen, in denen Stoff selbstständig angeeignet wurde – wenn man nicht die Möglichkeit hat, sich als scheiternd zu erleben, wird man nicht merken, dass man sich überschätzt.

**Literatur siehe Seite 21**

# Beschreiben, Erklären & Co

## Sprachliche Kompetenzen im Physikunterricht im Kontext des neuen Lehrplans der SEK I

Milan Nemling

Das Kommunizieren über physikalische Themen ist ein wesentlicher Bestandteil des neuen Lehrplans aus Physik. In zahlreichen Kompetenzformulierungen in allen Klassenstufen steht das „adressatengerechte Erläutern“ oder „Erklären“ sowie „Beschreiben“ im Fokus [1]. Dabei stellt sich erstens die Frage, welche Bedeutung die Operatoren im Lehrplan sowie in unterrichtlichen Aufgabenstellungen haben, und zweitens, was denn „adressatengerecht“ eigentlich bedeutet. Um die Bedeutung der Operatoren für Aufgabenstellungen aufzuzeigen, nutzen wir ein Beispiel aus einem Schulbuch der 6. Schulstufe. Mit dem „Konkretisierungsraster“ nach Tajmel [2] nutzen wir ein Werkzeug, mit dem wir sprachliche Mittel, die bei der Beispielaufgabe zum *Beschreiben* oder *Erklären* notwendig sind, identifizieren und uns den sprachlichen Herausforderungen, die solche Aufgaben mit sich bringen, bewusster werden können.

In einem Schulbuch der 6. Schulstufe sollen Schüler:innen die Ausbreitung von Licht, das durch mehrere Löcher aus einem Tetrapack dringt, *beschreiben* und *erklären*, wie man die Lichtbündel, die aus dem Karton dringen, sichtbar machen könnte [3]. Nun könnte eine mündliche, in diese Situation eingebundene und unter Schüler:innen ausgetauschte Aussage so lauten:

*„Wenn ich in den Karton reinleuchte, kommt das Licht bei den Löchern raus. Dann sieht man so Punkte, zum Beispiel da an der Wand. Und nimm mal das Tafeltuch. Wenn du da den Staub rausklopfst, kannst du sogar die Lichtstrahlen sehen. Klopf mal, sieht cool aus.“*

Im Schulbuch steht dazu hingegen:

*„Von der Lampe strömt jeden Moment die gleiche Menge Licht aus. Das Licht strömt geradlinig in alle Richtungen. Durch Schlitzze und Löcher im Karton fällt ein Teil davon als Lichtbündel in das Zimmer. In der Luft kannst du ein Lichtbündel nicht erkennen. Es wird aber sichtbar, wenn es am Boden entleuchtet oder wenn Staubteilchen oder Nebeltröpfchen das Licht in deine Augen weitersenden. An der Zimmerwand siehst du Lichtflecken. Diese sind umso lichtschwächer, je weiter die Wand entfernt ist. Die von der Lampe abgegebene Lichtmenge verteilt sich auf eine größere Fläche.“ [3]*

Sicherlich erkennen Sie in diesem Beispiel die Unterschiede in Bezug auf den verwendeten Wortschatz sowie die Satz- und Textstruktur. Während die Schüler:innen miteinander situationsbezogen und eher alltagssprachlich kommunizieren, kommen im Schulbuchtext spezifische physikalische Begriffe (Licht senden/Lichtsender, Lichtbündel, Lichtmenge, Staubteilchen etc.) ebenso zum Einsatz wie besondere Satzstrukturen („Wenn-dann“-Beziehungen, „Je-desto“-Sätze usw.). Mit dem

nun im Lehrplan verankerten „Sprachbewussten Fachunterricht“ [4] sollen Schüler:innen in jedem Fach dabei unterstützt werden, die Unterschiede zwischen der Alltagssprache, also ihrer alltäglichen Kommunikationsform, und der Bildungssprache mit den sprachlichen Herausforderungen des jeweiligen Faches beherrschen zu lernen und in ihrer Kommunikation an den Adressaten anzupassen.

Von den Schüler:innen wird in der Aufgabe im Schulbuch erwartet, dass sie das Phänomen *beschreiben* und *erklären*. Im neuen Physik-Lehrplan spielen diese sprachlichen Operatoren [4] – neben anderen, wie *begründen* oder *argumentieren*, die in diesem Artikel nicht näher thematisiert werden – eine große Rolle. Operatoren kommen in den didaktischen Grundsätzen des Lehrplans ebenso vor wie in den Kompetenzbeschreibungen. Grundsätzlich haben Operatoren eine Reihe von Funktionen: In Aufgabenstellungen im Unterricht sollen sie Aufgaben konkretisieren und Erwartungen in Bezug auf die Antwort transparent machen. Im Gegensatz zu den ebenfalls vorkommenden „W“-Fragen („Wie dringt das Licht aus dem Karton?“), die eher „unscharf“ erscheinen [5] und wenig Rückschlüsse darauf zulassen, welche Art von Antwort erwartet wird, sollen Operatoren signalisieren, welche Tätigkeiten beim Bearbeiten der Aufgabe erwartet werden, und helfen, die Intention der Aufgabe besser zu verstehen. [5] Dennoch erfordern sie von den Schüler:innen anspruchsvolle kognitive und sprachliche Leistungen [2]. Die Schüler:innen müssen Fachinhalte, die sie kommunizieren möchten, mit sprachlichen Handlungen verknüpfen. Welche sprachlichen Handlungen das sind, müssen sie mit ihrem Wissen über den Operator und dessen Verwendung im jeweiligen Unterrichtsfach entscheiden. Denn sogar hier unterscheiden sich häufig die Bedeutungen von Operatoren – eine Erklärung im Deutschunterricht kann eine andere Sprachhandlung und -nutzung erfordern als eine Erklärung im Physikunterricht. Auch im Alltag werden Operatoren vielfältig verwendet. „Erkläre mir mal, wie das Spiel funktioniert!“ erfordert beispielsweise eine andere Erklärung als die Frage „Kannst du mir erklären, warum dein Zimmer noch nicht aufgeräumt ist?“. Für den Physikunterricht hat die deutsche Kultusministerkonferenz (KMK) die Leistungen, die im Zusammenhang mit Operatoren (auch solchen, die nicht direkt mit Sprachhandlungen in Verbindung stehen, z. B. *planen*, *analysieren* oder *zeichnen*) erwartet werden, in einer Tabelle zusammengefasst [6]. Weil diese Kriterien beispielsweise für zufriedenstellende Erklärungen und Beschreibungen aber häufig unklar sind, bleiben auch die Erwartungen in Bezug auf die Bearbeitung einer Aufgabe im Physikunterricht für die Schüler:innen (und vielleicht auch für uns selbst) oft intransparent.

Doch welche Kriterien müssen nun eigentlich erfüllt sein, um etwas zufriedenstellend zu *beschreiben* oder zu *erklären*? Welcher Operator passt für welche Aufgabe? Zur Klärung dieser Fragen werden wir uns nun näher mit sprachlichen Operatoren auseinandersetzen, die im Lehrplan sowie in unterrichtlichen Aufgabenstellungen häufig vorkommen.

### 1. „Erklären“, „Erläutern“ und „Beschreiben“ in Kompetenzbeschreibungen und Aufgabenstellungen

Der Operator *Beschreiben* ist im Physik-Lehrplan aller Klassenstufen der SEK I (wie auch im Lehrplan vieler anderer Sachfächer) zu finden. Schon in der 2. Klasse sollen die Schüler:innen „die Zusammensetzung sichtbarer Strahlung (...) analysieren und Ergebnisse dieser Untersuchung unter Anwendung von fachspezifischem Wortschatz adressatengerecht beschreiben.“ [1] Der Operator *Beschreiben* kommt zum Einsatz, wenn Schüler:innen „Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte (...) oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache“ wiedergeben sollen [7]. Beschreibungen natürlicher Phänomene sind wahrnehmungsbezogene Beschreibungen – bei ihnen soll laut Tajmel [2] explizit nicht auf Wissen zurückgegriffen werden. Manchmal jedoch beschränkt sich das *Beschreiben* nicht auf die beobachtbare Umgebung, sondern muss auch auf nicht direkt beobachtbare Vorgänge und Zustände angewendet werden [8]. Bei der Aufgabe „Beschreibe, wie du das Licht aus dem Tetra-Pack sichtbar machen kannst!“ ist es beispielsweise denkbar, dass die Schüler:innen den Versuch gar nicht durchführen. In diesem Fall wird also keine wahrgenommene Beobachtung beschrieben. Die Schüler:innen müssen daher hier auf bestehendes Wissen zurückgreifen, relevante Merkmale identifizieren und diese möglichst objektiv, strukturiert und detailgenau wiedergeben. Ein wesentlicher Unterschied des Operators *Beschreiben* zu den Operatoren *Erklären* und *Erläutern* liegt darin, dass Begründungen oder Interpretationen, warum etwas geschieht, nicht vorkommen.

Die Operatoren *Erläutern* und *Erklären* kommen im Physikunterricht häufig vor. Das *Erläutern* von Sachverhalten wird im Lehrplan aller SEK I-Klassen gefordert. *Erklären* ist als Operator Teil zahlreicher Aufgabenstellungen in verschiedenen Klassenstufen. Die deutsche KMK hat die häufigsten Operatoren mit Beschreibungen und Beispielen in einer Tabelle [6] zusammengefasst. Hier wird das *Erläutern* als „*Verständlich machen wesentlicher Seiten eines Sachverhalts/ Gegenstands/ Vorgangs an Beispielen oder durch zusätzliche Informationen*“ charakterisiert, während das *Erklären* als „*Strukturen, Prozesse, Zusammenhänge, usw. eines Sachverhaltes erfassen und auf allgemeine Aussagen/ Gesetze zurückführen*“ definiert wird.

Die Operatoren unterscheiden sich in einigen Punkten. Während das *Erläutern* häufig anhand von Beispielen erfolgt („Erläutere am Beispiel des schwingenden Lineals, wie Töne mit verschiedenen Tonhöhen entstehen können.“), steht beim *Erklären* eher der Bezug auf allgemeine Aussagen oder Zusam-

menhänge im Vordergrund („Erkläre, wie der Lichtstrahl sichtbar wird, wenn er durch Rauch oder Staub hindurch geht.“). Beide Operatoren haben jedoch einige Gemeinsamkeiten, weswegen Vollmer [9] *Erklären* und *Erläutern* unter dem Sammelbegriff *Explaining* beschreibt. Bei beiden spielen das Erfassen und Ergründen eines Sachverhalts zentrale Rollen. Außerdem müssen laut Vollmer beim *Erklären/ Erläutern* im Unterschied zum *Beschreiben* die Ursachen von Ereignissen, Situationen, Phänomenen oder Prozessen genannt werden.

### 2. Analyse der sprachlichen Herausforderungen der Beispielaufgabe

Wir möchten uns der sprachlichen Anforderungen, die in Bezug auf das *Beschreiben* und das *Erklären* in der Beispielaufgabe vorhanden sind, bewusst werden. Dafür nutzen wir das Konkretisierungsraster nach Tajmel [2] und variieren die Aufgabenstellung aus dem Schulbuch in Bezug auf die sprachlichen Operatoren. Das Raster bezieht sich insbesondere auf drei Bereiche [4]:

- sprachliche Operatoren: Wir setzen uns mit sprachlichen Operatoren auseinander und werden uns der Erwartungen bewusst, die wir mit einem Operator in Bezug auf die Lösung der Aufgabe verbinden.

#### Beispiel 1:

Klasse: 2	Thema: Ausbreitung von Licht	Datum: 16.10.2024
<b>Aufgabenstellung</b>	Schneide den oberen Teil eines Getränkekartons ab, und mache in den Boden und die Seitenwände viele kleine Löcher. Halte den Karton über eine Lampe. Beschreibe, was du im Zimmer erkennen kannst. Beschreibe auch, wie du das Licht, das aus dem Karton dringt, sichtbar machen kannst.	
<b>Operator Sprachhandlung</b>	Beschreiben	
<b>ausformulierter Erwartungshorizont</b>	Durch die Löcher im Karton strömt das Licht der Lampe. Der Lichtstrahl ist in der Luft zu sehen, wenn man ihn durch eine Rauchwolke oder eine Staubwolke hindurchgehen lässt. Am Boden, an der Decke und an den Wänden sind Lichtflecken zu sehen. Je weiter die Wand entfernt ist, desto größer sind die Flecken und desto weniger hell sind sie.	
<b>sprachliche Mittel</b>	<b>Wortebene</b>	<p><b>Nomen:</b> s Loch / Löcher, s Licht, e Lampe /-n, r Strahl, -en, r Lichtstrahl, -en, r Rauch, r Staub, e Wolke, -n, e Rauchwolke, -n, e Staubwolke, -n, r Boden, e Wand / Wände, e Decke, -n</p> <p><b>Verben:</b> strömen, sehen, (hindurch-)gehen, lassen – lässt, ist zu sehen</p> <p>Adjektive: weit – weiter, groß – größer</p>
	<b>Satz- und Textebene</b>	<p>Durch ... (hindurch)gehen, durch ... (hindurch)strömen</p> <p>... wenn ... hindurchgeht, wenn man ... hindurchgehen lässt</p> <p>Dann ..., dadurch; Wenn ..., dann</p> <p>... ist ... zu sehen; ... sind ... zu sehen.</p> <p>Je ..., desto ...</p>

**Beispiel 2: Erklären**

Klasse: 2		Thema: Ausbreitung von Licht	Datum: 16.10.2024
Aufgabenstellung	Schneide den oberen Teil eines Getränkekartons ab, und mache in den Boden und die Seitenwände viele kleine Löcher. Halte den Karton über eine Lampe. Erkläre, wie sich das Licht durch die Löcher im Karton ausbreitet und wodurch der Lichtstrahl sichtbar wird, wenn er durch Rauch oder Staub hindurchgeht.		
Operator Sprachhandlung	Erklären		
ausformulierter Erwartungshorizont	Wenn ich den Karton über die Lampe halte, kann das Licht nur dort nach außen strahlen, wo Löcher sind. Durch die Löcher dringen Lichtbündel gerade nach draußen, an den Wänden sind helle Flecken zu sehen. Die Lampe im Karton ist der Sender. Die Wand ist der Zwischensender. Sie sendet das Licht in unsere Augen weiter: Ein Lichtstrahl ist in der Luft nur dann zu sehen, wenn er durch eine Rauchwolke oder eine Staubwolke hindurchgeht. Wenn das Licht die Staubteilchen beleuchtet, wird der Staub zum Zwischensender. Überall dort, wo der Lichtstrahl die Staubteilchen beleuchtet, senden diese das Licht in unsere Augen weiter, und wir können den Strahl sehen.		
sprachliche Mittel	Wortebene	<b>Nomen:</b> r Karton, s Loch / Löcher, s Licht, e Lampe /-n, r Strahl, -en, r Lichtstrahl, -en, r Rauch, r Staub, e Wolke, -n, e Rauchwolke, -n, e Staubwolke, -n, r Sender, r Zwischensender <b>Verben:</b> (durch-)dringen, (hindurch-)gehen, (be-)leuchten, dringen, strahlen, senden	
	Satz- und Textebene	Wenn ..., dann ... Durch ... (hindurch)gehen, durch ... (hindurch)strömen, durch ... dringen ... ist nur dann, wenn ... hindurchgeht Dann ..., dadurch; Wenn ..., dann ... wird zum Zwischensender für; ist ein Zwischensender für ..., ... sendet ... (weiter), ... weitersenden ... ... ist ... zu sehen; ... sind ... zu sehen Je ..., desto ...	

- Sprachregister (Alltags-, Bildungs- und Fachsprache): In unterschiedlichen Unterrichtssituationen sind unterschiedliche sprachliche Mittel relevant. Für den Fachunterricht ist die Klärung der Besonderheiten von Alltags-, Bildungs- und Fachsprache wichtig.
- Sprachbewusstheit: Wir reflektieren über bestimmte Wörter, Sätze und Satz- und Textstrukturen, welche bei den Sprachhandlungen, die in der Aufgabenstellung gefordert werden, notwendig sind.

Während in der ersten Aufgabe eine Beschreibung gefordert wird, soll in der zweiten Aufgabe ein Sachverhalt erklärt werden. Die folgenden, im Raster vorgegebenen Leitfragen dienen der Reflexion über die sprachlichen Anforderungen der Schulbuchaufgabe:

1. Wie lautet die Aufgabenstellung?
2. Welche Sprachhandlung ist damit verbunden? (*Beschreiben, Erklären etc.*)

3. Wie lautet eine mögliche Variante des ausformulierten Erwartungshorizonts?
4. Welche sprachlichen Mittel beinhaltet der Erwartungshorizont auf Wort-, Satz- und Textebene?

Dass die Operatoren in den Aufgabenstellungen unterschiedliche sprachliche Handlungen erfordern, wird beim Ausformulieren des Erwartungshorizonts bewusst. Die Beschreibung in Beispiel 1 ist wahrnehmungsbezogen. Auf Wissen über die Ausbreitung von Licht, das Sender-Empfänger-Modell usw. wird nicht zurückgegriffen. Der Text ist knapp und möglichst präzise, dabei der Altersstufe (6. Schulstufe) entsprechend. In Beispiel 2 beginnen die Erklärungen im Erwartungshorizont jeweils mit Aussagen über den Sachverhalt, der zu *erklären* ist – zunächst zur Ausbreitung des Lichts durch die Löcher im Karton, später zur Sichtbarmachung der Lichtstrahlen. Dann wird der Sachverhalt mit Hilfe des Sender-Empfänger-Modells erklärt. Während die erwarteten Satzstrukturen einander im Falle der beiden Beispiele ähnlich sind, unterscheidet sich der zur Erklärung notwendige Wortschatz in vielerlei Hinsicht von jenem der Beschreibung. Hier nimmt die Verallgemeinerung der sichtbaren Phänomene auf das Sender-Empfänger-Modell eine zentrale Rolle ein.

### 3. „Adressatengerechtes“ Kommunizieren

Eine der im Kompetenzbereich „Sehen und Hören“ beschriebenen Kompetenzen lautet: „Die Schüler:innen können physikalische Bedingungen für das Sehen von Körpern/Gegenständen bzw. das Hören von Tönen/Klängen durch ein Sender-Empfänger-Modell adressatengerecht *erläutern* (W)“ [1]. Die auf einer Schulbuchaufgabe basierende Beispielaufgabe aus diesem Artikel kann genutzt werden, um diese Kompetenz zu trainieren. Doch worauf muss man achten, wenn die Erläuterung – wie im Lehrplan gefordert – adressatengerecht erfolgen soll?

Beim „adressatengerechten“ Kommunizieren rückt der Empfänger der Kommunikation in den Fokus. Der Kommunikator muss mit seiner Erklärung oder Erläuterung ein Angebot schaffen, das attraktiv genug ist, um vom Adressaten angenommen zu werden. Dies geschieht zum Beispiel durch die Anpassung an Vorwissen und Interessen des Empfängers [10]. Kulgemeyer und Schecker (ebd.) haben vier Faktoren definiert, die die Attraktivität eines angebotenen Kommunikats (z. B. der hier geforderten Erläuterung) wesentlich beeinflussen:

- a. die Wahl eines Kontexts, der das Vorwissen und das Interesse des Beobachters berücksichtigt. Der gleiche physikalische Fachinhalt kann häufig in verschiedene Kontexte gestellt werden. Welcher Kontext der passende ist, ist individuell unterschiedlich und von Interessen des Adressaten abhängig.
- b. die Wahl angemessener Sprache: je nach Adressaten kann die Entscheidung, wie viele fachsprachliche Begriffe ver-

wendet werden, wie viele dieser Begriffe gesondert erläutert werden und wie viel man eher Alltagssprache nutzt, unterschiedlich ausfallen.

- c. die Wahl von Darstellungsformen (Diagrammen, Bildern, Modellen), die für den Beobachter entschlüsselbar und an dessen Vorwissen angepasst sind.
- d. die Wahl von zu kommunizierenden Aspekten des Sachinhalts, die das Vorwissen und das Interesse des Beobachters berücksichtigen.

Im Kontext der im Lehrplan beschriebenen Kompetenz bedeutet das „Adressatengerechte Erläutern“, dass die Schüler:innen sich in Bezug auf die vier obengenannten Faktoren auf unterschiedliche Adressaten einstellen können. Diese Adressaten könnten Mitschüler:innen, die Fachlehrkraft oder auch die Öffentlichkeit (z. B. beim Verfassen eines fiktiven Zeitungsartikels zum Thema) sein. Eine in ihrer Wirkung empirisch erforschte, weit verbreitete Unterrichtsmethode, bei der das adressatengerechte Kommunizieren von großer Bedeutung ist, ist das „Gruppenpuzzle“ [11]. Hier informieren sich Schüler:innengruppen über einen Themenbereich, sodass sie zu „Expert:innen“ auf diesem Gebiet werden. In neuen Gruppenkonstellationen treffen sich dann Expert:innen aus allen gegebenen Themengebieten und geben den anderen Personen in der Gruppe Einblick in das von ihnen bearbeitete Themengebiet.

#### 4. Infos, Übungen und Materialien zum Thema

Ich hoffe, dass Sie die Informationen aus diesem Artikel für Ihre Arbeit im Unterricht nutzen können. Natürlich konnte hier nur ein kleiner Einblick in einen sehr umfang- und facet-

tenreichen Themenbereich gegeben werden. Ich möchte Sie daher zum Abschluss auf einige Angebote mit weiteren Informationen und Anregungen für die Unterrichtspraxis aufmerksam machen.

Im Lehrplan kommen zahlreiche sprachliche Operatoren vor, u. a. *diskutieren*, *argumentieren*, *kommunizieren* und *bewerten*, die im Rahmen dieses Artikels nicht näher thematisiert wurden. Eine sehr praxisgerechte Auseinandersetzung mit sprachlichen Operatoren in Aufgaben erfolgt in „Sprachbewusste Unterrichtsplanung“ von Tajmel und Hägi-Mead [4]. Mit dem auch dort genutzten Konkretisierungsraster haben Sie die Möglichkeit, Aufgaben mit anderen Operatoren zu analysieren und besondere sprachliche Elemente und Herausforderungen zu identifizieren.

Zur Förderung von Kommunikationskompetenz im Physikunterricht (z. B. dem *Adressatengerechten Erklären*) hat der in diesem Artikel zitierte Christoph Kulgemeyer eine Reihe von Übungen und Materialien für den Unterricht erstellt und teilweise erprobt: <https://physikdidaktik.com/foerderung-von-kommunikationskompetenz-mit-rollenspielen/>

In „Naturwissenschaften im Unterricht“, Nr. 175 befasst sich Ralph Hepp mit dem Operator *Erklären* und stellt einen praktisch umsetzbaren Ansatz zum Üben des Erklärens im Unterricht vor. Er bezieht sich in seiner Arbeit auf Josef Leisen und wieder Christoph Kulgemeyer.

Die weiter oben erwähnte Methode des Gruppenpuzzles wird zum Beispiel hier näher beschrieben: <https://www.metho-denkartei.uni-oldenburg.de/methode/gruppenpuzzle/>

---

**Milan Nemling** *Lecturer am Fachbereich Physikdidaktik an der Karl-Franzens-Universität Graz, AHS-Lehrer am BRG/BORG Feldbach*

#### Literatur

- [1] BMBWF (2023) *Österreichischer Lehrplan der allgemeinbildenden höheren Schule*.
- [2] Tajmel T. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17123-0>
- [3] Masin C., Grois G. & Glaeser P. (2024). *Physik verstehen 2*. ÖBV.
- [4] Tajmel T. & Hägi-Mead S. (2017). *Sprachbewusste Unterrichtsplanung*. Waxmann.
- [5] Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (2023). *Gute Aufgaben im Physikunterricht – erkennen – einsetzen – erstellen* [PDF-Datei]. [https://www.isb.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/Gymnasium/Faecher/Physik/Gute\\_Aufgaben/ISB\\_Gute\\_Aufgaben\\_im\\_PhysikunterrichtNov23.pdf](https://www.isb.bayern.de/fileadmin/user_upload/Gymnasium/Faecher/Physik/Gute_Aufgaben/ISB_Gute_Aufgaben_im_PhysikunterrichtNov23.pdf)
- [6] Dt. Kultusminister-Konferenz (2013). *Operatoren für die naturwissenschaftlichen Fächer (Physik, Biologie, Chemie) an den Deutschen Schulen im Ausland* [PDF-Datei]. <https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/Auslandsschulwesen/Kerncurriculum/Auslandsschulwesen-Operatoren-Naturwissenschaften-02-2013.pdf>
- [7] Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2024). *abitur.nrw – Physik – Übersicht über die Operatoren (gültig ab dem Abitur 2025)*. Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=5595>
- [8] Krabbe H., Timmerman P. & Boubakri C. (2019). BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN im Physikunterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *GDCP-Tagungsband 2018* (S 265-268). Universität Regensburg. <https://doi.org/10.25656/01:16753>
- [9] Vollmer H. (2011). *Schulsprachliche Kompetenzen: Zentrale Diskursfunktionen* [PDF-Datei]. Universität Osnabrück. <https://www.home.uni-osnabrueck.de/hvollmer/VollmerDF-Kurzdefinitionen.pdf>
- [10] Kulgemeyer C. & Schecker H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik. Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kommunikationsbegriffs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15/2009 (S 131 - 153). Springer. <https://doi.org/10.25656/01:31654>
- [11] Kulgemeyer C. (2013). Gelingensbedingungen physikalischer Erklärungen. *PhyDid B – Didaktik Der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/460>

# Analytisches Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht

Christoph Gut, Josiane Tardent

Das Argumentieren spielt in den Naturwissenschaften und im Naturwissenschaftsunterricht eine tragende Rolle. Ohne Argumentieren wären das Verständnis naturwissenschaftlicher Inhalte und Fortschritte in den Naturwissenschaften undenkbar. Fundiertes Argumentieren bildet die Grundlage jeder naturwissenschaftlichen Erkenntnis, denn naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Theorien müssen argumentativ begründet und überzeugend vertreten werden. Argumentationen dienen einerseits der Erkenntnisgewinnung (*analytische Argumentation*) [1] und haben eine wissensgenerierende, epistemische Funktion [2]. Andererseits bilden sie die Grundlage für die Überzeugungsarbeit und Meinungsbildung (*dialektische Argumentation*) [3] sowie für die Bildung von Werturteilen und normativen Entscheidungen (*normative Argumentation*) [4]. Die kontinuierliche Zunahme naturwissenschaftlichen Wissens und dessen Verfügbarkeit durch leicht zugängliche Informations- und Kommunikationstechnologien unterstreichen die gesellschaftliche Bedeutung des analytischen, dialektischen und normativen Argumentierens [3]. Argumentieren ist daher wichtiger Bestandteil der naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*). Diese Bedeutung wird in den Bildungsstandards hingegen nur implizit in Kompetenzbeschreibungen abgebildet [5, 6, 7, 8]: Die Schüler:innen sollen nicht nur Fachwissen erwerben, sondern auch Methoden des Forschens verstehen und entsprechende Kompetenzen in Bezug auf den Erkenntnisprozess, die Kommunikation, das kritische Denken sowie den wissenschaftlichen Sprachgebrauch aufbauen [1]. Dies erfordert im Unterricht die Auswahl geeigneter Inhalte und Kontexte, um entsprechende Anlässe zum Argumentieren zu initiieren. Dabei sind unterschiedliche Zwecke des Argumentierens zu berücksichtigen. (a) *Argumentationen sind ein Medium der Verständnis- und Überzeugungsarbeit* und wichtig für die konstruktivistische Wissenskonstruktion [3]. (b) *Argumentationen sind selbst Lerninhalt*, wenn im Unterricht bekannte Herleitungen, Beweise oder Erklärungen gefordert werden [9]. (c) *Argumentationen sind Werkzeuge der Erkenntnisgewinnung* und damit zentral für die Gewinnung und Begründung von Erkenntnissen [3]. (d) *Argumentationen sind Werkzeuge der Werturteilsbildung und der normativen Entscheidungsfindung*, um Werturteile und normative Entscheidungen argumentativ zu begründen [4]. Für die Förderung und Diagnose entsprechender kommunikativer und argumentativer Kompetenzen fehlen in der Literatur konkrete, praxistaugliche Modelle. Diese Lücke soll in diesem Beitrag mit einem Planungsmodell für argumentative Lernaufgaben zum analytischen Argumentieren und einem Diagnosemodell adressiert werden.

## 1. Komplexität von Argumentationen

Bei einer Argumentation geht es darum, eine andere Person von einer umstrittenen *Behauptung* zu überzeugen [9, 10]. Zu diesem Zweck baut eine Argumentation auf einem plausiblen Inhalt, dem *Datum*, auf, dessen Akzeptanz von der anderen Person nicht in Frage gestellt wird (siehe Modell in Abbildung 1). Mit Hilfe einer *Begründung*, die einen sachlogischen *Schluss* vom Datum auf die Behauptung zulässt, wird versucht, die Akzeptanz für das Datum auf die Behauptung zu übertragen. Werden Argumentationen im Unterricht verbalsprachlich formuliert, spielen Präpositionen und Konjunktionen als sprachliche Mittel eine wesentliche Rolle: Eine Begründung sollte mit einer *kausalen Präposition* wie zum Beispiel „wegen“ begleitet werden; der Schluss wiederum verlangt eine *kausale Konjunktion* wie zum Beispiel „deshalb“. Mit einem *modalen Operator* wie zum Beispiel „vermutlich“, „wahrscheinlich“ oder „unbedingt“ kann zudem ausgedrückt werden, wie zwingend der Schluss ist.

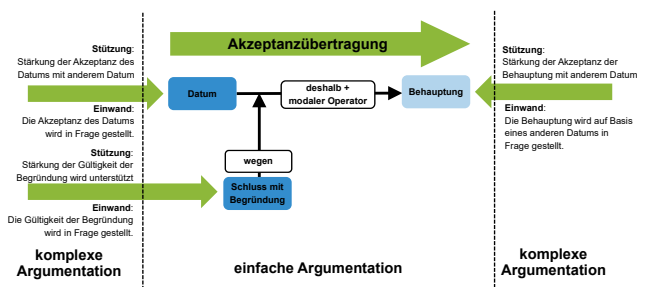
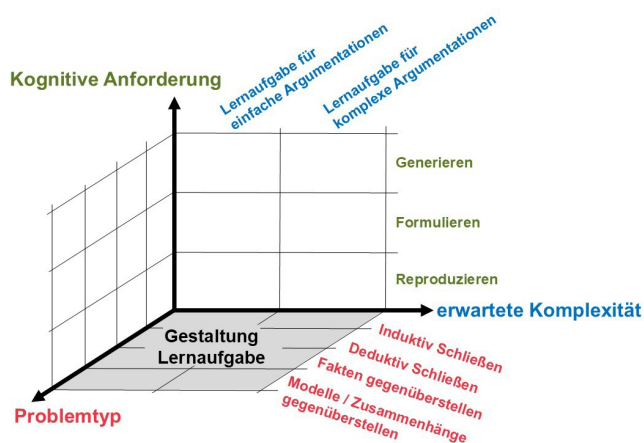


Abbildung 1: Adaptiertes Argumentationsschema nach Toulmin [10] (vgl. [9])

Eine Argumentation ist vollständig, wenn sie die drei Elemente Datum, Begründung und Behauptung enthält. Studien zeigen, dass Schüler:innen im Naturwissenschaftsunterricht sowohl bei Klassengesprächen als auch in Gruppendiskussionen (a) oft unvollständige Argumentationen, bei denen entweder das Datum, die Begründung oder beide zusammen fehlen, und (b) nur selten komplexe Argumentationen produzieren, mit denen sie auf eine bereits geäußerte Argumentation inhaltlich reagieren [11]. Eine solche Reaktion besteht darin, dass mit einem zusätzlichen Datum für (Stützung) oder gegen (Einwand) ein Element der bereits geäußerten Argumentationen (Datum, Begründung oder Behauptung) argumentiert wird (siehe Abbildung 1). Für die Förderung und Diagnose des Argumentierens im Unterricht eignet sich die Differenzierung von Schüler:innen-Argumentationen anhand folgender Kategorien, die in aufsteigender Komplexität angeordnet sind: „keine Argumentation“, „unvollständige Argumentation“, „einfache (vollständige) Argumentation“ und „komplexe Argumentation“.

## 2. Planung und Gestaltung argumentativer Lernaufgaben

Studien belegen, dass die Fähigkeiten von Schüler:innen, im Naturwissenschaftsunterricht vollständige oder komplexe Argumentationen zu produzieren, mit geeigneten Lerngelegenheiten erfolgreich gefördert werden können (u. a. [11]). Hierzu werden vielfältige argumentative Lernaufgaben benötigt, für deren Planung drei den Anspruch einer Aufgabe maßgeblich bestimmende Merkmale bedacht werden sollten. Die Merkmale beziehen sich einerseits auf den Stimulus einer Aufgabe (d. h., was im Aufgabenstamm enthalten sein sollte), andererseits auf die erwartete Reaktion der Schüler:innen (d. h. die erwartete Schüler:innen-Antwort in Form einer Argumentation) (vgl. Beispiel 1). Die drei Merkmale entsprechen den drei Achsen *erwartete Komplexität*, *Problemtyp* und *kognitive Anforderung* des in der Abbildung 2 dargestellten Planungsmodells.



**Abbildung 2: Planungsmodell für argumentative Lernaufgaben (vgl. [9])**

Die erste Entscheidung bei der Planung einer argumentativen Lernaufgabe betrifft die Frage, ob von den Schüler:innen eine einfache oder komplexe Argumentation verlangt wird. Zwar wird in beiden Fällen als Schüler:innen-Reaktion eine vollständige Argumentation mit den drei bekannten Elementen erwartet, der Unterschied besteht jedoch darin, dass im Gegensatz zur einfachen Argumentation mit der komplexen Argumentation auf eine bereits bestehende, im Stimulus der Lernaufgabe enthaltene Argumentation reagiert wird. Das bedeutet, dass die Behauptung inhaltlich auf ein Element der bestehenden Argumentation Bezug nehmen muss. Es wird also eine höhere *Komplexität* des Argumentierens eingefordert.

Eine zweite Planungsüberlegung bezieht sich auf die Art des Schlusses, den die Schüler:innen beim Argumentieren vollziehen sollen. Diese wird durch die *epistemischen Inhaltsebenen* von Datum und Behauptung charakterisiert, die argumentativ verknüpft werden sollen. Das Datum und die Behauptung sind bei analytischen Argumentationen entweder *Fakten* (Sachverhalte, Phänomene), *Zusammenhänge* (Erfahrungszusammenhänge etc.) oder *Modelle* (Theorien etc.). Die drei Inhaltsebenen unterscheiden

den sich einerseits dadurch, dass Fakten und Zusammenhänge direkt, Modelle nur indirekt empirisch überprüfbar sind. Andererseits werden mit Zusammenhängen und Modellen verallgemeinerte Aussagen über die Natur gemacht, während sich Fakten nur auf isolierte Ereignisse beziehen. Je nach Kombination der Inhaltsebenen entsteht für die Schüler:innen eine andere argumentative Anforderungssituation. Für den Unterricht genügt es, wenn folgende vier Typen von Problemstellungen, sogenannte Problemtypen, differenziert werden.

- *Induktiv Schließen*: Wenn Schüler:innen von Fakten auf Zusammenhänge oder Modelle schließen sollen, dann wird von ihnen ein induktiver Schluss erwartet. Dabei wird entweder ein Zusammenhang oder ein Modell gestützt (Verallgemeinerung) oder widerlegt (Falsifikation).
- *Deduktiv Schließen*: Wenn Schüler:innen von einem Modell oder Zusammenhang auf eine „tiefere“ Inhaltsebene schließen sollen, sprechen wir von einem deduktiven Schluss. Diese Art des Schließens wird verwendet, um Hypothesen (in Form von Zusammenhängen oder Fakten) aus Modellen abzuleiten, faktische Ereignisse mit Hilfe von Modellen oder Zusammenhängen zu erklären oder vorherzusagen.
- *Fakten gegenüberstellen*: Unter dem Problemtyp „Fakten gegenüberstellen“ werden Argumentationen subsumiert, in denen für oder gegen die Bewertung von Messdaten und Beobachtungen (Exaktheit, Messfehler etc.) auf der Basis alternativer oder zusätzlicher Daten und Beobachtungen argumentiert wird.
- *Modelle / Zusammenhänge gegenüberstellen*: In den Naturwissenschaften wird häufig von einer Theorie auf eine andere Theorie geschlossen bzw. eine Theorie als Argument gegen eine andere Theorie verwendet. Beispielsweise wird die Plausibilität eines anschaulichen Analogiemodells genutzt, um für die Akzeptanz eines abstrakten wissenschaftlichen Modells zu plädieren. Oder es wird ein Erfahrungszusammenhang vorgebracht, um gegen ein abstraktes Gesetz zu argumentieren. In all diesen Fällen werden Modelle bzw. Zusammenhänge einander gegenübergestellt.

Im dritten und letzten Planungsschritt wird bestimmt, welche Inhalte der erwarteten Schüler:innen-Argumentation (Datum, Begründung, Behauptung) im Stimulus vorgegeben und welche Inhalte von den Schüler:innen selbst generiert werden sollen.

- *Reproduzieren*: Wenn im Stimulus einer Lernaufgabe die erwartete Argumentation (Reaktion) vollständig enthalten ist, dann soll eine Argumentation reproduziert werden. Die kognitive Anforderung ist in diesem Fall am geringsten.
- *Formulieren*: Wenn im Stimulus die Inhalte von Datum, Behauptung und Begründung losgelöst voneinander genannt werden, dann wird von den Schüler:innen verlangt, diese Informationen zu einer Argumentation zusammensetzen und die Argumentation mit einem Schluss zu formulieren.

- *Generieren*: Häufig wird von den Schüler:innen verlangt, dass sie das Datum und die Begründung selbst generieren, zum Beispiel wenn eine Behauptung mit Hilfe eines Experiments (Datum = Fakten) überprüft oder ein Phänomen ohne Nennung der dazu notwendigen Gesetze (Datum = Modelle, Zusammenhänge) erklärt werden soll. Manchmal muss die Behauptung selbst generiert werden, wenn zum Beispiel aus Daten ein Gesetz (Behauptung = Modelle, Zusammenhänge) hergeleitet oder anhand eines Modells eine Prognose für ein Ereignis (Behauptung = Fakten) abgeleitet werden soll. Solche Aufgaben stellen die höchsten kognitiven Anforderungen an Schüler:innen.

### 3. Beurteilung von Schüler:innen-Argumentationen

Beispiel 1 illustriert, dass das analytische Argumentieren die Schüler:innen vor anspruchsvolle Problemsituationen stellt, deren Bewältigung entsprechendes Wissen und entsprechende Fähigkeiten erfordert. (a) Die Schüler:innen müssen die Struktur einer Argumentation kennen (Komplexität; Punkt 2) und (b) in der Lage sein, das Problem der gestellten Lernaufgabe zu erfassen (Problemtyp und kognitive Anforderung; Punkt 2) und Argumentationen zu dessen Lösung zu formulieren. Darüber hinaus ist es wichtig, dass (c) sie erkennen, dass jede Form der Erkenntnisgewinnung zwangsläufig mit einer Argumentation verbunden ist und dass hierbei zwischen den epistemischen Inhaltsebenen (Fakten, Zusammenhänge, Modelle) unterschieden werden muss. Die Qualität der von den Schüler:innen produzierten Argumentationen lässt sich in einem ersten Schritt in Bezug auf deren Komplexität einschätzen. Da die Komplexität einer Argumentation jedoch noch nichts darüber aussagt, ob sie auch fachlich angemessen oder plausibel ist, sollen in einem zweiten Schritt inhaltliche und sprachliche Qualitätskriterien zur Beurteilung herangezogen werden [9]. Das in Tabelle 1 dargestellte Diagnoseraster berücksichtigt die zwei Ebenen der Beurteilung Komplexität und Qualität in Abhängigkeit der von der Aufgabenstellung gegebenen kognitiven Anforderung. Unter der Qualität werden die „fachliche Angemessenheit“ und die „Plausibilität“ als fachliche Kriterien sowie die „sprachliche Richtigkeit“ und die „Überzeugungskraft“ der Argumentation als sprachliche Kriterien berücksichtigt. Dabei gilt: Je höher die kognitive Anforderung und die erreichte Komplexität, desto mehr Qualitätskriterien gilt es zu beurteilen.

Forschungsergebnisse zeigen, dass Schüler:innen oft in verkürzter und unvollständiger Form argumentieren. Die Argumentationen sind daher schwer interpretierbar, weil es sich meist um einfache Argumentationen mit wenigen Strukturelementen handelt, die selten einen begründeten Schluss enthalten, zum Beispiel nur aus Behauptung und/oder Gegenbehauptung bestehen und meist Fakten betreffen. Dementsprechend sind komplexe Argumentationen selten. Es gibt auch Hinweise, dass Schüler:innen häufig keinen Bezug zu naturwissenschaftlichen Konzepten (Modelle, Zusammenhänge) herstellen und das einbezogene Wissen von geringer fachlicher

#### Beispiel 1: Lernaufgabe „Hundsgrotte“

**Stimulus:** In der Nähe von Neapel gab es eine Grotte, in der immer wieder tote Hunde gefunden wurden. Diese sogenannte Hundsgrotte wurde deshalb nach dem Zweiten Weltkrieg zugemauert. Im Unterricht wird eine mögliche Erklärung der Todesursache zur Diskussion gestellt: Aufgrund vulkanischer Aktivität dringt Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) durch den Boden in die Grotte ein, bleibt aufgrund seiner Dichte am Boden liegen und verdrängt den leichteren Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ). Den Hunden fehlt also der Sauerstoff zum Atmen, stehende Menschen bleiben davon verschont. Diese Erklärung beruht auf der *Annahme, dass sich  $\text{CO}_2$  und  $\text{O}_2$  schlecht mischen*. Die Schüler:innen erhalten daher den Auftrag, diese Annahme mit der in Abbildung 3 dargestellten Versuchsanordnung empirisch zu überprüfen (Datum = Fakten) und für oder gegen die Annahme (Behauptung = Zusammenhang) zu argumentieren (Idee von Simon Klingler [12] vgl. auch [9]).



**Abbildung 3: Versuchsanordnung zur Lernaufgabe „Hundsgrotte“**

**Merkmale der Lernaufgabe:** Die Aufgabe fordert von den Schüler:innen eine einfache Argumentation (Komplexität) ein, mit der ein induktiver Schluss (Problemtyp) vollzogen werden soll. Die Schüler:innen müssen dazu die Daten mittels einer Beobachtung (Versuch) selbst generieren (kognitive Anforderung).

Qualität ist. Zudem scheinen sie in naturwissenschaftlichen Kontexten sprachlich weniger elaborierte Argumentationen zu produzieren. Das vorgestellte Diagnoseraster (siehe Tabelle 1) bietet eine Möglichkeit, auf die aus der Forschung bekannten Fähigkeiten und Schwierigkeiten der Schüler:innen beim analytischen Argumentieren gezielt und formativ einzugehen. Eine formative Rückmeldung auf die Argumentationen von Schüler:innen könnte darin bestehen, dass die drei Dimensionen und deren Qualitätskriterien getrennt voneinander einge-

		Komplexität der produzierten Argumentation			
		Keine Argumentation	Unvollständige Argumentation	Einfache Argumentation	Komplexe Argumentation
Kognitive Anforderung der Lernaufgabe	Reproduzieren		<p><b>Fachlichkeit:</b> Ist der Bezug von Behauptung und Gegenbehauptung fachlich angemessen?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Behauptung bzw. Gegenbehauptung sprachlich korrekt reproduziert?</p>	<p><b>Fachlichkeit:</b> Wird die Argumentation fachlich angemessen und plausibel reproduziert?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Argumentation überzeugend und sprachlich korrekt reproduziert?</p>	<p><b>Fachlichkeit:</b> Werden die Ausgangs-Argumentation sowie die Unterstützung bzw. der Einwand fachlich angemessen und plausibel reproduziert?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Argumentation überzeugend und sprachlich korrekt wiedergegeben?</p>
	Formulieren		<p><b>Fachlichkeit:</b> Ist der Bezug von Behauptung und Gegenbehauptung fachlich angemessen?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Behauptung bzw. Gegenbehauptung sprachlich korrekt formuliert?</p>	<p><b>Fachlichkeit:</b> Wird die Schlussfolgerung (Operator) mit Zusatzinformationen fachlich angemessen und plausibel gerechtfertigt?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Argumentation überzeugend und sprachlich korrekt formuliert?</p>	<p><b>Fachlichkeit:</b> Wird der Bezug zur Ausgangs-Argumentation fachlich angemessen und plausibel erläutert?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird der Bezug zur Ausgangs-Argumentation überzeugend und sprachlich korrekt formuliert?</p>
	Generieren		<p><b>Fachlichkeit:</b> Ist der Bezug von Behauptung und Gegenbehauptung fachlich angemessen?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Behauptung bzw. Gegenbehauptung sprachlich korrekt generiert?</p>	<p><b>Fachlichkeit:</b> Werden die generierten Elemente fachlich angemessen und plausibel zu einer Argumentation verknüpft?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird die Argumentation überzeugend und sprachlich korrekt generiert?</p>	<p><b>Fachlichkeit:</b> Wird der Bezug zur Ausgangs-Argumentation fachlich angemessen und plausibel erläutert?</p> <p><b>Sprache:</b> Wird der Bezug zur Ausgangs-Argumentation überzeugend und sprachlich korrekt formuliert?</p>

Tabelle 1: Diagnoseraster für die Beurteilung von produzierten Argumentationen (vgl. [9])

**Beispiel 2: Beurteilung einer Schüler:innen-Argumentation**

Stimulus (siehe Beispiel 1)

Reaktion der Schülerin Shania (Chemie/Physik, Jahrgangsstufe 9, nichtgymnasiales Niveau)

„Das CO<sub>2</sub> vermischt sich nicht mit dem Luftgemisch, weil CO<sub>2</sub> schwerer ist als das Luftgemisch. Dies kann man mit dem Experiment zeigen wo eine Brausetablette mit Wasser CO<sub>2</sub> gibt und so die flammende Kerze in einem Glas ausmacht.“ [12]

Formative Beurteilung

- *Einlösung des kognitiven Anspruchs:* Shania berichtet von einem Versuch und beschreibt eine Beobachtung (Auslöschung der Kerzenflamme). Sie generiert somit ein relevantes Datum.
- *Komplexität der produzierten Argumentation:* Shania produziert zwei Argumentationen: Mit dem ersten Satz formuliert sie eine einfache Argumentation, wobei sie die Behauptung („Das CO<sub>2</sub> vermischt sich nicht mit dem Luftgemisch“) korrekt expliziert, diese aber mit einem zusätzlichen, nicht gesuchten Datum („CO<sub>2</sub> schwerer ist als das Luftgemisch“) begründet. Mit dem zweiten Satz führt sie

eine komplexe Argumentation aus, mit der sie sich auf den ersten Satz bezieht. In dieser Argumentation nimmt sie das gesuchte Datum explizit auf, es wird aber nicht klar, was behauptet wird bzw. auf welchen Teil des ersten Satzes sich die Argumentation bezieht.

- *Qualität:*
  - Kriterium Fachlichkeit:* Shania generiert ein fachlich korrektes Datum (Beobachtung), verknüpft dieses aber nicht direkt mit der zur Diskussion stehenden Behauptung (Annahme). Die zwei Argumentationen sind jedoch fachlich angemessen.
  - Kriterium Sprache:* Shania verwendet sprachlich korrekte Mittel wie „weil“ oder „Dies kann man mit dem Experiment zeigen“, die ihre Argumentationen verständlich und überzeugend machen. Nicht überzeugend ist die Beschreibung des Datums (Beobachtung).
- *Entwicklungspotential:* Shania wird empfohlen, beim Argumentieren darauf zu achten, dass (a) das Datum auch für nicht eingeweihte Adressat:innen verständlich dargelegt wird (in diesem Fall hätte sie die Versuchsanordnung umfassender beschreiben sollen) und (b) sie das Datum (Beobachtung) mit der Behauptung (Annahme) direkt in einer Argumentation sprachlich verknüpft.

geschätzt werden und daraus ein individuelles Entwicklungspotential abgeleitet wird (siehe Beispiel 2).

Christoph Gut Pädagogische Hochschule Zürich  
 Josiane Tardent Pädagogische Hochschule Zürich

## Literatur

- [1] Duschl, R. A. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria, in: Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (Hg.), *Argumentation in science education*. Springer, 159–175.
- [2] von Aufschnaiter, C., & Prechtel, H. (2018). Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht, in: Krüger, D., Parchmann, I., & Schecker, H. (Hg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer, 87–104.
- [3] Gresch, H., & Schwanewedel, J. (2019). Argumentieren als naturwissenschaftliche Praktik, in: Gross, J., Hammann, M., Schmiemann, P., & Zabel, J. (Hg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis*. Springer Spectrum, 167–185.
- [4] Mittelsten Scheid, N., & Höbke, C. (2008). Wie Schüler unter Verwendung syllogistischer Elemente argumentieren. Eine empirische Studie zu Niveaus von Argumentation im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 145–165.
- [5] Rechtsinformationssystem des Bundes (2025). Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 10.01.2025. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- [6] Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektorinnen und -direktoren (2011). *Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften. Nationale Bildungsstandards*. [http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp\\_nawi\\_d.pdf](http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp_nawi_d.pdf)
- [7] Kultusministerkonferenz (2024b). Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2024/2024\\_06\\_13-VVeBiS\\_Chemie\\_MSA.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-VVeBiS_Chemie_MSA.pdf)
- [8] Kultusministerkonferenz (2024c). Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2024/2024\\_06\\_13-VVeBiS\\_Physik\\_MSA.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-VVeBiS_Physik_MSA.pdf)
- [9] Gut, C., & Tardent, J. (2021). Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht – Förderung und Beurteilung einer Basiskompetenz für die Erkenntnisgewinnung, in: Löttscher, H., Naas, M., & Roos, M. (Hg.), *Kompetenzorientiert beurteilen*. hep Verlag, 323–355.
- [10] Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- [11] Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10), 994–1020.
- [12] Klingler, S. (2019). *Evidenzbasiertes Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht* [Unveröffentlichte Masterarbeit]. Pädagogische Hochschule Zürich.

## Literatur zu „Zwischen Verstehensillusion und Wissenserwerb“ (Seite 10)

- [1] Wolf, K., & Kulgemeyer, C. (2016). Lernen mit Videos? Erklärvideos im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 27(152), 36–41.
- [2] Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2012). Physikalische Kommunikationskompetenz—Empirische Validierung eines normativen Modells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 29–54.
- [3] Kulgemeyer, C. (2018). A Framework of Effective Science Explanation Videos Informed by Criteria for Instructional Explanations. *Research in Science Education*, 50(6), 2441–2462. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9787-7>
- [4] Sterzing, F. (2022). *Zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos in der Physik*. Berlin: Logos.
- [5] Kulgemeyer, C. (2023). Von Instrukionsqualität und Verstehensillusion. Eine Analyse des Forschungsstandes zum Erklären im Physikunterricht vor dem Hintergrund eines konstruktivistischen Modells des Erklärprozesses. In: von Dall'Armi, J. (Hrsg.), *Erklären als zentrales Vermittlungskonzept der Bildungswissenschaften und Fachdidaktiken* (152–165). Beltz.
- [6] Kulgemeyer, C., & Wittwer, J. (2022). Misconceptions in Physics Explainer Videos and the Illusion of Understanding: An Experimental Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(2), 417–437. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10265-7>
- [7] Kulgemeyer, C., Hörnlein, M., & Sterzing, F. (2022). Exploring the effects of physics explainer videos and written explanations on declarative knowledge and the illusion of understanding. *International Journal of Science Education*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2100507>
- [8] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 39 (1993) 2, 223–238.
- [9] Dunning, D. (2011). The Dunning-Kruger effect: On being ignorant of one's own ignorance. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 44, 247–296). Academic Press.
- [10] Rozenblit, L., & Keil, F. C. (2002). The misunderstood limits of folk science: An illusion of explanatory depth. *Cognitive Science*, 26, 521–562.
- [11] Hörnlein, M., Riese, J., & Kulgemeyer, C. (2024). „Ich glaub, ich hab's verstanden.“ – Verstehensillusion bei Erklärvideos. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik 2024. [https://www.researchgate.net/publication/384690088\\_Ich\\_glaub\\_ich\\_hab%E2%80%99s\\_verstanden\\_-\\_Verstehensillusion\\_bei\\_Erklarvideos](https://www.researchgate.net/publication/384690088_Ich_glaub_ich_hab%E2%80%99s_verstanden_-_Verstehensillusion_bei_Erklarvideos)

# Mit Modellen und über Modelle kommunizieren

## Kommunikation, Modellieren, Erkenntnisgewinnung

Markus Obczovsky, Kristina Fricke

„Warum kannst du den Apfel sehen?“ – „Also, die Lampe da oben ist ein Lichtsender. Die sendet Licht in alle Richtungen aus. Ein Teil davon fällt auf den Apfel. Und der Apfel ist ein Zwischensender, der sendet dann das Licht in alle Richtungen weiter. Und ja, davon fällt dann ein Teil in mein Auge und trifft auf die Netzhaut. Mein Auge ist damit ein Lichtempfänger. Von der Netzhaut wird eine Erregung in das Gehirn weitergeleitet, und ich kann den Apfel sehen.“ So oder so ähnlich könnten Lernende die Bildentstehung beim Sehvorgang mithilfe eines Sender-Empfänger-Modells erklären. In diesem Fall hilft ihnen das Modell, Fachwissen zu kommunizieren. Der neue österreichische Lehrplan für die Sekundarstufe I [1] gibt einige konkrete Modelle als Fachinhalte vor: zum Beispiel ein Sender-Empfänger-Modell zur Erklärung von Phänomenen rund um die Bildentstehung beim Sehvorgang und das Eisen-Magnet-Modell zur Erklärung von ferromagnetischen Phänomenen. Diese Modelle sollen in bestimmten (Sprach)handlungen genutzt werden. Lernende sollen mithilfe eines Modells Phänomene adressatengerecht erläutern (Handlungsdimension W – Wissen anwenden) und aber mithilfe eines Modells Vermutungen über den Ausgang von Versuchen aufstellen (Handlungsdimension E – Erkenntnisgewinnung und Experimentieren). Lernende sollen Modelle also nutzen können, um mit ihnen Fachinhalte zu kommunizieren, aber auch, um naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und sie damit als Werkzeuge zur Erkenntnisgewinnung verstehen. In diesem Beitrag geht es darum, wie Letzteres im Unterricht gelingen kann, indem man explizit und reflektiv über Modelle kommuniziert.

### 1. Wozu Modelle im naturwissenschaftlichen Unterricht zumeist genutzt werden

Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden Modelle zumeist genutzt, um Fachwissen darzustellen, über Fachwissen zu lernen und über Fachwissen zu kommunizieren [2]. Modelle haben dann einen medialen Zweck und helfen dabei, Strukturen oder Prozesse darzustellen und verständlich zu erklären [3]. Zum Beispiel kann mithilfe eines Eisen-Magnet-Modells (siehe Abbildung 1) physikalisch dargestellt und verständlich erklärt werden, warum ein Eisenstück in der Nähe eines Magneten selbst magnetisch wird.

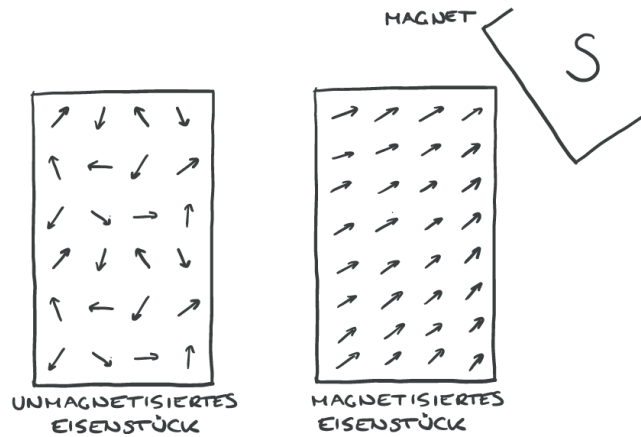


Abbildung 1: Eisen-Magnet-Modell (Obczovsky, CC BY 4.0). Im unmagnetisierten Eisenstück sind einzelne Eisen-Magnete zufällig ausgerichtet; ihre jeweilige magnetische Wirkung hebt sich im Mittel auf (links). In der Nähe eines Magneten richten sich die einzelnen Eisen-Magnete im Eisenstück zum Südpol des Magneten aus; das Eisenstück ist magnetisiert (rechts).

### 2. Wozu Modelle in den Naturwissenschaften genutzt werden

Auch in den Naturwissenschaften können Modelle einen medialen Zweck haben und werden zur Kommunikation von Fachinhalten genutzt, etwa wenn Wissenschaftler:innen ihre Erkenntnisse auf Tagungen präsentieren. Doch in der Aktivität der Erkenntnisgewinnung nutzen sie Modelle als Werkzeuge, um neue Erklärungen und Voraussagen für Phänomene zu entwickeln und diese hypothesengeleitet in der Erfahrungswelt zu testen [3]. Beim Herstellen von Modellen werden für Phänomene (z. B. Eisen zeigt in der Nähe von Magneten selbst magnetische Eigenschaften) auf Basis von Theorien, Vorstellungen und Erfahrungen auch kreativ konsistente Erklärungsversuche (Modelle, z. B. bestimmte Anordnung von magnetischen Momenten der Atome im Eisen) über das untersuchte Phänomen entwickelt. Im Zuge dessen werden diese gedanklichen Modelle in Form von gegenständlichen oder grafischen Darstellungen repräsentiert (z. B. zweidimensionale Abbildung mit Pfeilen für magnetische Momente). Beim Anwenden von Modellen werden aus einem Modell Hypothesen abgeleitet, die in der Erfahrungswelt getestet werden. Werden diese Hypothesen falsifiziert, dann muss das Modell nach methodischer Diskussion angepasst und erneut empirisch getestet werden. Im Falle einer Bestätigung der Hypothesen hat sich das Modell vorläufig bewährt. Naturwissenschaftliches Modellieren ist ein zyklischer Prozess.

### 3. Wie Modellierkompetenz im Unterricht durch Kommunikation über Modelle gefördert werden kann

Damit Lernende Modelle nicht nur im Sinne ihres medialen Zwecks als Veranschaulichungen bzw. verständliche Erklärungen der Wirklichkeit, sondern vielmehr ihren forschenden Zweck beim Modellieren verstehen, sollte die Perspektive vom Modell als mediale Lernhilfe auf seine Funktion als Werkzeug der Erkenntnisgewinnung erweitert werden.

Die medialen und forschenden Perspektiven auf Modelle bzw. das Modellieren können mit den Teilkompetenzen und Niveaustufen der Modellierkompetenz beschrieben werden (siehe Tabelle 1; [3]). Dabei werden beispielsweise Eigenschaften von Modellen oder der Zweck des Modellierens weiter differenziert: Während Niveaustufen I und II den medialen Zweck des Modellierens betreffen, adressieren Niveaustufen IIIA und IIIB den forschenden Zweck des Modellierens.

Teilkompetenz der Modellierkompetenz	mediale Perspektive		forschende Perspektive	
	medial-entsprechend (Niveau I)	medial-erklärend (Niveau II)	forschend-erklärend (Niveau IIIA)	forschend-testend (Niveau IIIB)
Eigenschaften von Modellen	Das Modell entspricht dem Phänomen (I) bzw. stellt das Phänomen vereinfacht und abstrahiert dar (II).		Das Modell stellt die beste Erklärung für das Phänomen dar (IIIA) bzw. ist eine theoretische Rekonstruktion des Phänomens (IIIB).	
Zweck des Modellierens	Modellieren hat einen <b>medialen</b> Zweck, das Phänomen möglichst wirklichkeitsgetreu <b>darzustellen</b> (I) bzw. <b>verständlich zu erklären</b> (II).		Modellieren hat einen <b>forschenden</b> Zweck, das Phänomen anhand gemachter Beobachtungen bestmöglich zu <b>erklären</b> (IIIA) bzw. mit Hypothesen das Phänomen anhand zukünftiger Beobachtungen <b>vorauszusagen</b> (IIIB).	

**Tabelle 1: Teilkompetenzen, Eigenschaften von Modellen und Zweck des Modellierens [3]**

Das Verständnis der forschenden Perspektive auf Modelle bzw. das Modellieren wird jedoch nicht nebenbei entwickelt, indem etwa mit Modellen im Unterricht implizit über Fachinhalte kommuniziert wird. Um Verständnis für eine forschende Perspektive im Unterricht zu adressieren, sollten die Eigenschaften von Modellen und der Zweck des Modellierens an geeigneten Stellen expliziert und reflektiert werden [4]. Konkrete Vorschläge für eine explizit-reflektive Förderung von Modellierkompetenz in der Unterrichtspraxis liegen zum Beispiel für das Fach Biologie vor [5]. Die biologisch kontextualisierten Lerngelegenheiten bieten eine Orientierung zur Gestaltung explizit-reflektiver Lerngelegenheiten auch für andere naturwissenschaftliche Kontexte; das vorgeschlagene Vorgehen beim Reflektieren über Modelle bzw. über das Modellieren lässt sich beispielsweise auf physikalische Kontexte übertragen. Im Folgenden wird an zwei Vorschlägen für den Physikunterricht aufgezeigt, wie sich Lernende explizit-reflektiv mit den Eigenschaften von Modellen und dem Zweck des Modellierens auseinandersetzen können.

### 4. Explizit-reflektiv über Modelle im Unterricht kommunizieren: Zwei Beispiele

Im Physikunterricht bietet sich eine Vielzahl an Möglichkeiten, explizit-reflektiv über Modelle und das Modellieren zu kommunizieren. Gerade in instruktionsgeleiteten Lernsettings wird zumeist implizit modelliert: Typischerweise zeigt eine Lehrperson ein neues Phänomen und stellt ein Modell vor, um dieses Phänomen zu erklären (Beispiel 1). Im Anschluss wird dieses Modell dann wiederholt genutzt, um entweder Voraussagen zu treffen oder neue Phänomene zu erschließen. Manchmal wird das Modell auch im Laufe des Unterrichts erweitert, also geändert, wenn ein neues Phänomen erklärt werden soll und die bekannten Modelle für eine Erklärung nicht ausreichen (Beispiel 2). Bei einem solchen Vorgehen werden Kompetenzen der Handlungsdimension W gefördert; das Modellieren geschieht nebenbei, also implizit. Dieses implizite Modellieren lässt sich explizieren und reflektieren.

#### 4.1 Beispiel 1: Eisen-Magnet-Modell

Auf der SUPRA Lernplattform [7] wird empfohlen, das Eisen-Magnet-Modell folgendermaßen einzuführen: „Um uns Dinge, die mit dem Eisenstück und einem Magneten zusammenhängen, besser erklären zu können, haben sich Naturwissenschaftler:innen eine Modellvorstellung ausgedacht. Man kann sich vorstellen, dass Eisen (und alle anderen magnetisierbaren Stoffe) aus winzig kleinen Magneten bestehen. Im Inneren dieser Stoffe sind unvorstellbar viele dieser kleinen Magneten. Wir betrachten deshalb immer einen stark vergrößerten Ausschnitt und benutzen für diese Magneten das Symbol [Bild von Pfeil]. [...]“ [7]. In dieser kurzen Einführung sind Sprache und Darstellung bewusst gewählt: Im ersten Satz wird der forschende Zweck des Modellierens expliziert. Zusätzlich betont „Man kann sich vorstellen...“ im zweiten Satz, dass man bei der Erklärung eines Phänomens in einem gedanklichen Raum ist ([vgl. 3]) und die Verwendung von Pfeilen für kleine Magnete unterstreicht deren repräsentativen Charakter: Da sind nicht wirklich gegenständliche Pfeile in dem Magnet.

Im Unterricht könnte ein explizit-reflektiver Concept-Cartoon (siehe Abbildung 2) als Lerngelegenheit zum forschenden Modellieren eingesetzt werden, ähnlich wie in der Ausgabe von Plus Lucis zu Modellen und Modellbildung vorgeschlagen [8]. Weiterhin könnten, angelehnt an die konkreten Vorschläge für die Unterrichtspraxis im Fach Biologie [5], folgende reflektive Aufgabenstellungen genutzt werden:

- Beschreibt, wie sich die drei Schüler\*innen im Concept-Cartoon Modelle vorstellen.
- Beschreibt, inwieweit dieses Eisen-Magnet-Modell aussieht wie ein echtes Eisenstück.
- Diskutiert, wofür man das Eisen-Magnet-Modell einsetzen/nutzen kann.

- Beschreibt, welche Voraussagen ihr mit dem Eisen-Magnet-Modell treffen könnt.
- Beschreibt, welche anderen Phänomene ihr euch mit dem Eisen-Magnet-Modell erklären könnt.

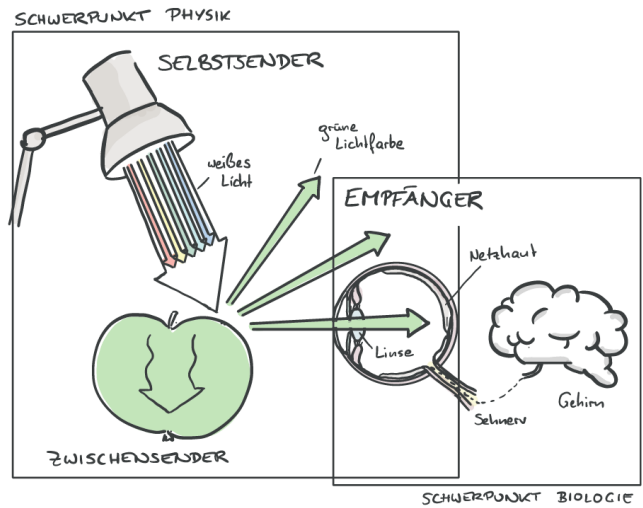


**Abbildung 2: Concept-Cartoon (Obczovsky, CC BY 4.0) über Eigenschaften des Eisen-Magnet-Modells auf unterschiedlichen Niveaustufen (Rita: medial (Niveau I), Ali: medial (Niveau II), Zeynep: forschend (Niveau IIIA/IIIB; erstellt auf der Grundlage von [3])**

**Fazit:** Man kann mithilfe von Modellen Fachwissen kommunizieren und dabei Modelle als mediale Hilfsmittel nutzen, dabei werden Kompetenzen der Handlungsdimension W gefördert. Um aber Kompetenzen der Handlungsdimension E zu fördern und also das Modellieren als Werkzeug zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in den Fokus zu rücken, sollte im Unterricht explizit über Eigenschaften von Modellen und den forschenden Zweck von Modellieren kommuniziert und insbesondere reflektiert werden.

### 4.2 Beispiel 2: Sender-Empfänger-Modell

Ein Sender-Empfänger-Modell eignet sich gut dafür, verschiedenste Phänomene rund um die Bildentstehung beim Sehvorgang darzustellen oder verständlich zu erklären. In der Sender-Empfänger-Optikkonzeption [9] wird zum Beispiel der Aspekt der Farbwahrnehmung mit einem Sender-Empfänger-Modell dargestellt und für Lernende der 6. Schulstufe verständlich erklärt (siehe Abbildung 3). Nach dem Modell besteht weißes Licht aus den Lichtfarben des Regenbogens. Ein Zwischensender hat die Eigenschaft, nur Licht einer bestimmten Lichtfarbe in alle Richtungen weiterzusenden. Der „grüne“ Apfel kann zum Beispiel nur grünes Licht weitersenden (das restliche Licht wird aufgenommen). Licht einer Lichtfarbe trifft auf die Netzhaut im Auge. Der Lichtreiz wird in eine Erregung umgewandelt, die über den Sehnerv ins Gehirn weitergeleitet wird, wo ein Farbeindruck entsteht.

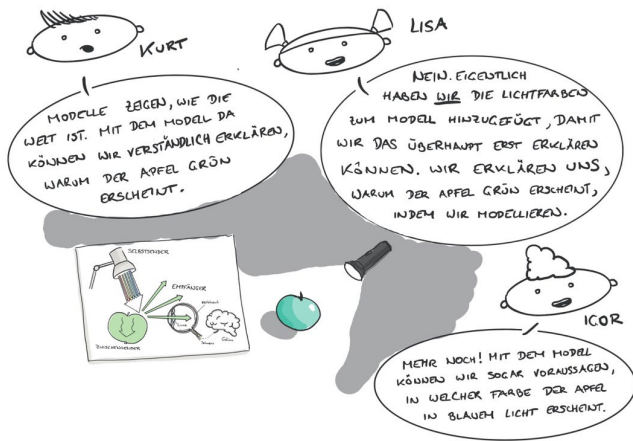


**Abbildung 3: Darstellung eines Sender-Empfänger-Modells (Obczovsky, CC BY 4.0)**

Anstatt den Lernenden das Modell einfach vorzustellen, also „nur“ medial zum Lernen und Kommunizieren von Fachwissen zu nutzen, kann eine Lerngelegenheit über das Modellieren gestaltet werden, indem eine forschende Perspektive eingenommen wird. Ausgehend von der Frage, warum wir den Apfel grün sehen, kann expliziert werden, dass im Unterricht (oder in den Naturwissenschaften) ein Modell „erdacht“ wird, um diese Frage zu beantworten. Es könnten Anforderungen an so ein Modell diskutiert werden (z. B. Licht in dem Modell braucht eine Farbinformation), es könnten verschiedene Modelle „erdacht“ und überprüft werden (z. B. der Apfel färbt Licht grün ein vs. der Apfel kann nur grünes Licht weitersenden). In jedem Fall kann die Eigenschaft des Sender-Empfänger-Modells und dessen forschender Zweck expliziert und reflektiert werden. Das könnte zum Beispiel durch eine gezielte Reflexionsaufgabe erfolgen:

- Beschreibe mithilfe von Abbildung 3, inwiefern das Sender-Empfänger-Modell das Phänomen beschreibt.
- Diskutiert, wofür man das Sender-Empfänger-Modell nutzen kann.
- Diskutiere mithilfe von Abbildung 3, welche anderen Phänomene mithilfe des Sender-Empfänger-Modells erklärt werden können.
- Diskutiere mithilfe von Abbildung 3, wie man das Sender-Empfänger-Modell überprüfen könnte.

Die Reflexion kann auch wieder durch einen Concept-Cartoon (siehe Abbildung 4) unterstützt werden.



**Abbildung 4: Concept-Cartoon (Obczovsky, CC BY 4.0) über Eigenschaften des Sender-Empfänger-Modells und den Zweck des Modellierens auf unterschiedlichen Niveaustufen (Kurt: medial (Niveau I/II), Lisa: forschend-entdeckend (Niveau IIIA), Igor: forschend-voraussagend (Niveau IIIB) (verändert nach [3])**

## Literatur

- [1] RIS – Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen – Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 25.11.2024. (2024). Zugriff am 25. November 2024, auf <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- [2] Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). 'Models of' versus 'Models for': Toward an Agent-Based Conception of Modeling in the Science Classroom. *Science & Education*, 26(1–2), 49–63. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9884-4>
- [3] Krüger, D., & Upmeyer Zu Belzen, A. (2021). Kompetenzmodell der Modellierkompetenz – Die Rolle abduktiven Schließens beim Modellieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27 (1), 127–137. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00129-y>
- [4] Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 551–578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>
- [5] Fleige, J., Seegers, A., Upmeyer zu Belzen, A., & Krüger, D. (2016). Modellkompetenz im Biologieunterricht 7–10. *Donauwörth: Auer Verlag*.
- [6] Rachel, A., Wiesner, H., Heran-Dörr, E., & Waltner, C. (2009). Was tun Physiker? Das "Eisen-Magnet-Modell" im Anfangsunterricht als Beispiel für die Entwicklung und Anwendung eines "gedanklichen Modells". *Praxis der Naturwissenschaften: Modellierung und Modellbildung*, 58 (8).
- [7] SUPRA - Sachunterricht praktisch und konkret, CC BY 3.0, <http://www.supra-lernplattform.de>
- [7] Steininger, R. (2022). Ein Concept-Cartoon als Einstieg ins Thema "Modelle". *Plus Lucis*, 3, 26–28.
- [8] Haagen-Schützenhöfer, C., & Obczovsky, M. (2024). Sender-Empfänger-Optikkonzeption. Zugriff am 26. November 2024, auf <https://oer-portal.uni-graz.at/edu-sharing/components/sharing?nodeId=b8b727a3-0891-4425-94b2-ad47bd803bdf&token=c0e47df48f28586cf6b765d85b6da275>

**Fazit:** Wenn im Unterricht über Modelle kommuniziert wird, dann sollte nicht nur der mediale Zweck, sondern auch der forschende Zweck reflektiert werden. Anstatt nur davon zu sprechen, dass Modelle Fachinhalte darstellen oder verständlich erklären, sollte zur Förderung von Modellier- und damit Erkenntnisgewinnungskompetenzen der Fokus auch darauf gelenkt werden, dass mit Modellen neue gedankliche Fachinhalte generiert und überprüft werden können [2].

Markus Obczovsky *Universität Graz*

Kristina Fricke *Freie Universität Berlin*

# (Falsch-)Informationen aus sozialen Medien als Thema im Naturwissenschaftsunterricht

Angelika Bernsteiner

## 1. Einleitung

Die Digitalisierung und soziale Medien wie Instagram haben unsere Kommunikation stark verändert. Informationen werden zunehmend über soziale Medien veröffentlicht und geteilt, die besonders bei Jugendlichen eine zentrale Rolle spielen – nicht nur zur Unterhaltung und zum sozialen Austausch, sondern auch als Informationsquelle [1]. In sozialen Medien findet ein reger Austausch über verschiedenste Themen statt und auch naturwissenschaftliche Inhalte wie der Klimawandel, elektromagnetische Strahlung oder E-Mobilität werden oft heiß diskutiert. Anders als in klassischen Medien wie Zeitungen können im digitalen Dialog alle mitreden: Jede:r kann Inhalte teilen, Kommentare verfassen oder Meinungen äußern. Mit den neuen Möglichkeiten des Informationsaustausches in sozialen Medien gehen jedoch auch Herausforderungen einher. So fehlen in sozialen Medien oft Mechanismen zur Qualitätskontrolle, was die ungefilterte Veröffentlichung von Inhalten ermöglicht. Dadurch kursieren viele Informationen, die irreführend sind und Falschinformationen beinhalten. Ohne umfangreiches Hintergrundwissen ist es oft schwer, solche Falschinformationen zu erkennen. Falschinformationen können jedoch Unsicherheit erzeugen und das Vertrauen in Wissenschaft und Demokratie untergraben – etwa indem der Klimawandel oder Pandemien verharmlost werden [2].

Damit Jugendliche die Möglichkeiten der Kommunikation und des Austausches über (naturwissenschaftliche) Inhalte in sozialen Medien aufgreifen und mit einhergehenden Herausforderungen kompetent umgehen können, benötigen sie Kompetenzen im Umgang mit solchen Plattformen. Mit dem Auftrag, Schüler:innen auf die gesellschaftliche Teilhabe vorzubereiten, muss die Schule Raum dafür bieten, solche Kompetenzen zu fördern. Dieser Artikel zeigt Möglichkeiten auf, wie (Falsch-)Informationen aus sozialen Medien in den Naturwissenschaftsunterricht integriert werden können, um ein Verständnis von Mechanismen in sozialen Medien zu entwickeln und dadurch die Glaubwürdigkeit von Informationen bewerten zu können.

## 2. Integration sozialer Medien in den Naturwissenschaftsunterricht

Soziale Medien können im Naturwissenschaftsunterricht verschiedene Funktionen haben [3]. Aufgrund der Alltagsrelevanz dieser Plattformen für Schüler:innen kann deren Integration in den Unterricht motivationsfördernd für Schüler:innen sein [4]. Außerdem können durch die Integration sozialer Medien

in den Naturwissenschaftsunterricht zentrale Lehrplanziele adressiert werden (AHS-Lehrplan [5]):

Erstens können Beiträge aus sozialen Medien dazu verwendet werden, Kompetenzen der Handlungsdimension W – Fachwissen anwenden, aneignen und kommunizieren – zu trainieren. Für den Biologieunterricht der Sekundarstufen I & II etwa wird in [6] eine Unterrichtseinheit vorgestellt, in der Facebook-Beiträge zum Lernen im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung herangezogen werden.

Zweitens können Beiträge aus sozialen Medien der Förderung von Kompetenzen der Handlungsdimension E – Erkenntnisse gewinnen und interpretieren – dienen. Ein Beispiel dafür ist in [7] zu finden: Hier wird eine Unterrichtsidee für den Naturwissenschaftsunterricht der Sekundarstufe II vorgestellt, in der ein Video über CO<sub>2</sub>-Ansammlungen unter Schutzmasken als Ausgang für die Umsetzung digitaler Messwerterfassung dient. Drittens können soziale Medien eingesetzt werden, um Kompetenzen der Handlungsdimension S – Standpunkte begründen und aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten – zu trainieren. Ein Unterrichtsbeispiel, das sich mit der Bewertung von Produkten in sozialen Medien beschäftigt, wird für den Chemieunterricht der Sekundarstufe II in [8] vorgestellt.

In diesem Artikel werden nun zwei weitere Möglichkeiten dargestellt, wie im Naturwissenschaftsunterricht Kompetenzen der Handlungsdimension S durch den Einsatz sozialer Medien angesprochen werden können.

## 3. Mit Beiträgen aus sozialen Medien das Bewerten von Informationen fördern

Im AHS-Lehrplan für die Unterrichtsfächer Chemie und Physik ist verankert, dass Schüler:innen darin gefördert werden sollen, Informationen aus unterschiedlichen Quellen zu bewerten [5]. Jugendliche nutzen klassische, analoge Medien wie Zeitungen kaum zur Informationsbeschaffung. Vielmehr ziehen sie digitale Quellen zur Recherche heran und informieren sich in digitalen Medien über das Weltgeschehen. Eine wichtige digitale Informationsquelle für Jugendliche stellen soziale Medien, wie Instagram, dar [9]. In sozialen Medien sind Jugendliche einer enormen Flut an Informationen ausgesetzt. Informationen prasseln in Form von Beiträgen, Reels und Stories schnell und meist ungefiltert auf Nutzer:innen ein. Außerdem bieten diese Plattformen oft keine Mechanismen zur Qualitätskontrolle und zur Strukturierung der Informationen [2]. Diese Kombination aus hoher Informationsdichte, fehlender

Kontrollmechanismen und schnellen Präsentationsformaten kann es erschweren, Informationen zu bewerten und wissenschaftlich fundierte Informationen von Falschinformationen zu unterscheiden. Da jedoch soziale Medien insbesondere für Jugendliche eine wertvolle Informationsquelle darstellen, ist es wichtig, ihnen im Unterricht Unterstützung dahingehend zu bieten.

In sozialen Medien werden Bewertungen von Informationen meist sehr schnell getroffen. Das kann problematisch sein, wenn diese Bewertungen nicht bewusst getroffen werden, da Beiträge in sozialen Medien in vielerlei Hinsicht irreführend sein können:

### I. Inhalt & Argumentationsstrategien

Beiträge in sozialen Medien können Falschinformationen beinhalten. Zur Verbreitung von Falschinformationen werden häufig bestimmte Argumentationstechniken verwendet, die Nutzer:innen in die Irre führen können. Solche Techniken werden in der sogenannten PLURV-Taxonomie zusammengefasst [10]. Diese zeigt, dass zur Verbreitung von Falschinformationen oft Logikfehler eingebaut und unerfüllbare Erwartungen (an die Wissenschaft) geschürt werden, Rosinenpickerei betrieben wird oder Verschwörungstheorien verbreitet werden. Diese Argumentationstechniken machen es oft schwer, Falschinformationen zu erkennen.

### II. Vertrauenswürdigkeit von Content-Creatoren und Information

In sozialen Medien kann jede:r Beiträge veröffentlichen. Das führt dazu, dass Nutzer:innen nicht automatisch davon ausgehen können, dass die Content-Creatoren von Beiträgen vertrauenswürdig sind. Oft werden Inhalte von sogenannten Fake-Expert:innen veröffentlicht. Das sind Personen, die ihre Expertise nicht auf dem Gebiet haben, mit dem sich der jeweilige Beitrag beschäftigt. Dieser falsche Expert:innen-Status lässt Informationen jedoch fälschlicherweise glaubwürdig erscheinen (siehe PLURV-Taxonomie [10]). Ebenso vermitteln Verifizierungen von Profilen oft ein falsches Bild von Glaubwürdigkeit hinsichtlich der Informationen, die von diesem Profil veröffentlicht werden. Eine Verifizierung zeigt, dass ein Profil tatsächlich einer bestimmten Person zugeordnet ist, bietet aber keine Qualitätskontrolle der veröffentlichten Beiträge. Außerdem können Verifizierungen ganz einfach gekauft werden.

Ebenso ist die Vertrauenswürdigkeit der Informationen, die in sozialen Medien präsentiert werden, oft fraglich. Wissenschaftliche Standards, wie die Angabe von verlässlichen Quellen oder weiterführenden Links, fehlen häufig. Beiträge werden selten durch überprüfbare Daten oder wissenschaftliche Belege gestützt, was es für Nutzer:innen schwer macht, die Richtigkeit der präsentierten Informationen einzuschätzen.

### III. Gestaltung

Für die Bewertung der Glaubwürdigkeit von Informationen in sozialen Medien spielen insbesondere für Jugendliche gestalterische Kriterien eines Beitrags eine große Rolle [1]. Solche Kriterien können jedoch irreführend sein. Beispielsweise verleiten Beiträge mit Emojis dazu, dass Inhalte als Falschinformation wahrgenommen werden, während das bloße Vorhandensein langer Erklärungen und die Verwendung von Fachvokabular dazu führen, dass Nutzer:innen Informationen unkritisch akzeptieren. Ebenso können Nutzer:innen auch mit Hashtags zu einem Beitrag getäuscht werden.

### IV. Soziale Belege

In sozialen Medien sind soziale Belege – also Likes und Kommentare – sehr präsent und bedeutend. Profile mit einer großen Reichweite sind prestigeträchtiger als Profile mit nur wenigen Followern. Bezogen auf die Bewertung von Informationen in sozialen Medien können soziale Belege jedoch irreführend sein. Beispielsweise lässt eine hohe Anzahl an Likes den Eindruck erwecken, dass viele Menschen der im Beitrag präsentierten Information zustimmen. Jugendliche ziehen soziale Belege oft als Qualitätsmerkmal eines Beitrags heran [1]. Allerdings können Likes gekauft bzw. Kommentare von Bots verfasst werden, wodurch soziale Belege zu einem falschen Glaubwürdigkeitsurteil führen können.

Für den Naturwissenschaftsunterricht bedeutet das, dass diese irreführenden Mechanismen der Kommunikation auf sozialen Medien zum Lerngegenstand gemacht werden sollten, wenn man das Ziel verfolgt, bei Schüler:innen die Kompetenz zu fördern, Quellen bzw. Informationen reflektiert bewerten zu können (Handlungsdimension S).

#### 1.1 Bewertung von Informationen aus sozialen Medien: Übung und Reflexion

Damit Schüler:innen Beiträge und Informationen aus sozialen Medien bewerten können, benötigen sie Lerngelegenheiten, das Bewerten anhand realer oder fiktiver Instagram-Beiträge zu trainieren. Dazu sollten in einem ersten Schritt die vorgestellten Mechanismen sozialer Medien im Unterricht thematisiert und in einem zweiten Schritt Unterstützungsangebote für die Schüler:innen bereitgestellt werden, die sie zur Bewertung von Informationen aus sozialen Medien heranziehen können. Eine Unterstützung kann es sein, Schüler:innen bestimmte Blickwinkel vorzugeben, die sie ganz bewusst zur Bewertung der Informationen einnehmen sollen (Tabelle 1). In der Literatur werden zwei Blickwinkel beschrieben, die Menschen einnehmen, wenn sie auf Informationen treffen und deren Glaubwürdigkeit bewerten [11-12]: Erstens werden Informationen aus dem Inhalts-Blickwinkel hinsichtlich ihrer inhaltlichen Plausibilität überprüft. Zweitens wird aus dem Vertrauenswürdigkeits-Blickwinkel analysiert, inwieweit die Person oder Institution, die die Information veröffentlicht hat, als

glaubwürdig einzustufen ist. Da für eine Bewertung von Informationen aus dem Inhalts-Blickwinkel gesichertes Fachwissen notwendig, aber nicht immer vorhanden ist, wird empfohlen, stärker den Vertrauenswürdigkeits-Blickwinkel zur Beurteilung der Glaubwürdigkeit von Informationen zu wählen [12]. In sozialen Medien sind zunehmend auch soziale Belege und gestalterische Merkmale zur Beurteilung der Glaubwürdigkeit von Beiträgen von Bedeutung. Deshalb werden in diesem Artikel zwei weitere Blickwinkel vorgeschlagen, die zur Überprüfung der Glaubwürdigkeit von Beiträgen in sozialen Medien eingenommen werden können: der soziale Blickwinkel, der zu Glaubwürdigkeitsbewertungen basierend auf sozialen Belegen führt, und der Gestaltungs-Blickwinkel, der zu Glaubwürdigkeitsbewertungen aufgrund gestalterischer Merkmale führt.

Bezogen auf die eingangs vorgestellten irreführenden Mechanismen in sozialen Medien können diese vier Blickwinkel unterschiedlich hilfreich sein, um die Glaubwürdigkeit eines Beitrages in sozialen Medien einzuschätzen. Insbesondere der soziale und der Gestaltungs-Blickwinkel können irreführend sein, wie auch der Inhalts-Blickwinkel, wenn eine Person nicht über ausreichend gesichertes Fachwissen verfügt.

Tabelle 1 zeigt die vier vorgestellten Blickwinkel und jeweils mögliche Reflexionsfragen, die Schüler:innen beim Einnehmen dieser Blickwinkel dabei unterstützen können, eine Glaubwürdigkeitsbewertung aus dem jeweiligen Blickwinkel zu treffen.

Blickwinkel	Beispiele für Reflexionsfragen
<b>Inhalts-Blickwinkel</b>	Wie viel weiß ich über dieses Thema? Wie belastbar ist mein Wissen? Werden falsche/vor-eilige Schlüsse gezogen (Logikfehler)? Werden nur ausgewählte Daten präsentiert (Rosinenpickerei)? Werden unrealistische Erwartungen an die Wissenschaft geschürt?
<b>Vertrauenswürdigkeits-Blickwinkel</b>	Was ist das Gebiet der Expertise des Beitrags? Worum geht es inhaltlich? Ist der/die Autor:in Expert:in auf diesem Gebiet? Sind Interessenkonflikte ersichtlich? Ist die Information auch in anderen Quellen zu finden? Werden wissenschaftliche Studien verlinkt?
<b>sozialer Blickwinkel</b>	Wie viele Likes und Kommentare hat der Beitrag? Welchen Inhalt haben die Kommentare? Welche Reichweite hat das Profil?
<b>Gestaltungs-Blickwinkel</b>	Wie hoch ist die sprachliche Qualität des Beitrags (Rechtschreibung, Grammatik, Hashtags, Emojis etc.)? Wie hoch ist die Qualität der Grafiken (Design, Auflösung etc.)? Werden Erklärungen geboten? Handelt es sich um Werbung?

**Tabelle 1: Blickwinkel zur Bewertung der Glaubwürdigkeit von Beiträgen in sozialen Medien**

Für diese Übung sollte die Lehrperson den Schüler:innen zumindest zwei reale oder fiktive Beiträge aus sozialen Medien bereitstellen: Einen fachlich korrekten Beitrag, der jedoch beispielsweise aufgrund mangelnder sozialer Belege oder gestalterischer Kriterien als unglaubwürdig bewertet werden könnte, und einen Beitrag, der Falschinformationen enthält, aber beispielsweise aufgrund der verwendeten Argumentationslogiken oder aufgrund einer Verifizierung und der Verwendung von Fachvokabular als glaubwürdig bewertet werden könnte. Die

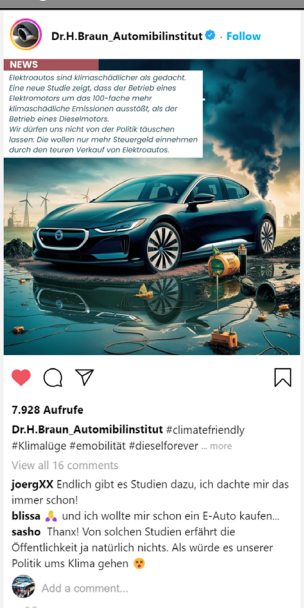
Aufgabe der Schüler:innen ist es, die vorgegebenen Beiträge aus den vier Blickwinkeln zu analysieren, jeweils Glaubwürdigkeitsbewertungen zu treffen und diese zu begründen. Anschließend ist es wichtig, dass die einzelnen Glaubwürdigkeitsurteile gemeinsam diskutiert werden. Das Ziel hierbei ist es zu reflektieren, inwieweit die einzelnen Blickwinkel hilfreich zur Bewertung von Instagram-Beiträgen sind und welche Blickwinkel Fehlschlüsse begünstigen (Inhalts-Blickwinkel, sozialer Blickwinkel, Gestaltungs-Blickwinkel). Durch die reflektierte Auseinandersetzung mit möglichen Blickwinkeln, die zur Bewertung von Informationen in sozialen Medien eingenommen werden können, sollen Schüler:innen dabei unterstützt werden, zukünftig jene Blickwinkel einzunehmen, die am zielführendsten sind, Informationen zu bewerten (Vertrauenswürdigkeits-Blickwinkel) [12].

### 3.2 Widerstandsfähigkeit gegenüber Falschinformationen in sozialen Medien: aktive Inokulation

Eine weitere Möglichkeit, Schüler:innen im Naturwissenschaftsunterricht auf die Bewertung von Informationen in sozialen Medien vorzubereiten und sie dabei zu unterstützen, Falschinformationen von wissenschaftlich fundierten Informationen zu unterscheiden, bietet der Ansatz der aktiven Inokulation [13]. Inokulation basiert auf der Inokulationstheorie aus den 1960er Jahren [14] und soll dabei unterstützen, eine Art Widerstandsfähigkeit gegen potentielle Falschinformationen aufzubauen. Die Idee ist, dass durch die Auseinandersetzung mit abgeschwächten Herausforderungen, größere Herausforderungen bewältigt werden können. Übertragen auf den Umgang mit Informationen in sozialen Medien bedeutet das, dass die Auseinandersetzung mit Falschinformationen aus sozialen Medien im geschützten Rahmen dazu beitragen kann, deren Mechanismen zu verstehen und dadurch zukünftig leichter Falschinformationen von wissenschaftlich fundierten Informationen unterscheiden zu können.

Für den Unterricht heißt das, dass Schüler:innen die eingangs beschriebenen Mechanismen sozialer Medien erlernen und selbst anwenden sollen. Schüler:innen schlüpfen im geschützten Rahmen des Unterrichts in die Rolle von Wissenschaftsleugner:innen und erstellen selbst fiktive Instagram-Beiträge mit Falschinformationen. Damit wird das Ziel verfolgt, Falschinformationen in sozialen Medien künftig leichter zu erkennen, beispielsweise indem Fake-Expert:innen enttarnt, soziale Belege kritisch betrachtet und Logikfehler in der Argumentation aufgedeckt werden. Wichtig ist, dass den Schüler:innen dieses Ziel der Übung klar kommuniziert wird, damit keine Missverständnisse bezüglich der Intention aufkommen. Die von Schüler:innen erstellten Beiträge verbleiben im geschützten Rahmen des Unterrichts.

Für die Gestaltung der Falschinformations-Beiträge eignen sich Power-Point-Vorlagen oder das kostenlose Tool Zeoob [15]. Um den Schüler:innen die Erstellung der Beiträge zu er-

Aufgabenstellung für Schüler:innen	Mögliches Produkt von Schüler:innen
<p>Du weißt bestimmt, dass der Motorbetrieb eines Elektroautos keine klimaschädlichen Emissionen hervorruft. Es findet nämlich keine Verbrennung statt, da Elektroautos mit elektrischer Energie betrieben werden.</p> <p>Du schlüpfst jetzt aber in die Rolle einer wissenschaftsleugnenden Person. In dieser Rolle erstellst du mithilfe des Tools Zeoob einen Instagram-Beitrag.</p> <p>Der Beitrag soll die Falschinformation verbreiten, dass der Betrieb des Motors eines Elektroautos mehr klimaschädliche Emissionen hervorruft, als der Betrieb Dieselbetriebener Fahrzeuge.</p> <p>Um diese Falschinformation möglichst glaubwürdig zu verbreiten, (a) argumentiere anhand einer Verschwörungstheorie, (b) nutze Fake-Expert:innen mit einem verifizierten Profil und (c) gib deinem Beitrag viele Likes und zustimmende Kommentare.</p>	

**Abbildung 1: Mögliche Aufgabenstellung, die im Zuge einer aktiven Inokulation an Schüler:innen vergeben werden kann, und ein mögliches Produkt zu dieser Aufgabenstellung. Der Instagram-Beitrag wurde mittels Zeoob [15] erstellt, die einzelnen Grafiken mithilfe von KI in Canva generiert.**

Die von Schüler:innen gestalteten Beiträge zu unterschiedlichen Falschinformationen können in einem Padlet gesammelt werden. An das Erstellen der Beiträge schließt eine Phase des Entlarvens an. Hier haben die Schüler:innen die Aufgabe, die Beiträge ihrer Mitschüler:innen hinsichtlich der enthaltenen Falschinformation und der verwendeten Mechanismen (siehe Abschnitt 3) zu analysieren. Durch diese abgeschwächte Form der Auseinandersetzung mit Falschinformationen und Mechanismen sozialer Medien können Schüler:innen eine Widerstandsfähigkeit aufbauen gegenüber Falschinformationen, auf die sie bei ihrer realen Nutzung sozialer Medien potentiell treffen.

## 4. Fazit

Soziale Medien wie Instagram sind ein zentraler Bestandteil der Lebenswelt von Jugendlichen. Sie dienen nicht nur der Kommunikation und Unterhaltung, sondern auch als Informationsquelle. Anknüpfend an die Lebensrealität der Jugendlichen und zur Adressierung bedeutender Lehrplanziele kann es sinnvoll sein, soziale Medien auch bewusst in den Naturwissenschaftsunterricht zu integrieren. Einerseits können sie als Tool zum Erlernen von Fachinhalten eingesetzt werden. Andererseits kann der Naturwissenschaftsunterricht auch Raum für ein Lernen über soziale Medien bieten, beispielsweise indem Schüler:innen dabei unterstützt werden, Falschinformationen in sozialen Medien zu erkennen. Dazu bieten sich unter anderem Übungen mit Reflexionsfragen oder die Umsetzung aktiver Inokulation an.

Angelika Bernsteiner Universität Graz, Physikdidaktik

## Literatur

- [1] Kresin, S., Kremer, K., & Büssing, A. (2024). Students' credibility criteria for evaluating scientific information: The case of climate change on social media. *Science Education*, 108 (3), 762–791.
- [2] Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104 (4), 641–666.
- [3] Büssing, A., Bergmann, A., & Berniermann, A. (2021). Social Media im Biologieunterricht: Die Lernpotenziale sozialer Medien erkennen und nutzen. *Unterricht Biologie*, 469 (45), 15–19.
- [4] Büssing, A., Hamm, T., & Fiebelkorn, F. (2022). Facebook im Biologieunterricht? Social Media Beiträge als Unterrichtsmaterial einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. in: Bush, A., & Birke, J. (Hg.), *Nachhaltigkeit und Social Media*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 259–285.
- [5] BMBWF (2023). Lehrplan für die allgemeinbildende höhere Schule. <https://www.paedagogik-paket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/lehrpl%C3%A4ne-nach-schularten.html>
- [6] Büssing, A. G., & Fiebelkorn, F. (2021). Neue Bedrohung oder altes Geheil? Beiträge aus sozialen Medien im Kontext der Rückkehr des Wolfes nutzen. *Unterricht Biologie*, 469 (45), 15–19.
- [7] Bernsteiner, A., Spitzer, P., Haagen-Schützenhöfer, C., & Schubatzky, T. (2023). Mit Arduino der FFP2-Schutzmaske auf der Spur. *PlusLucis 2023* (3), 31–36.
- [8] Belova, N., & Krause, M. (2023). „Das Wasser mit Leitfähigkeitsextrakt“. Entlarven falscher wissenschaftlicher Behauptungen in sozialen Medien mit einem Unterrichtsmodul. *PlusLucis 2023* (3), 9–12.
- [9] Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hg.) (2024). JIM-Studie 2024: Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. [https://mpfs.de/app/uploads/2024/11/JIM\\_2024\\_PDF\\_barrierearm.pdf](https://mpfs.de/app/uploads/2024/11/JIM_2024_PDF_barrierearm.pdf)
- [10] Cook, J. (2024). PLURV Taxonomie und Definitionen. <https://skepticalscience.com/PLURV-Taxonomie-und-Definitionen.shtml>
- [11] Bromme, R., & Kienhues, D. (2014). Wissenschaftsverständnis und Wissenschaftskommunikation, in: Seidel, T. & Krapp, A. (Hg.), *Pädagogische Psychologie*. Beltz, 55–81.
- [12] Zitz, K., & Höttecke, D. (2022). Wer ist vertrauenswürdig? Strategien zur Beurteilung der Glaubwürdigkeit von Informationen. *Unterricht Chemie*, 192, 16–21.
- [13] Cook, J., Lewandowsky, S., & Ecker, U. (2017). Neutralizing misinformation through inoculation: Exposing misleading argumentation techniques reduces their influence. *PLoS one*, 12 (5), e0175799.
- [14] McGuire, W. (1961). Resistance to persuasion conferred by active and passive prior refutation of the same and alternative counterarguments. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 63 (2), 326–332.
- [15] Zeoob (2024). Create Fake Instagram Posts with Zeoob's Post Generator Tool. <https://zeoob.com/generate-instagram-post/>

# Instagram - Teil des Alltags, Teil des Physikunterrichts

David Gampel

## 1. Einleitung

Schüler:innen dort abholen, wo sie stehen – so lautet eine zentrale Handlungs- und Gestaltungsgrundlage der Fachdidaktik. Diese trivial anmutende Phrase wirft gleichzeitig im Unterrichtskontext immer wieder die Frage auf, wo Kinder und Jugendliche denn überhaupt stehen. Wo sie sich, abgesehen vom individuellen Wissenstand, den sozialen Voraussetzungen und jeweiligen Lernendenvorstellungen, auf jeden Fall finden lassen, sind soziale Medien, insbesondere auf Instagram: 71% der österreichischen Jugendlichen zwischen 11 und 17 Jahren [1] sowie 69% der 16-18-Jährigen in Deutschland [2] nutzen Instagram. Jugendliche sind demzufolge von sozialen Medien geprägt, die Kommunikationsstrukturen haben sich gewandelt. WhatsApp, Instagram, Snapchat, TikTok & Co. sind als Informationsquelle integraler Bestandteil des Alltags Jugendlicher – ungeachtet davon, ob dies befürwortet wird oder nicht. Wir Lehrkräfte können diesem immer größer werdenden Einfluss von sozialen Medien samt Vor- und Nachteilen sowie der damit einhergehenden höheren Bildschirmzeit von Kindern und Jugendlichen ablehnend gegenüberstehen und „die guten alten, analogen Zeiten“ heraufbeschwören. Wir Lehrkräfte können hingegen auch versuchen, diese gesellschaftlichen und von uns nicht direkt beeinflussbaren Entwicklungen für sich, für den Physikunterricht und für multiple Kompetenzvermittlung sinnvoll zu nutzen und „Insta“ als Ressource respektive Chance zu sehen.

Für zweiten Zugang habe ich mich vor rund zwei Jahren entschieden, als ich mir Gedanken zu in Frage kommenden formativen Leistungsbeurteilungen machte und den Einfall zur Erstellung eines physikalischen Instagram-Kanals, der von den Jugendlichen selbst gefüllt wird, hatte. Bei der Leistungsbeurteilung orientiere ich mich generell an dem Grundsatz, summative Elemente in ihrem Umfang auf das notwendige Minimum zu begrenzen. Als ich meiner 7.Gymnasialklasse (11.Schulstufe), wie zu Semesterbeginn üblich, die projektorientierten Möglichkeiten für die kommenden Monate zur selbstbestimmten Wahl angeboten habe, war sofort eine große Begeisterung und Vorfriede für das Instagram-Projekt in der gesamten Klasse zu spüren.

Die Allgegenwärtigkeit von Instagram im Leben der Schüler:innen macht es grundsätzlich möglich, soziale Medien auch im Unterricht zu behandeln und nicht kategorisch auszuklamern. Derartige Projekte bieten eine realistische Möglichkeit, das Interesse der Schüler:innen an physikalischen Sachverhalten zu wecken, zu vertiefen und im günstigsten Fall zu erhalten. Studien zeigen, dass kontextualisierte und lebensweltnahe Darstellungen physikalischer Phänomene das Verständnis und die

Motivation der Lernenden fördern können [3]. Instagram bietet dahingehend mannigfaltige Potenziale zur Wissensvermittlung sowie Kompetenzförderung und kann bei entsprechender Nutzung mehr als bloßer Zeitvertreib und Selbstinszenierung sein. Die intermediäre Plattform liefert grundsätzlich die Voraussetzungen, um Wissen niederschwellig näherzubringen und Lernen beim Scrollen nebenher zu ermöglichen. Soziale Medien nehmen außerdem eine zentrale und, mit Ausnahme der Schule, oftmals einzige Vermittlerrolle zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ein, wodurch besonders die jüngere Generation eher erreicht wird als über klassische Medien [4]. Dieser Umstand birgt allerdings zugleich Gefahren, da der Kommunikationskanal zwischen Wissenschaft und Rezipient:innen auf sozialen Medien von Störfaktoren wie Fehlinformation, Halbwissen oder Mythen begleitet ist und veröffentlichte Inhalte bei vielen Kanälen keiner redaktionellen Prüfung unterliegen. Die Betreuung eines Instagram-Kanals und die Thematisierung der damit einhergehenden Gefahren sind demzufolge unerlässlich, um die Schüler:innen für die digitalen Anforderungen zu wappnen.

## 2. Instagramkanal physik\_publik

Nach der Konzeptpräsentation des Projektvorhabens in der ersten Physikstunde des neuen Semesters startete in der 7C, einer Gymnasiumsklasse mit musikischem Schwerpunkt bestehend aus 15 Mädchen und zwei Jungen (siehe Abbildung 1), der kollaborative Arbeitsprozess für dieses Projekt zur Wissenschaftskommunikation. Die Grundidee lautete: Physik zeitgemäß vermitteln und fachliche Inhalte digital angemessen aufbereiten. Der Projektablauf gliederte sich grob in drei Phasen: Planung, Umsetzung und Reflexion.



Abbildung 1: Gruppenfoto der Projektklasse mit Lehrperson

## 2.1 Planung

Das Projekt zur Erstellung eines Instagram-Kanals ordnet sich nach dem SAMR-Modell (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition), das den Grad der technischen Integration im Unterricht misst, in die Kategorien Modifikation und Redefinition ein [5]. Substitution bezeichnet den einfachen Austausch analoger durch digitale Werkzeuge (z. B. Arbeitsblatt als PDF statt auf Papier), während Augmentation digitale Werkzeuge mit zusätzlichen Funktionen einsetzt (z. B. interaktive Arbeitsblätter mit automatischer Korrektur). Bei der Modifikation werden Aufgaben und Lernprozesse signifikant neugestaltet (z. B. Erklärvideos), und die Redefinition ermöglicht völlig neue Lernprojekte, wie den kollaborativen Instagram-Kanal, auf dem Schüler:innen physikalische Inhalte visuell und textlich aufbereiten, teilen und diskutieren.

Zu Beginn eines solchen Vorhabens bedarf es in der ersten Einarbeitungsphase gemeinsam mit den Jugendlichen der Auseinandersetzung mit den Funktionsmechanismen der Plattform Instagram respektive digitaler (Wissenschafts-)Kommunikation. Dazu zählen unter anderem grundlegende Informationen zum Konzern, der hinter Instagram steht, die Klärung von neuen Begriffen wie „Algorithmus“ oder „Feed“ sowie das Lernen am Modell anderer Instagram-Kanäle. Zur Ideensammlung und Orientierung wurden in der Eingangsphase des Projekts während des Unterrichts bewusst die Handys hervorgeholt, um rund 20 diverse Wissenschaftskanäle auf Instagram (z.B. @leifiphysik, @funk, @quarks, @letsdogabout.science etc.) zu besuchen und gemeinsam zu analysieren. Dadurch bekamen auch jene Jugendlichen, die weniger instagrameffektiv waren, einen Einblick und lernten mögliche Realisierungen wissenschaftlicher Inhalte kennen. Daran anknüpfend wurde ein klasseninterner Kriterienkatalog für unseren Informationskanal, der zugleich interaktive und dialogische Kommunikationsformen mit sich brachte, erstellt. Wichtige „Dos“ in diesem Zusammenhang sind hierbei etwa ein einheitliches Design, nicht zu viel Text und Information, wiederkehrende Hashtags, eine schlichte Schriftart, Story-Highlights (Anm.: Sammlung von Beiträgen, die ansonsten nur 24 Stunden aufscheinen), die Rücksichtnahme auf den Grid (Anm. Beitragsübersicht des Profils), eine zusammenhängende Farbpalette und eine farbliche Gliederung je nach Themenschwerpunkt.

In weiterer Folge wurden gemeinsam und demokratisch die Rahmenbedingungen wie der Kanalname „physik\_publik“, Logoentwürfe, der einzuhaltende Zeitplan sowie das Abonent:innen-Ziel von 200 diskutiert und festgelegt, ehe die Gruppeneinteilung der Schüler:innen erfolgte. Der Kanal wurde von fünf verschiedenen Gruppen zu unterschiedlichen Teilgebieten der Physik bespielt, wobei eine dieser fünf Gruppen nicht inhaltlich arbeitete, sondern als kreative Design-Gruppe für die Kanalerstellung, die Kreation des Logos, den Account-Steckbrief, die Designvorlage für die anderen Gruppen (erstellt mit Canva) sowie den Launch mit drei interessensstiftenden Beiträgen verantwortlich war. Die Gruppeneinteilung

mit je drei bis vier Personen erfolgte im Sinne der Begabungsförderung je nach thematischem Interesse selbstgesteuert. Das von den Schüler:innen selbst entworfene schwarz-weiße Logo (siehe Abbildung 2) beinhaltet minimalistisches Design und die Darstellung eines herabfallenden Apfels, der physikalische Assoziationen wecken sollte.



Abbildung 2: Das von Schüler:innen kreierte Logo

## 2.2 Umsetzung

Inhaltlich arbeiteten die Gruppen gekoppelt an ihren bisherigen und zukünftigen Physikunterricht gemäß den Lernzielen zu den Themen Mechanik, Thermodynamik, Elektrizitätslehre (lt. Lehrplan allesamt in der 6. Klasse der AHS-Oberstufe) und Astronomie (7. Klasse), wodurch teilweise eine Vertiefung und Festigung von bereits im Unterricht entwickelten Kompetenzen erfolgte und teilweise neue Einblicke in die moderne Physik gewährleistet wurden. Jede Gruppe bereitete größtenteils außerschulisch nach intensiver Recherche sechs verschiedene Posts vor, entwarf passende Captions (Anm. Beitragsbeschreibungen), suchte themenspezifische Emojis und veröffentlichte nach einer Feedback- und Überarbeitungsschleife mit der Lehrperson die Beiträge gemäß dem vereinbarten Zeitplan an einem fixierten Wochentag jeweils um 18 Uhr (üblicherweise der beste Traffic). Diese Vorgehensweise des formativen Assessments dient dazu, Lernfortschritte kontinuierlich zu beobachten und gezielt Feedback zu geben, um den Lernprozess individuell zu optimieren. Beitrag-Intervall und -Struktur für die jeweilige Zwei-Wochen-Betreuung pro Fachgebiet wurden von mir folgendermaßen vorgegeben:

- Montag: Fakten zum Thema
- Mittwoch: Zitat von einem:r Physiker:in
- Freitag: Quiz zum Thema vom Montag
- Sonntag: Reel mit einem Experiment
- Dienstag: Physik-Meme
- Donnerstag: Random Facts

Die Idee war, einen festen Rahmen mit einer durch drei teilbaren Post-Anzahl (hinsichtlich des Grids) festzulegen, in dem sich die Schüler:innen frei ausprobieren können und nicht Sämtliches bis ins letzte Detail vorgegeben war, um die Kreativität und Individualität zu fördern. Die angesprochene Überarbeitungsphase vor dem Veröffentlichen diente vor allem dem Vermeiden von inhaltlichen Fehlern und Orthografie-Verstößen, wenngleich kein Anspruch auf Perfektion bestand und inhaltliche Fehlerlosigkeit nicht restlos gewährleistet werden

konnte. Die Story-Frequenz und -Betreuung erfolgte demzufolge individuell und unterlag vor Veröffentlichung im Gegensatz zu den Posts keiner redaktionellen Prüfung der Lehrkraft, welche allerdings auf freiwilliger Basis angeboten wurde. An beitragsfreien Tagen wurden verstärkt Storys veröffentlicht und die vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten von Instagram – etwa Abstimmungen oder Umfragen – mit den Follower:innen erprobt. Die feste Zuteilung von Wochentag und Beitragsinhalt resultierte aus dem Umstand, dass es bei einem Kanal auf Social Media unter anderem darum geht, sich eine möglichst eigene Identität im digitalen Informationszeitalter unter Anbetracht der knappen Ressource der Aufmerksamkeit zu schaffen, sich von anderen Kanälen abzugrenzen und eine Art Marke mit Wiedererkennungswert zu entwickeln.



**Abbildung 3: Schülerinnen, die eifrig am nächsten Insta-Beitrag arbeiten**

Insgesamt betreute jede Gruppe den Kanal für zwei Wochen, wodurch eine formative Leistungsbeurteilung gegeben war und die Schüler:innen ihre Kompetenzen über einen längeren Zeitraum zeigen und entwickeln konnten. Als Lernprodukt dienten die Beiträge selbst. Im Zuge der Erarbeitung der Beiträge erfolgte eine von mir wahrgenommene Erhöhung der Fachkompetenz, Medienkompetenz, Kommunikationskompetenz und durch die Gruppenarbeit (siehe Abbildung 3) eine Steigerung der sozialen Kompetenz – sei es im Umgang miteinander im Team oder durch adäquate Follower:innen-Repliken.

### 2.3 Reflexion

Der Kanal mit mittlerweile rund 600 Follower:innen (siehe Abbildung 5) wurde im ersten Durchgang rund drei Monate bespielt und anschließend intensiv evaluiert sowie reflektiert. Dazu wurden einerseits Reflexionsbögen, die zuerst einzeln, dann in der Gruppe und abschließend im Klassenplenum ausgefüllt und besprochen wurden, und andererseits für die Evaluation des Kanals die Analyse-Funktionen von Instagram (Aufschluss über Interaktionen, erreichte Konten, Alter der Rezipient:innen etc.) eingesetzt. Die Schüler:innen hoben nach Abschluss des Projekts vor allem die vielen Freiheiten und Möglichkeiten zur kreativen Umsetzung positiv hervor. Sie bezeichneten das Projekt als „abwechslungsreich, innovativ, unvergesslich, lehrreich und cool“. Als unerlässlich erachteten

die Jugendlichen die strukturellen Vorgaben sowie die ständige Betreuung seitens der Lehrkraft – sei es bei Unsicherheiten hinsichtlich der Caption, inhaltlichen Fragen oder zur gemeinsamen Ideenfindung. Grundsätzlich hängt die Qualität der Inhalte maßgeblich von der Unterstützung durch Lehrkräfte und der Verfügbarkeit von zeitlichen Ressourcen ab. Ohne fachliche Begleitung besteht die Gefahr, dass komplexe Inhalte unzureichend oder missverständlich dargestellt werden [6]. Den Schüler:innen gefielen darüber hinaus besonders das selbstbestimmte Zeitmanagement, das räumlich flexible Arbeiten sowie die zeitliche Abgeschlossenheit, wenngleich es am Ende schwerfiel, das Projekt loszulassen beziehungsweise nicht weiterzumachen, da „physik\_publik“ zu IHREM Kanal wurde.



**Abbildung 4: Kanalübersicht inkl. Account-Steckbrief**

Das Projekt lässt natürlich auch Raum zur Verbesserung und Veränderung. Thematisch und strukturell ließen sich die Inhalte erweitern, andere Themenbereiche der Physik heranziehen oder bestehende hinsichtlich der Post-Anzahl ausdehnen. Selbstreflexive Rückmeldungen der Jugendlichen waren außerdem, dass die Kommunikation mit einigen kritischen, sehr aktiven Follower:innen eine Herausforderung für sie darstellte und gleichzeitig noch mehr Interaktivität mit den übrigen Abonnent:innen wünschenswert gewesen wäre. Weitere Erkenntnisse waren, dass die Farbvorlagen der jeweiligen Gruppen konsequenter für alle Posts verwendet werden sollten und die kontinuierliche Erstellung qualitativ hochwertiger Inhalte einen erheblichen Zeitaufwand erfordert. Zudem wurde uns die Abhängigkeit von Funktionsmechanismen der Intermediäre bewusst: Algorithmen beeinflussen maßgeblich die Sichtbarkeit der Insta-Beiträge und können die Reichweite selbst bei gelungenen Inhalten einschränken. Die Kooperation mit anderen Wissenschaftskanälen und regionalen Medien (siehe Abbildung 5) kann für die Vergrößerung der Reichweite hilfreich sein. Insgesamt kann basierend auf der Reflexion und den schriftlichen Rückmeldungen festgehalten werden, dass das Physik-Interesse durch dieses Projekt gefördert wurde. Über die Nachhaltigkeit dieses Effekts lassen sich allerdings noch keine genauen Aussagen treffen.

### 3. Learnings

Basierend auf den individuellen Erfahrungen, die beim Initiieren und Betreuen des Instagram-Kanals von mir und den Jugendlichen gemacht wurden, können potenzielle Nachahmer:innen eventuell von folgenden Learnings profitieren:

- Das Netz lebt von Netzwerken, daher: Nicht scheuen, aktiv Kooperationen mit anderen wissenschaftlichen Kanälen zu forcieren.
- Die Erstellung eines Produkts (Posts) erhöht typischerweise die emotionale Nähe dazu und dadurch meist die Bereitschaft, daran zu arbeiten.
- Derartige Vorhaben nicht inflationär betreiben und allein aus zeitlichen Gründen nicht mit mehreren Klassen oder Fächern durchführen.
- Fehler bewusst zulassen und zeitgleich Qualität anstreben.
- Für Vorschläge und Ideen der Jugendlichen offen sein, selbst wenn sie den eigenen Vorstellungen nicht entsprechen.
- Das Wissen der Jugendlichen nutzen: Sie besitzen vielfach ein intuitives Einschätzungsvermögen für gelungene Posts und wissen etwa über aktuelle Trends Bescheid.
- Nicht jede Klasse eignet sich vermutlich gleichermaßen für ein solches Projekt.
- Es bedarf einer hohen Bereitschaft der Lernenden und Lehrenden.
- Die zwischenmenschlichen Beziehungen im Klassenverbund können, wie in unserem Fall, enorm gestärkt werden.
- Transmediale Berichterstattung über das Projekt (Radio, Zeitung) fördert die Reichweite und stellt eine zusätzliche, wertschätzende Besonderheit für die Schüler:innen dar.



**Abbildung 5: Schüler:innen beim Interview für einen Radiobeitrag**

### 4. Fazit und Ausblick

Die Jugendlichen lernten beim Projekt mit Modellcharakter neben physikalischen Inhalten und Fakten, wie sie naturwissenschaftliche Inhalte digital ansprechend für andere aufbereiten respektive adressatengerecht kommunizieren (vgl. Kompetenzmodell Physik). Des Weiteren wurde den Schüler:innen bewusst, welche Schritte für das Betreiben eines wissenschaftlichen Informationskanals überhaupt erst notwendig sind und welcher zeitliche Aufwand hinsichtlich Recherche und Gestaltung bereits hinter einem einzigen Post steckt. Diese Einsicht und dieser Lernprozess dienten als Basis für eine kontinuierliche Selbstreflexion und Beobachtung des Projektfortschritts, die für das formative Assessment von zentraler Bedeutung sind.

Indem „physik\_publik“ physikalische Inhalte einem breiten Publikum, größtenteils Personen zwischen 18-30 Jahren, zugänglich macht, trägt der öffentliche Kanal in Summe auch ein kleines Stück dazu bei, die oft wahrgenommene Kluft zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu überbrücken und für eine leicht zugängliche Vermittlung der Physik zu sorgen. Ein solches Projekt zeigt darüber hinaus, wie Physikunterricht im digitalen Zeitalter gestaltet werden kann: kreativ, lebensnah und interaktiv. Für Lehrpersonen bieten sich nicht nur inspirierende Möglichkeiten für innovative Vermittlungsformen, sondern auch konkrete Ansätze, Schüler:innen aktiv in die digitale Vermittlung von Wissenschaft einzubinden und neue Wege der Kommunikation im Unterricht zu gehen. Die Grundpfeiler des Accounts bleiben bestehen und es gibt nach wie vor Bestrebungen, den Kanal mit einer anderen Klasse weiterzuführen, um auch anderen Jugendlichen diese wertvollen Lernerfahrungen bieten zu können.

David Gamperl *Gymnasium Hartberg*  
 david.gamperl@gym-hartberg.ac.at

### Literatur

- [1] Saferinternet.at. (2024). Jugend-Internet-Monitor. <https://www.saferinternet.at/services/jugend-internet-monitor> (abgerufen am 15.11.2024)
- [2] Statista. (2024). Umfrage zur Nutzung von sozialen Netzwerken unter Jugendlichen in Deutschland 2024. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1260964/umfrage/nutz-von-sozialen-netzwerken-durch-jugendliche-in-deutschland> (abgerufen am 15.11.2024)
- [3] Müller, A., Wiesner, H., & Kahlert, J. (2020). Kontextualisiertes Lernen in der Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26 (2), 123-145.
- [4] Müller, S. (2017). Wissenschaftskommunikation und soziale Medien. Herausforderungen für die Forschungspolitik. In *Perspektiven der Wissenschaftskommunikation im digitalen Zeitalter*. 13–16. Velbrück Wissenschaft.
- [5] Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education. [Blog post]. <http://hippasus.com/resources/tte/>. (abgerufen am 17.11.2024)
- [6] Schäfer, M. S. (2017). Wissenschaftskommunikation im digitalen Zeitalter. *Medien & Kommunikationswissenschaft*, 65 (3), 229–247.

# Integration von ChatGPT in den Physikunterricht

## Zwei unterrichtspraktische Beispiele

Philipp Bitzenbauer und Antonia Bauer

**Abstract:** In diesem Artikel werden zwei einfache unterrichtliche Aktivitäten zur Integration von ChatGPT in den Physikunterricht am Beispiel quantenphysikalischer Themen vorgestellt. Wir berichten zudem die Sichtweisen von  $N = 53$  Schüler:innen, die vor und nach dem Unterricht zu ihrer Meinung bezüglich der Relevanz von künstlicher Intelligenz (KI) im Allgemeinen und ChatGPT im Speziellen befragt wurden. Es zeigt sich: Lernende sind nicht per sé von der Nutzung von ChatGPT überzeugt, hegen durchaus Vorurteile, und die explizite Auseinandersetzung mit ChatGPT sowie anderen KI-Tools im Unterricht scheint für die Entwicklung einer reflektierten Haltung notwendig.

**Schlagerworte:** ChatGPT, Sprachmodelle, Künstliche Intelligenz, Physikunterricht, Kritisches Denken

### 1. Einleitung

ChatGPT ist ein Chatbot, der auf sogenannten Large Language Models (LLMs) basiert, insbesondere auf den Generative Pre-trained Transformers (GPT). GPTs sind eine spezielle Art von LLMs. Diese Sprachmodelle sagen mithilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, basierend auf den Trainingsdaten, das nächste Wort oder die nächste Wortfolge in einem Text vorher. Man kann bei ChatGPT das GPT-Modell wählen, auf Basis dessen Chatbot auf einen Prompt reagieren soll. Mittlerweile gibt es mehrere GPTs zur Auswahl und die (Weiter-)Entwicklung erfolgt laufend (z.B: GPT-3, GPT-3.5, GPT-4, GPT-4o, GPT-4.5, o3 und o4-mini). Die neueste Version ist o4-mini, wobei „o“ für „omni“ steht. Beispielsweise ist GPT-4o nicht nur schneller als ihre Vorgänger, sondern verfügt auch über Fähigkeiten, die ihre Vorgänger nicht alle besaßen. Dazu gehören das Lesen und Analysieren von Bildern, das Übersetzen von Texten oder das Erkennen von Emotionen anhand von Bildern, um nur einige Beispiele zu nennen [1].

Die Integration von ChatGPT in Lernumgebungen bietet verschiedene Potentiale, sowohl für Lernende als auch für Lehrende. So kann ChatGPT etwa zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens verwendet werden [2]: Es unterstützt Lehrende bei der Individualisierung von Unterricht, beispielsweise bei der Entwicklung von Aufgaben mit gestuften Hilfen oder für individuelles Feedback zu Aufgabenbearbeitungen [3]. Darüber hinaus wurde ChatGPT bereits für die Bewertung von Schülerabgaben oder die Unterrichtsplanung ganz allgemein eingesetzt [4]. Gerade das Potential von ChatGPT zur Unterstützung Lehrender bei administrativen Routineaufgaben ist nicht zu unterschätzen [5].

Es gibt jedoch auch Herausforderungen und Risiken. Mit Blick auf den Einsatz generativer KI im Unterricht wurden von Expert:innen Bedenken hinsichtlich der akademischen Integrität, der Genauigkeit der Antworten und der potenziellen Abhängigkeit Lernender von der Technologie geäußert [6]. Darüber hinaus könnte ChatGPT das kritische Denken und die Entwicklung kreativer Fähigkeiten der Lernenden beeinträchtigen [7]: Floridi und Chiriatti warnen etwa vor der Verbreitung von Fake News und Desinformation durch automatisch generierte Texte. Kasneci et al. [9] schlagen vor, ChatGPT und Co. gerade deshalb in den Unterricht zu integrieren [8].

Dazu ist es wichtig, Lernenden zu vermitteln, dass generative KI keine Fähigkeit zu abstraktem Denken und keine Bewertungskompetenz besitzt [10]. Das heißt: Die von ChatGPT generierten Texte sind abhängig von den Trainingsdaten, und ChatGPT selbst hat weder ein eigenes Verständnis für seine Ausgabe [11, 12] noch für den jeweiligen Kontext [13]. ChatGPT erzeugt Texte auf Grundlage von Statistik, kann jedoch weder eine kritische Überprüfung der Korrektheit dieser vornehmen [14], noch die Qualität seiner Trainingsdaten beurteilen [15]. Unterricht hat hier eine wichtige Aufgabe: Die Fähigkeit zur kritischen Reflexion ist von großer Bedeutung, und um die Vorteile von ChatGPT optimal nutzen zu können, bedarf es eines genauen Kenntnis der möglichen Fallstricke sowie Routine im Umgang mit diesen.

Im nächsten Abschnitt stellen wir mit Hilfe von zwei praktischen Beispielen vor, wie ChatGPT im Physikunterricht eingesetzt werden kann, um Schüler:innen zu einer solchen kritischen Reflexion anzuregen. Außerdem stellt sich die Frage, mit welchen Vorstellungen über ChatGPT im Speziellen und KI im Allgemeinen Schüler:innen überhaupt in den Unterricht kommen und inwiefern die explizite Auseinandersetzung damit zu einer Veränderung dieser Ansichten führen kann – dieser Frage gehen wir im abschließenden Abschnitt dieses Artikels nach.

### 2. Integration von ChatGPT in den Physikunterricht: Zwei Beispiele zum Thema Quantenphysik

In diesem Abschnitt stellen wir zwei konkrete Beispiele für den Einsatz von ChatGPT im Physikunterricht zum Thema Quantenphysik vor. Wir haben uns für Beispiele aus der Quantenphysik – die heute Teil der Physiklehrpläne der meisten Länder Europas ist [18] – entschieden, weil

- die Quantenphysik sehr abstrakt ist, sodass ChatGPT hier konzeptuell fragwürdige Ausgaben erzeugen könnte, und

**Bemerkung:** ChatGPT erfüllt derzeit nicht die datenschutzrechtlichen Voraussetzungen, die für den Einsatz als schulisch genutzte Plattformen mit individuellen Benutzerkonten vorliegen müssen. Insbesondere ist die Plattform „nicht für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten durch Nutzer:innen gedacht“ [16, S. 7]. Es gibt dennoch Möglichkeiten zum unterrichtlichen Einsatz von ChatGPT in der Schule, die in Referenz [16, S. 7f.] vorgestellt werden:

- Bedienung von ChatGPT durch die Lehrkraft: Die Schüler:innen generieren in diesem Setting lediglich Prompts, die sie an die Lehrkraft zur Eingabe geben (siehe [16, S. 7]).
- Nutzung des Zugangs einer Lehrkraft durch die Schüler:innen, d.h. „die Lehrkraft kann einen [...] kostenlosen Zugang einrichten und sich damit an einem schulischen Endgerät anmelden, etwa an einem unpersonalisierten Tablet oder Computer, und den Schüler:innen die Nutzung erlauben, sodass diese eigenständig mit ChatGPT interagieren können“ [16, S. 7].

Eine Übersicht schulgeeigneter (teils kostenpflichtiger) KI-Tools mit einer Einordnung datenschutzrelevanter Aspekte bietet Referenz [17]. Die heute vorliegenden KI-Tools standen bei Entstehen dieses Artikels noch nicht zur Verfügung. Das zeigt: Die Dynamik auf dem Gebiet der KI-Tools ist groß.

- es schwierig ist, die Quantenphysik und ihre Konzepte mit unserer Alltagssprache zugänglich zu machen, was die Notwendigkeit von Modellbeschreibungen begründet [19]. Auch dies macht die Quantenphysik zu einem geeigneten Rahmenthema, um eine kritische Reflexion zu ChatGPT-Ausgaben unter Lernenden zu initiieren.

Es sei gleichzeitig darauf hingewiesen, dass die folgenden Beispiele für ChatGPT-Implementierungen in der Sekundarstufe nicht auf den hier als Beispiel verwendeten Quantenkontext beschränkt sind.

## 2.1 Beispiel 1: Think-Pair-Share

Lehrkräfte können die kritische Reflexion ChatGPT-generierter Texte initiieren, indem sie Lernende durch verschiedene Schritte führen: von der Textproduktion über deren kritische Analyse bis hin zur Überarbeitung. Die in Tabelle 1 gezeigte Schrittfolge, die von der Think-Pair-Share-Methode inspiriert ist [20 - 22], dient als Beispiel für die Diskussion des Welle-Teilchen-Dualismus – einem zentralen Thema des Quantenphysikunterrichts. Online stellen wir ein Arbeitsblatt bereit, das wir bei einem Unterrichtsversuch verwendet haben.

Diese Methode fördert die Kommunikation auf mehreren Ebenen: Zunächst ermöglicht der Einsatz von ChatGPT eine individuelle Interaktion der Lernenden mit ChatGPT. Dies erfordert ein zielgerichtetes und präzises Vorgehen beim Prompten – hilfreiche und aus der Literatur abgeleitete Hinweise dazu

Phase	Aktivität der Lernenden
<b>Vorbereitung</b>	Die Schüler:innen werden aufgefordert, mit ChatGPT einen Text über Photonen zu erstellen (siehe Abbildung 1).
<b>Think</b>	Nachdem der Text erstellt wurde, werden die Lernenden aufgefordert, die Genauigkeit und Klarheit des Textes zu analysieren und seinen Inhalt fachlich zu bewerten. Sie können z. B. aufgefordert werden, nach Unstimmigkeiten oder Ungenauigkeiten zu suchen und die Informationen im Text mit dem zu vergleichen, was sie zuvor im Unterricht gelernt haben.
<b>Pair</b>	Anschließend tauschen die Schüler:innen ihre mit ChatGPT erstellten Texte in Kleingruppen aus („pair“). Dabei wird ihnen bewusst, dass die Informationen, die ChatGPT liefert, variieren können – und zwar sogar im Fall der Verwendung identischer Prompts (siehe Abbildung 2).
<b>Überarbeitung</b>	Die Schüler:innen werden ermutigt, den von ChatGPT erstellten Text zu überarbeiten, indem sie zusätzliche Quellen wie Lehrbücher, wissenschaftliche Artikel oder Online-Ressourcen verwenden (und zitieren).
<b>Share</b>	Abschließend findet eine Diskussion im Plenum statt, in der die Schüler:innen ihre Ergebnisse austauschen und die von ihnen analysierten Informationen diskutieren („share“).

**Tabelle 1. Produktion und kritische Analyse der ChatGPT-Ausgaben mit Think-Pair-Share**

stellen wir auf dem online verfügbaren Arbeitsblatt für Schüler:innen bereit. Anschließend tauschen die Lernenden ihre erarbeiteten Texte in Kleingruppen aus, was zu einem intensiven Diskurs über die unterschiedlichen Ergebnisse und Perspektiven führt. Diese Peer-Kommunikation stärkt die Fähigkeit, kritisches Feedback zu geben und zu erhalten, sowie Inhalte gemeinsam zu hinterfragen und zu verbessern. Abschließend findet eine gemeinsame Diskussion im Plenum statt, in der die Schüler:innen ihre Ergebnisse präsentieren und miteinander diskutieren.

Was ist ein Photon?

Ein Photon ist ein grundlegendes Teilchen der elektromagnetischen Strahlung und das Quantenobjekt des Lichtes. Hier sind einige wichtige Eigenschaften und Merkmale von Photonen:

1. **Masselosigkeit:** Photonen haben keine Ruhemasse. Sie sind masselose Teilchen, die sich im Vakuum mit der Lichtgeschwindigkeit  $c$  (ungefähr 299.792.458 Meter pro Sekunde) bewegen.
2. **Energie und Impuls:** Die Energie  $E$  eines Photons ist proportional zur Frequenz  $\nu$  der entsprechenden elektromagnetischen Welle, gemäß der Formel  $E = h\nu$ , wobei  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum ist. Der Impuls  $p$  eines Photons ist ebenfalls proportional zur Frequenz, gemäß  $p = \frac{h\nu}{c}$ .
3. **Teilchen- und Wellencharakter:** Photonen zeigen sowohl Teilchen- als auch Welleneigenschaften, ein Phänomen, das als Welle-Teilchen-Dualismus bekannt ist. Sie können sich wie Wellen durch Interferenz und Beugung verhalten, aber auch wie Teilchen durch den photoelektrischen Effekt und in Kollisionen.
4. **Polarisation:** Photonen besitzen eine Eigenschaft namens Polarisation, die die Orientierung der elektrischen Feldkomponente der elektromagnetischen Welle beschreibt.
5. **Quanteneigenschaften:** Als Quantenobjekte können Photonen nur in diskreten Einheiten existieren und übertragen Energie in quantisierten Paketen.
6. **Wechselwirkungen:** Photonen können mit Materie und anderen Teilchen interagieren. Zum Beispiel können sie Elektronen in Atomen anregen (photoelektrischer Effekt), Streuprozesse wie die Compton-Streuung durchlaufen oder von Materie absorbiert und re-emittiert werden.

Zusammengefasst ist ein Photon das kleinstmögliche Quant einer elektromagnetischen Welle und trägt sowohl Energie als auch Impuls. Es ist ein fundamentaler Bestandteil der Quantenelektrodynamik und spielt eine zentrale Rolle in der Beschreibung und dem Verständnis von Licht und anderen Formen elektromagnetischer Strahlung.

**Abbildung 1: Der Screenshot zeigt eine Antwort von ChatGPT auf den Prompt „Was ist ein Photon?“ (Screenshots von <https://chatgpt.com/>)**

Welche Art von Teilchen ist das Photon?

Das Photon ist ein Elementarteilchen, das als Quanten der elektromagnetischen Wechselwirkung fungiert. Es ist ein bosonisches Teilchen mit den folgenden Eigenschaften:

- Masselosigkeit:** Photonen haben keine Ruhemasse. Sie können sich daher im Vakuum immer mit Lichtgeschwindigkeit  $c$  bewegen.
- Spin:** Photonen haben einen Spin von 1, was sie zu Bosonen macht. Sie können zwei Polarisationszustände haben, die als rechts- oder linkshändig bezeichnet werden.
- Wechselwirkungen:** Photonen sind Vermittler der elektromagnetischen Kraft. Sie interagieren mit elektrisch geladenen Teilchen wie Elektronen und Protonen.
- Quanteneigenschaften:** Photonen zeigen sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften. Diese Dualität ist ein grundlegender Aspekt der Quantenmechanik und zeigt sich in Phänomenen wie der Beugung und Interferenz sowie im Photoelektrischen Effekt.
- Energie und Impuls:** Die Energie  $E$  eines Photons ist proportional zur Frequenz  $\nu$  der entsprechenden elektromagnetischen Welle, ausgedrückt durch  $E = h\nu$ , wobei  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum ist. Der Impuls  $p$  eines Photons ist gegeben durch  $p = \frac{E}{c}$ .

Zusammenfassend ist das Photon ein masseloses, spin-1-Boson, das als Träger der elektromagnetischen Wechselwirkung fungiert und sich durch seine Dualität von Wellen- und Teilcheneigenschaften auszeichnet.

**Abbildung 2. In diesem Screenshot wird ChatGPT nach der Bedeutung des Begriffs „Photon“ gefragt, diesmal mit einem anderen Prompt als in Abbildung 1. Es zeigt sich: Unterschiedliche Prompts führen zu unterschiedlichen Ergebnissen (Screenshots von <https://chatgpt.com/>). Diese Erkenntnis ist zentral für Lernende.**

Eine sinnvolle Folgeaufgabe besteht darin, die Fähigkeit von ChatGPT zu nutzen, um Argumente zu generieren. In der Unterrichtspraxis scheint es z. B. sinnvoll, ChatGPT für eine bestimmte Position argumentieren zu lassen, etwa eine Position, die nicht mit der wissenschaftlichen Sichtweise übereinstimmt. Die Lernenden können dann angeleitet werden, zuerst auf Fehler in der Argumentation von ChatGPT hinzuweisen, um im Anschluss eigenständig – ohne die Verwendung von ChatGPT – eine Gegenargumentation zu formulieren. Ein Beispiel für die Umsetzung eines solchen Prozesses mit ChatGPT im Kontext von Photonen ist in Abbildung 3 dargestellt.

Diskutiere mit mir über eine genaue Vorstellung von Photonen. Meiner Meinung nach sollte ein funktionales Verständnis im Vordergrund stehen, bei dem die Gestalt des Photons als kleines kugelförmiges Teilchen nicht wesentlich ist. Überzeuge mich vom Gegenteil, indem du konkrete physikalische Argumente anführst und dich auf experimentelle Beobachtungen berufst!

Photonen sind fundamentale Teilchen des Lichts und anderer Formen elektromagnetischer Strahlung, die in der Quantenmechanik und der Quantenfeldtheorie beschrieben werden. Ihr Verständnis ist komplex und multifazettiert, und es gibt verschiedene Ansätze, ihre Eigenschaften und ihr Verhalten zu beschreiben. Hier sind einige physikalische Argumente und experimentelle Beobachtungen, die die Vorstellung von Photonen als kleine kugelförmige Teilchen unterstützen:

- Photoelektrischer Effekt:** Dieser von Albert Einstein erklärte Effekt zeigt, dass Licht Energie in diskreten Einheiten, den Photonen, transportiert. Wenn Licht auf eine Metalloberfläche trifft, werden Elektronen nur dann aus dem Metall herausgelöst, wenn die Energie der Photonen eine bestimmte Schwelle überschreitet. Dies deutet darauf hin, dass Photonen eine Teilchen-Natur haben, da sie ihre Energie in einzelnen Quanten übertragen.
- Compton-Effekt:** Der Compton-Effekt beschreibt die Streuung von Röntgenstrahlen an Elektronen und zeigt eine Verschiebung der Wellenlänge des gestreuten Lichts. Diese Verschiebung kann durch die elastische Kollision zwischen einem Photon und einem Elektron erklärt werden, was die Teilchen-Natur des Photons nahelegt. Die genaue Analyse dieser Streuung zeigt, dass Photonen Impuls besitzen, was typisch für Teilchen ist.

**Abbildung 3. Der/die Benutzer:in bringt ChatGPT dazu, für eine naive Vorstellung des Photons als kugelförmiges Teilchen zu argumentieren (Screenshot von <https://chatgpt.com/>).**

## 2.2 Beispiel 2: Entwicklung und Evaluation von Konzeptitems

Nach dieser einführenden Reflexion von ChatGPT-Ausgaben und der umfassenden Exploration des Promptings empfehlen wir anschließend eine stärkere Fokussierung auf die inhaltliche Qualität der ChatGPT-Antworten. Dabei scheint insbesondere ein Setting gewinnbringend, in dem sich Schüler:innen als kompetente Expert:innen wahrnehmen können und eigenes Wissen (a) überprüfen bzw. üben und (b) nutzen, um ChatGPT-Ausgaben zu bewerten: Beispielsweise können Lernende unter Verwendung geeigneter Prompts zunächst Konzeptitems mit Hilfe von ChatGPT generieren, mit denen sich das eigene Verständnis (oder das der Mitschüler:innen) für ein gegebenes Thema erproben lässt [23]. Ein Beispiel zur Quantenphysik des Photons (im Kontext Quanteninterferenz) ist in Abbildung 4 gegeben. Im Unterricht hat sich dann das folgende Vorgehen für eine Unterrichtsstunde von 45 Minuten Dauer bewährt:

- Jeder Schüler:in erstellt eigenständig eine Reihe von Konzeptitems zum vorgegebenen Thema.
- Jeweils zwei Schüler:innen tauschen ihre Konzeptitems aus und bearbeiten jeweils die von der anderen Person erzeugten Items. Dabei testen sich die Lernenden zunächst selbst.
- Im Anschluss diskutieren die beiden Lernenden über die fachlich korrekten Lösungen und markieren Auffälligkeiten. Insbesondere sollen in dieser Phase fachlich kritische Aspekte der Konzeptitems diskutiert werden, etwa mit Blick auf die Verwendung von Fachsprache.
- Abschließend bietet sich die Diskussion der von ChatGPT generierten Items und ihre Lösung im Plenum an. Dabei können je nach Kenntnisstand der Klasse sogar die als problematisch identifizierten Items gemeinsam optimiert werden – es entstehen schnell spannende Diskussionen, sowohl über fachliche Inhalte als auch über die Verwendung von ChatGPT.

Das auf der Homepage der Zeitschrift zum Download bereitgestellte Arbeitsblatt leitet die Schüler:innen durch diese Schritte.

## 3. Für wie relevant halten die Schüler:innen ChatGPT?

### 3.1 Forschungsinteresse

Die oben vorgestellten unterrichtspraktischen Beispiele zur Integration von ChatGPT in den Physikunterricht wurden im Rahmen einer Pilotstudie in zwei Unterrichtsstunden umgesetzt. Der Fokus der Pilotstudie lag dabei darauf, erste Erfahrungen mit der Einbindung von ChatGPT in den Unterricht zu

sammeln und Einblicke in den möglichen Nutzen des Einsatzes von ChatGPT im Physikunterricht im Allgemeinen zu gewinnen. Konkret interessierte uns, mit welchen Vorstellungen bzw. Erwartungen zu KI im Allgemeinen und ChatGPT im Besonderen die Schüler:innen in den Unterricht kommen und inwiefern eine Kurzintervention mit den in diesem Artikel vorgestellten Maßnahmen bereits einen Einfluss auf diese Ansichten der Lernenden haben könnte.

Erstelle einen konzeptionellen Fragebogen mit 10 Single-Choice-Aufgaben, um das Verständnis für Quanteninterferenz der Schülerinnen und Schüler zu bewerten

☉ Hier ist ein konzeptioneller Fragebogen mit 10 Single-Choice-Aufgaben, um das Verständnis für Quanteninterferenz zu bewerten:

#### Fragebogen: Verständnis der Quanteninterferenz

1. Was beschreibt das Phänomen der Quanteninterferenz?
  - a) Das zufällige Verhalten von Teilchen
  - b) Das Verhalten von Teilchen als Wellen
  - c) Die Wechselwirkung zwischen Elektronen und Protonen
  - d) Die Gravitationswirkung auf Quantenobjekte
2. Welches Experiment ist am bekanntesten für die Demonstration der Quanteninterferenz?
  - a) Rutherford-Streuxperiment
  - b) Doppelspaltexperiment
  - c) Millikan-Öltröpfchen-Experiment
  - d) Michelson-Morley-Experiment
3. Was beobachtet man im Doppelspaltexperiment, wenn ein Elektron durch zwei Spalte geht?
  - a) Zwei separate Punkte auf dem Detektor
  - b) Ein Streumuster
  - c) Ein Interferenzmuster
  - d) Keine spezifische Verteilung

**Abbildung 4: Der Screenshot zeigt einen Teil der von ChatGPT erstellten Konzeptitems, die als Ausgangspunkt für weiterführende Diskussionen im Unterricht dienen können (Screenshot von <https://chatgpt.com/>). Von Zeit zu Zeit generiert ChatGPT Aufgaben (oder Antworten auf Aufgaben), die aus wissenschaftlicher Sicht nicht (vollständig) korrekt sind; diese bieten besonderes Potential zur Reflexion – sowohl mit Blick auf die fachlichen Inhalte als auch mit Blick auf eine gewissenhafte Nutzung von ChatGPT.**

### 3.2 Studiendesign und Stichprobe

Die Pilotstudie wurde im Prä-Posttest-Design mit zwei Physikklassen der Jahrgangsstufe 12 (N = 53 Schüler:innen, 30 männlich, 23 weiblich) eines deutschen Gymnasiums durchgeführt. Die Intervention wurde von einer geschulten Lehrkraft während des regulären Physikunterrichts zum Thema Quantenphysik durchgeführt. In diesem hatten die Lernenden zuvor den Welle-Teilchen-Dualismus kennengelernt. Die Intervention selbst umfasste zwei Unterrichtsstunden à 45 Minuten und beinhaltete die beiden in Abschnitt 2 dieses Artikels vorgeschlagenen Aktivitäten: In der ersten Stunde analysierten die Schüler:innen ChatGPT-Ausgaben zu Photonen im Think-Pair-Share-Format, wie oben beschrieben. In der zweiten Stunde erstellten sie für eine:n Mitschüler:in einen Konzepttest zum Welle-Teilchen-Dualismus mit drei Items. Dazu mussten sie einen geeigneten ChatGPT-Prompt erstellen, die erhaltenen

Items auf ihre fachliche Qualität überprüfen und die von einer anderen Person entwickelten Items bearbeiten. Später diskutierten die Zweiergruppen ihre Lösungen und teilten ihre Ergebnisse im Plenum.

### 3.3 Instrument

Um die Wahrnehmung der Lernenden bezüglich der Relevanz von KI im Allgemeinen und ChatGPT im Besonderen zu erfassen, haben wir Items des ROSE-Fragebogens übernommen: Diese wurden im Rahmen der ROSE (The Relevance of Science Education) - Studie eingesetzt und ursprünglich von Schreiner und Sjøberg entwickelt [24]. Der ROSE-Fragebogen deckt ein breites Themenspektrum ab, darunter persönliche Interessen, Meinungen über die Nützlichkeit und Relevanz von Naturwissenschaften sowie Vorstellungen über naturwissenschaftliche Berufe. Zusätzlich wurden Items von Chai et al. [25] verwendet. Insgesamt umfasste unser Fragebogen neun Items, die von den Lernenden mittels einer fünfstufigen Ratingskala (1 entspricht „trifft nicht zu“, 2 „trifft eher nicht zu“, 3 „weiß nicht“, 4 „trifft eher zu“ und 5 „trifft zu“) beantwortet wurden.

### 3.4 Datenanalyse

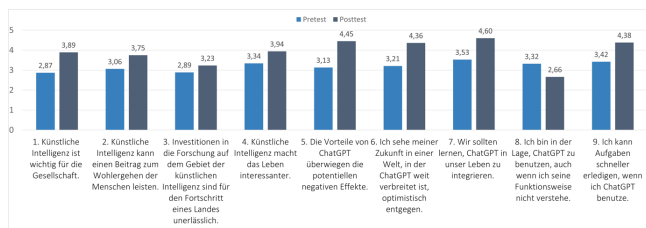
Wir geben hier einen Überblick über die Einschätzung der Relevanz von KI bzw. ChatGPT durch die Lernenden sowohl vor als auch nach der Intervention und berichten das arithmetische Mittel  $m$  der Zustimmungswerte der Schüler:innen bezüglich der einzelnen Items. Für eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse verweisen wir auf Referenz [26].

## 4. Ergebnisse

Abbildung 5 zeigt das arithmetische Mittel der Zustimmungswerte der Lernenden für die neun Items des Fragebogens vor (Pre) bzw. nach (Post) der Intervention. Die Ergebnisse der Pre-Erhebung zeigen eine deutliche Tendenz zur Mitte der Skala: Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Schüler:innen vor der Intervention keinen oder nur wenig (unterrichtlichen) Kontakt zu ChatGPT oder anderen KI-Tools hatten und daher den einzelnen Aussagen des Fragebogens weder zustimmen noch widersprechen konnten; dies ist kein Wunder, denn immerhin war ChatGPT zum Zeitpunkt der Durchführung noch nicht einmal ein halbes Jahr verfügbar. Bei den Items, die sich auf ChatGPT beziehen, ist bei allen Aussagen ein Anstieg der durchschnittlichen Zustimmung der Lernenden zu verzeichnen (siehe Abbildung 5). Der Anstieg der Zustimmung der Lernenden zu Item 7 („Wir sollten lernen, ChatGPT in unser Leben zu integrieren“) vom Pretest ( $m = 3,53$ ) zum Posttest ( $m = 4,60$ ) zeigt, dass die Intervention die Wahrnehmung der Lernenden von ChatGPT positiv beeinflusst hat. Gleiches gilt für die Einschätzungen der Schüler:innen zu

- Item 5 („Die Vorteile von ChatGPT überwiegen die potentiellen negativen Effekte“) mit einem Anstieg der Zustimmung der Lernenden von 3,13 auf 4,45 und
- Item 6 („Ich sehe meiner Zukunft in einer Welt, in der ChatGPT weit verbreitet ist, optimistisch entgegen“) mit einem Anstieg der Zustimmung der Lernenden von 3,21 auf 4,36.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Lernenden die Nutzung von ChatGPT und seine Auswirkungen auf ihr Leben optimistisch sehen. Schließlich deutet der Anstieg der Zustimmung der Lernenden zu Item 9 („Ich kann Aufgaben schneller erledigen, wenn ich ChatGPT benutze“) vom Pretest ( $m = 3,42$ ) zum Posttest ( $m = 4,38$ ) auf einen positiven Effekt der Intervention auf die Meinungen der Teilnehmenden über die Vorteile von ChatGPT für das Lehren und Lernen hin.



**Abbildung 5. Durchschnittliche Zustimmungswerte für die neun Items des Fragebogens vor und nach der Intervention**

## 5. Diskussion und Fazit

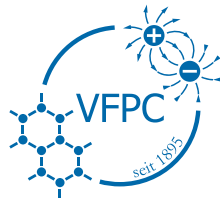
In diesem Artikel haben wir zwei einführende Aktivitäten zur Integration von ChatGPT in den Physikunterricht vorgestellt. Obwohl wir diese im Kontext der Quantenphysik demonstriert haben, sind sie in der Praxis themenübergreifend umsetzbar. Wir konnten darüber hinaus zeigen, dass die Schüler:innen ChatGPT als wertvolles Werkzeug für eine Vielzahl von Zwecken ansehen. Aber obwohl ChatGPT, wie in dieser Arbeit gezeigt, die Unterrichtspraxis bereichern kann, ist klar: Lernen bleibt immer ein sozialer Prozess, der der Anleitung von Lehrpersonen bedarf [27] – ChatGPT macht Lehrende also keineswegs überflüssig, sondern umso wichtiger!

Philipp Bitzenbauer *Professur für Physikdidaktik, Institut für Didaktik der Physik, Universität Leipzig, Germany*

Antonia Bauer *Professur für Didaktik der Physik, Department Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Germany*

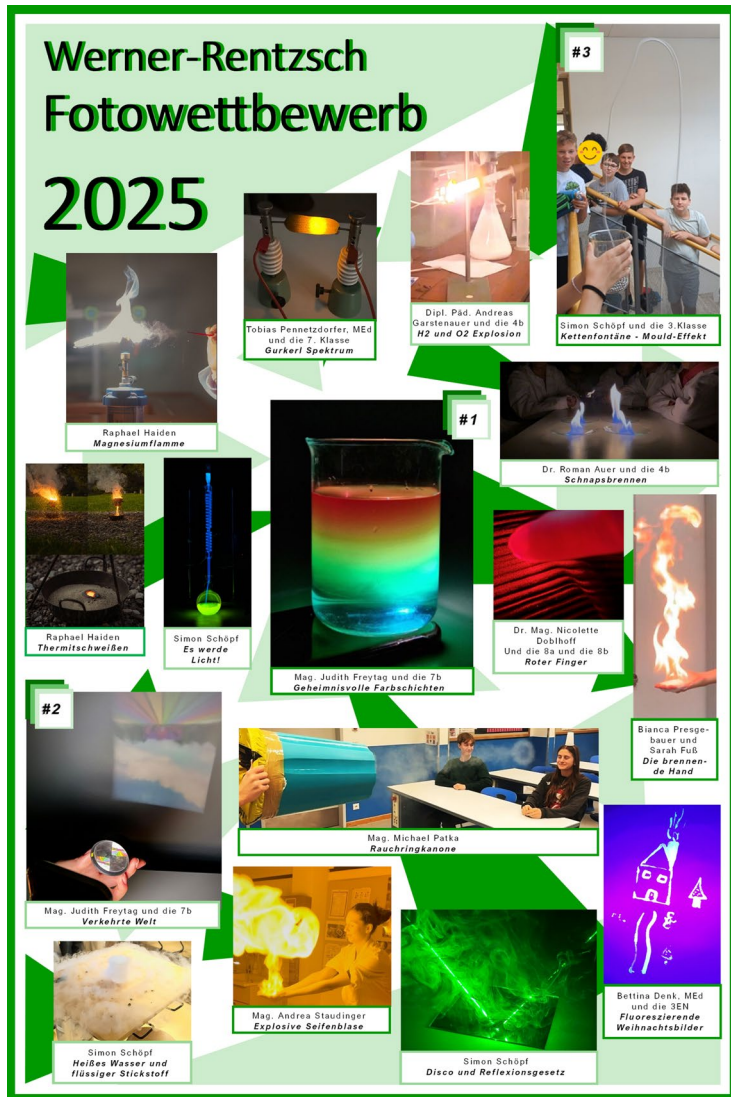
## Literatur

- [1] Pang, S., Nol, E., & Heng, K. (2024). ChatGPT-4o for English language teaching and learning: Features, applications, and future prospects. *SSRN*, 4837988. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4837988>
- [2] Murad, I. A., Surameery, N. M. S., & Shakor, M. Y. (2023). Adopting ChatGPT to enhance educational experiences. *International Journal of Information Technology & Computer Engineering*, 3 (05), 20-25. <https://doi.org/10.55529/ijitc.35.20.25>
- [3] Li, Y. (2023). The Potential Application of ChatGPT in Higher Education Management. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/25/20230750>
- [4] Yang, X., Wang, Q., & Lyu, J. (2023). Assessing ChatGPT's educational capabilities and application potential. *ECNU Review of Education*, 20965311231210006. <https://doi.org/10.1177/20965311231210006>
- [5] Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 20, 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- [6] Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), ep421. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13036>
- [7] Zhu, C., Sun, M., Luo, J., Li, T., & Wang, M. (2023). How to Harness the Potential of ChatGPT in Education? *Knowledge Management & E-Learning*, 15 (2), 133-152. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2023.15.008>
- [8] Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Minds & Machines*, 30, 681-694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- [9] Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- [10] Farrokhina, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*. As online first: <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>
- [11] Gao, J., Zhao, H., Yu, C., & Xu, R. (2023). Exploring the feasibility of ChatGPT for event extraction. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.03836>
- [12] Bogost, I. (2022). ChatGPT is dumber than you think. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/chatgpt-openai-artificial-intelligence-writing-ethics/672386/>
- [13] Dimitrov, M. (2023). What business leaders should know about using LLMS like ChatGPT. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/02/07/what-business-leaders-should-know-about-using-llms-like-chatgpt/>
- [14] Sallam, M. (2023, 2023-02). The utility of ChatGPT as an example of large language models in healthcare education, research and practice: Systematic review on the future perspectives and potential limitations. *medRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.02.19.23286155>
- [15] Lecler, A., Duron, L., & Soyer, P. (2023). Revolutionizing radiology with GPT-based models: Current applications, future possibilities, and limitations of ChatGPT. *Diagnostic and Interventional Imaging*. As online first: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2023.02.003>
- [16] Thiede, D. (2023). Und der Datenschutz? ChatGPT – mit den Augen eines Datenschutzbeauftragten gesehen. König, A. (Hrsg.). *Wie Chatbots & Co. Den Unterricht Verändern*. Praxisratgeber Künstliche Intelligenz, Friedrich-Verlag GmbH (Hannover, Deutschland).
- [17] König, A. (2024). KI-Tools für Schule und Unterricht. Ein Überblick. König, A., & Mosbach, J. (Hrsg.). *Wie KI-Tools Das Lehrerleben Erleichtern*, Friedrich-Verlag GmbH (Hannover, Deutschland).
- [18] Stadermann, K., van den Berg, E., & Goedhart, M. (2019). Analysis of secondary school quantum physics curricula of 15 different countries: Different perspectives on a challenging topic. *Physical Review Physics Education Research*, 15, 010130. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010130>
- [19] Bitzenbauer, P. (2021). Effect of an introductory quantum physics course using experiments with heralded photons on preuniversity students' conceptions about quantum physics. *Physical Review Physics Education Research*, 17, 020103. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020103>
- [20] Alsmadi, M. A., Tabieh, A. A., Alsaifi, R. M., & Al-Nawaiseh, S. J. (2023). The effect of the collaborative discussion strategy think-pair-share on developing students' skills in solving engineering mathematical problems. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 1123-1135. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.1123>
- [21] Lyman, F. (1987). Think-Pair-Share: An ending teaching technique. *MAA-CIE Cooperative News*, 1, 1-2
- [22] Prah, K. (2017). Best Practices for the Think-Pair-Share Active-Learning Technique. *The American Biology Teacher*, 79 (1), 3-8. <https://www.jstor.org/stable/26411160>
- [23] Nasution, N. E. A. (2023). Using artificial intelligence to create biology multiple choice questions for higher education. *Agricultural and Environmental Education*, 2 (1), em002. <https://doi.org/10.29333/agrenvedu/13071>
- [24] Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE: Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education): A comparative study of students' views of science and science education. *Acta didactica*. 4. <https://roseproject.no/key-documents/key-docs/ad0404-sowing-rose.pdf>
- [25] Chai, C. S., Wang, X., & Xu, C. (2020). An Extended Theory of Planned Behavior for the Modelling of Chinese Secondary School Students' Intention to Learn Artificial Intelligence. *Mathematics*, 8 (11), 2089. <http://dx.doi.org/10.3390/math8112089>
- [26] Bitzebauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology*, 15 (3), ep430. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>
- [27] Pavlik, J. (2023). Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education. *Journalism & Mass Communication Educator*, 78 (1), 84-931. <https://doi.org/10.1177/10776958221149577>



## Neues aus dem Verein

Herzlichen Glückwunsch an Judith Freytag und die 7b zum Gewinn des Werner-Rentzsch-Fotowettbewerbs 2025.



**Bilder zum diesjährigen Fotowettbewerb. Kann in Druckauflösung von der Homepage des Vereins heruntergeladen werden.**



Österreichische Post AG  
SM 17Z041123 S  
Verein zur Förderung des physikalischen  
und chemischen Unterrichts,  
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien  
DVR 0558567  
VRN 668472729

**Impressum:** Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

**Retouren an:** AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.