Informationen für Lehrkräfte

Allgemeine Informationen

Zielgruppe: Schülerinnen und Schüler der Klassenstufe 7-13
Physikalischer Inhalt: Experimentieren
Nature of Science – Fokus: Experimentierprozesse und Erkenntnisgewinnung
Methodik: Partner- und Gruppenarbeit zu Videointerviews
Materialaufwand: mobile Endgeräte zum gruppenweisen Abspielen der Videos
Erprobungsgrad: einzelne Schülerinnen und Schüler; Akzeptanzbefragung bei einzelnen Lehrkräften

Fachlicher Hintergrund: Experimentieren in der Physik

Das Experiment ist eine zentrale Methode der Physik, um wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Entgegen der (Schüler)vorstellung, dass der Experimentierprozess immer linear und standardisiert abläuft, zeigt die Praxis, dass er selten linear ist und Rückschläge sowie Anpassungen zum Arbeitsalltag der Physiker:innen gehören. Um die Ergebnisse wissenschaftlich anzuerkennen, müssen sie in der Fachgemeinschaft veröffentlicht und diskutiert werden. Dabei ist es wichtig, dass wissenschaftliche Standards, wie etwa die Kontrolle von Variablen, eingehalten werden, um die Ergebnisse überprüfbar und akzeptierbar zu machen.

Schulisches Experimentieren hingegen unterscheidet sich vom wissenschaftlichen Experimentieren, da das schulische Experimentieren in der Regel nicht der Gewinnung fachlicher Erkenntnisse dient, sondern andere Funktionen erfüllt, beispielsweise das Veranschaulichen von Konzepten, dem Wecken von Interesse oder der Prüfung quantitativer Gesetze (s. hierzu auch Girwidz, 2020). Das Lernen über die Wissenschaft und deren erkenntnistheoretische Natur („Nature of Science“) ist dabei „nur“ eine weitere dieser Funktionen. In diesem Fall wäre das Schulexperiment selbst der Lerngegenstand und wird genutzt, um praktisch-experimentelle Fähigkeiten und das naturwissenschaftliche Arbeiten zu erlenen. Selbst wenn mit einem Schulexperiment das Lernen *über* die Naturwissenschaften und ihre Arbeitsweisen verfolgt wird, stellt sich die Frage, inwieweit der Experimentierprozess in der Schule wirklich dem wissenschaftlichen Experimentieren entsprechen kann. Der wissenschaftliche Prozess ist komplex und muss in der Schule vereinfacht werden.

Die vorgestellte Lernumgebung bietet eine Möglichkeit, Schüler:innen einen Einblick in reale Forschungsprozesse zu ermöglichen und gleichzeitig anhand eines Arbeitsblattes ihr eigenes, schulisches Handeln zu reflektieren. Den Kern der Lernumgebung bilden 10 Videointerviews mit Physiker:innen der Universität Paderborn (7x Experimentalphysik, 3x theoretische Physik), die sich zum Experimentier- bzw. Erkenntnisgewinnungsprozess äußern.

Aufbau des Materials

Das Material besteht aus den **zehn Videointerviews, vier Arbeitsblättern** (für verschiedene Altersstufen und mit unterschiedlichen inhaltlichen Foki) sowie einer **Übersicht** über alle Videos und die dort adressierten Aspekte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses.
Die Interviewende nimmt die Rolle einer Schülerin ein und stellt allen Experimentalphysiker:innen folgende Fragen:

1. „Wie gehst Du vor, wenn Du ein Experiment aufbaust?“
2. „Wenn das Experiment dann aber erstmal aufgebaut ist, bleibt es doch erstmal stehen, bis du neue Ergebnisse bekommst, oder?“
3. „Gibt es noch weitere Gründe, warum sich der Aufbau noch einmal verändern kann?“

CC BY-SA

Um auch alternative Wege der Erkenntnisgewinnung in der Schule thematisieren zu können, wurden den theoretischen Physikern folgende Fragen gestellt:

1. „Wie gehst Du vor, wenn Du ein Experiment aufbaust?“
2. „Wie forschst Du dann, wenn Du nicht experimentierst? Hast Du so etwas wie ein Experiment?“
3. „Können sich diese Simulationen noch einmal verändern?“

Abgesehen von den Schülerinnenfragen folgen die Videointerviews keinem Skript, um möglichst authentische Einblicke in die Forschung der Physiker:innen zu ermöglichen. Die Forscher:innen nehmen dabei insbesondere folgende Aspekte in den Fokus:

- Die Rolle der Forschungsfrage
- Der Aufbau von Experimenten
- Die Nichtlinearität des wissenschaftlichen Experimentierprozesses
- Absicherung und Rechtfertigung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen
- Kulturelle und kommunikative Aspekte

Eine Übersicht über alle adressierten Aspekte pro Video ist in der Datei **Übersicht** aufgelistet.

Mithilfe von einem der vier Arbeitsblätter können nun einzelne Videos in den Schulunterricht eingebunden werden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Arbeitsblätter, die zugrunde liegenden Videos, die Lerngruppe und die adressierten Aspekte der Naturwissenschaften:

Titel des Arbeitsblattes	Benötigte Videos	Lerngruppe	Aspekte der Naturwissenschaften
Wie arbeiten Physikerinnen und Physiker? (AB01*)	Jörg Lindner Thomas Zentgraf	Sekundarstufe I 7. Klasse (Gymnasium)	• Rolle der Forschungsfrage • Aufbau von Experimenten
Wie arbeiten Physiker und Physikerinnen? (AB01)	Jörg Lindner Thomas Zentgraf	Sekundarstufe I 9. – 10. Klasse	• Rolle der Forschungsfrage • Aufbau von Experimenten
Der wissenschaftliche Experimentierprozess (AB02)	Ronja Köthemann Christian Golla Nina Lange Timon Schapeler	Sekundarstufe II 11. – 13. Klasse	• Nichtlinearität des wissenschaftlichen Experimentierprozesses
Experiment und Theorie: Zwei Stützen der Physik (AB03)	Arno Schindlmayr Jan Sperling Yannick Freitag	Sekundarstufe II 11. – 13. Klasse	• Was ist ein Experiment? • Arbeitsweisen in der Theoretischen Physik

Selbstverständlich ist auch eine individuelle Verwendung der Videos oder Thematisierung anderer Aspekte, wie sie in der Übersicht aufgeführt werden, denkbar.

Lernziele

Die Lernziele hängen vom Arbeitsblatt ab:

<u>AB01 und AB01* Wie arbeiten Physiker und Physikerinnen?</u>
Die Schüler:innen…

- nennen Aspekte, die bei der Planung und dem Aufbau von wissenschaftlichen Experimenten zu berücksichtigen sind.
- vergleichen die Planung und dem Aufbau von schulischen und wissenschaftlichen Experimenten.
- Erläutern die Rolle der Forschungsfrage im Experimentierprozess.

CC BY-SA

AB02 Der wissenschaftliche Experimentierprozess
Die Schüler:innen…
- vergleichen die Planung und dem Aufbau von schulischen und wissenschaftlichen Experimenten.
- nennen verschiedene Möglichkeiten, aufgrund derer sich ein Experiment noch einmal verändern kann.
- erläutern, dass der wissenschaftliche Experimentierprozess nicht linear verläuft.

AB03 Experiment und Theorie: Zwei Stützen der Physik
Die Schüler:innen…
- beschreiben Arbeitsweisen aus der Theoretischen Physik.
- erläutern, dass das das Laborexperiment nicht das einzige Mittel zur Erkenntnisgewinnung ist.

Vorschlag für die Einbindung in den Unterricht

Die Arbeitsblätter können flexibel an unterschiedlichen Stellen im Physikunterricht eingesetzt werden. Beispielsweise könnte sich ein Reflexionsraum über den schulischen und wissenschaftlichen Experimentierprozess ergeben, nachdem die Lernenden im Physikunterricht selbst experimentiert haben. Mögliche Konkretisierung:

AB01*: Wie arbeiten Physiker und Physikerinnen?
Das Arbeitsblatt könnte eingesetzt werden, nachdem die Lernenden eine Experimentiereinheit im Physikunterricht durchlaufen haben (z. B. im Themenbereich „Optische Brechung"). Nachdem die Lernenden ihre Ergebnisse der Experimentiereinheit vorgestellt haben, könnte mit dem Arbeitsblatt die eigene Experimentierhandlung reflektiert werden. Die Lehrkraft könnte schließlich diskutieren lassen, inwiefern die Schüler:innen selbst Wissenschaft betrieben haben.

AB01: Wie arbeiten Physiker und Physikerinnen?
Das Arbeitsblatt könnte ebenfalls eingesetzt werden, nachdem die Lernenden eine Experimentiereinheit im Physikunterricht durchlaufen haben (z. B. im Themenbereich „Bewegungslehre"). Nachdem die Sicherung der Fachinhalte erfolgt ist, könnte auch hier zu einer Reflexion über den (eigenen) Weg der Erkenntnisgewinnung angeregt werden. Dazu könnten die Lernenden erst Vermutungen äußern und anschließend das Arbeitsblatt bearbeiten. Die neuen Erkenntnisse könnten dann in einem Lernprodukt (Mindmap, Poster, …) (oder eben auf dem AB) festgehalten werden.

AB02 und 03: Der wissenschaftliche Erkenntnisprozess/Theoretische und experimentelle Physik
Die Arbeitsblätter AB02 & AB03 könnten z.B. eingesetzt werden, wenn neben fachlichen Inhalten auch historische Aspekte thematisiert werden (z.B. die Entdeckung der Röntgenstrahlung). Davon ausgehend könnte die Lehrkraft zu heutigen Forschungsprozessen überleiten, die mithilfe der Arbeitsblätter und Videos näher beleuchtet werden. Auch hier könnten die neuen Erkenntnisse in einem Lernprodukt (Mindmap, Poster, …) festgehalten werden.

Weiterführende und genutzte Literatur

Girwidz, R. (2020). Experimente im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz, & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik | Grundlagen* (S. 263–291). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_7

Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, *104*(4), 641–666. https://doi.org/10.1002/sce.21575

Höttecke, D., & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für*

 CC BY-SA

Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (S. 271–287). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_13

Webersen, Y. & Riese, J. (im Druck). Umdenken! vom fachlichen zum schulischen Experimentieren. Vorstellung einer Lehrkonzeption für angehende Physiklehrkräfte. *HLZ - Herausforderungen Lehrer*innenbildung*

 CC BY-SA