



Informationen für Lehrkräfte

Allgemeine Informationen

Zielgruppe: Schülerinnen und Schüler der Sek II (Adaption an Mittelstufe möglich)

Physikalischer Inhalt: Astronomie: Weltbilder

Nature of Science – Fokus: Vorläufigkeit und Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens

Methodik: Selbstständiges Erarbeiten anhand einer digitalen Lernumgebung, anschließende Reflexion

Materialaufwand: Smartphones oder Tablets für alle Schülergruppen

Erprobungsgrad: Eine Klasse

Fachlicher Hintergrund: Vorläufigkeit und wissenschaftlicher Konsens in der Astronomie

Die Vorläufigkeit ist ein zentraler Aspekt der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Die Historie der Astronomie bietet aufgrund Ihrer wechselnden Vorstellungen über den Aufbau unseres Universums ein anschauliches Beispiel für eben diese Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens. So veränderten sich die Vorstellungen über den Aufbau unseres Universums z.B. aufgrund der durch neue Technologien (wie das Astrolabium) gewonnenen Daten oder/und besseren Theorien, die diese neuen Erkenntnisse erklären. Auch lässt sich am Beispiel der Geschichte der Astronomie die Frage diskutieren, wie sicher wir uns heute über die Vorstellung des Universums sind bzw. sein können und welche Rolle der Konsens einer Fachgemeinschaft dabei spielt.

Vorläufigkeit in der Naturwissenschaft	Konsens in der Wissenschaftsgemeinschaft
<p>In der Naturwissenschaft bezeichnet der Begriff <i>Vorläufigkeit</i> die Möglichkeit, dass sich auch die derzeitig „besten“ Erkenntnisse zukünftig ändern können. Sie unterliegen keinem ewigen Gültigkeitsanspruch. Vielmehr können beispielsweise neue Daten, modernere Messmethoden oder verbesserte Theorien den Stand des Wissens verändern.</p>	<p>Naturwissenschaften stehen nicht isoliert außerhalb der Gesellschaft, sondern sind sozial eingebettet. Dazu gehört auch der wissenschaftliche Diskurs, in dem Wissenschaftler:innen auf Grundlage der Empirie aushandeln, was sie als belastbare Erkenntnisse erachten. Ein Konsens wird dann erreicht, wenn die überwiegende Mehrheit der Fachleute nach umfassender wissenschaftlicher Diskussion die gleichen (oder sehr ähnlichen) Schlussfolgerungen ziehen.</p>

Tabelle 1: Stark verkürzte Definitionen von Vorläufigkeit und Konsens (für differenzierte Ausführungen s. hierzu beispielsweise Billion-Kramer, 2021, Lübke & Heuckmann, 2024 oder Gustafson & Rice, 2020)

Lernziele

Die Schüler:innen...

- erläutern den Aspekt der Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichem Wissen am Beispiel der historischen Vorstellungen über das Universum.
- reflektieren verschiedene Gründe für die Änderungen der Weltbilder.
- diskutieren und bewerten die Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens im Allgemeinen.



Vorschlag für die Einbindung in den Unterricht

Die digitale Lernumgebung ist mit Genially erstellt worden und stellt interaktiv die Veränderung der Vorstellung über die Welt dar. Das Arbeitsblatt dient neben der Sicherung wichtiger Stationen dieser Weltbilder auch der expliziten Reflexion des Vorläufigkeitsaspekts. Mit der Lernumgebung können die Schüler:innen selbstständig den Verlauf der Vorstellungen und Vorstellungsänderungen nachvollziehen. Sie beginnt bei Aristoteles und präsentiert sukzessiv weitere Informationen bzw. Beobachtungen und neu formulierte Vorstellungen. Dabei werden die Ansichten und Erkenntnisse von Aristoteles, Ptolemäus, Kopernikus, de Brahe, Kepler, Galilei und Newton genauer beleuchtet. Neben der **Version für Schüler:innen** ist auch eine **Version für Lehrkräfte** verfügbar, in der die Informationen direkt vollständig vorliegen und nicht erst schrittweise aufgedeckt werden müssen.

Die Lernumgebung eignet sich als Einstieg wie auch als Vertiefung im Inhaltsfeld Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder (KLP - NRW, 2022). So werden die Keplerschen Gesetze genannt und das Newtonsche Gravitationsgesetz als Erklärung der Keplerschen Vorstellung herangezogen. Diese Beispiele könnten entweder im späteren Verlauf einer Unterrichtsreihe vertieft oder in ihren historischen Kontext beleuchtet werden. Für die Bearbeitung der Arbeitsblätter und die Reflexion über Vorläufigkeit müssen die Keplerschen Gesetze fachlich nicht zwingend durchdrungen werden, sodass die Lernumgebung auch in der Mittelstufe eingesetzt werden kann.

Möglicher Verlauf

PHASE	UNTERRICHTLICHE HANDLUNG	SOZIALFORM
Einführung	Besprechen der Anleitung und der Aufgabenstellung	Plenum
Bearbeitung Genially	Schüler:innen bearbeiten selbstständig das Genially und füllen die Tabelle zu Aufgabe 2 aus.	Partnerarbeit
Besprechung Aufgabe 2	Die Tabelle wird gemeinsam besprochen (sollten Schüler:innen früher fertig werden, können diese schon an Aufgabe 3 & 4 arbeiten).	Plenum
Bearbeitung Aufgabe 3 & 4	Schüler:innen bearbeiten Aufgabe 3 & 4, wobei Aufgabe 4b als Reserveaufgabe angedacht ist.	Partnerarbeit oder Einzelarbeit
Besprechung Aufgabe 3 & 4	Erst wird Aufgabe 3 besprochen, die LK erläutert ggf. die Definition der Vorläufigkeit und beschreibt dabei besonders den Konsens mit den Beispielen aus Aufgabe 2. Falls Aufgabe 4b bearbeitet wurde, können zum Schluss noch Beispiele gesammelt werden.	Plenum

Hinweise zur Durchführung

Falls alle Schüler:innen ein Tablet oder Smartphone zur Verfügung haben, bietet es sich an, die Schüler:innen in Partnerarbeit arbeiten zu lassen, so kann je ein Schüler/eine Schülerin das Genially öffnen und der/die jeweils andere kann das AB digital ausfüllen.



Bevor die Schüler:innen selbstständig an der Lernumgebung arbeiten, sollte zunächst gemeinsam die Anleitung (auf der Startseite) durchgesprochen werden. Wichtig ist es hervorzuheben, dass die Zusatzinformationen nicht gelesen werden müssen, um das AB lösen zu können. Diese dienen als Möglichkeit zur **Differenzierung**. Nachdem die Schüler:innen Aufgabe 2 bearbeitet haben, können die Ergebnisse der Tabelle im Plenum zusammengetragen werden. Beim Besprechen der Aufgabe 2 ist ein besonderer Fokus auf die Spalte mit den Veränderungen zu setzen. Hier kann es hilfreich sein, dass bei Galilei und Newton darauf hingewiesen wird, dass sich diese einer vorherigen Vorstellung angeschlossen haben und „nur“ weitere Argumente dafür gesammelt haben. Dies kann die Grundlage sein, um den Begriff des Konsenses zu beschreiben: So hat Galileo mit der unebenen Mondoberfläche einen Gegenbeweis für die antiken Vorstellungen von perfekten Kugeln geliefert und mit der Entdeckung der Jupitermonde einen weiteren Anhaltspunkt dafür geliefert, dass die Erde wie jeder andere Planet ist. Newton liefert einen Gegenbeweis für die Epizykelvorstellung, da im Zentrum dieser keine Masse ist, welche die Planeten auf der Bahn hält und liefert mit der Gravitation eine mögliche Erklärung zu Keplers Vorstellung. Sie schließen sich folglich Keplers Vorstellung an. Zusammen mit vielen weiteren Astronomen ergibt sich ein Meinungsbild von Fachleuten, bei dem es viele Gründe für die Keplerschen Vorstellung gibt und damit ein Konsens entsteht.

Im Anschluss können die Schüler:innen weiter an Aufgabe 3 und 4 arbeiten. Falls Schüler:innen bereits fertig sind, können diese Aufgabe 4b bearbeiten, die als Reserveaufgabe gedacht ist. Im Anschluss werden Aufgabe 3a und 3b besprochen und über die Vorläufigkeitsdefinition sowie den wissenschaftlichen Konsens reflektiert. Zuletzt kann gemeinsam die Tabelle zu Aufgabe 4a ausgefüllt werden. Falls schnelle Schüler:innen Aufgabe 4b bereits bearbeitet haben, könnten diese die Gelegenheit bekommen, ihre Ideen mit dem Kurs zu teilen. Wichtig wäre es zu betonen, dass jedes Wissen zunächst vorläufig ist und erst der Konsens einer Fachgemeinschaft neue Erkenntnisse zuverlässig macht.

Da die Lernumgebung sehr viel eigenständiges (und konzentriertes) Arbeiten der Schüler:innen verlangt und damit für einige Schülergruppen ggf. monoton werden kann, ist es alternativ auch denkbar, die einzelnen Weltbilder der Astronomen **im Rahmen eines Rollenspiels** zu sichern und zu diskutieren.



Weiterführende und genutzte Literatur

- Billion-Kramer, T. (2021). *Nature of Science: Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften*. Springer Fachmedien.
- Gustafson, A., & Rice, R. E. (2020). A review of the effects of uncertainty in public science communication. *Public Understanding of Science (Bristol, England)*, 29(6), 614–633.
- Henke, A. (2016). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – Forschender und historisch orientierter Physikunterricht im Vergleich. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 123-145.
- Höttecke, D., & Schecker, H. (2021). Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science. In T. Wilhelm, H. Schecker, & M. Hopf, *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht* (S. 401-433). Springer-Verlag GmbH.
- LEIFlphysik. (2024). *LEIFlphysik - Astronomie Einführung*. Abgerufen am 02. Sep. 2024 von <https://www.leiflphysik.de/astronomie/astronomie-einfuehrung/geschichte>
- LEIFlphysik. (2024). *LEIFlphysik - Planetensystem*. Abgerufen am 2. Sep. 2024 von <https://www.leiflphysik.de/astronomie/planetensystem>
- Lübke, B., & Heuckmann, B. (2024). Umgang mit Ungewissheit als Charakteristikum von Nature of Science: Eine Begriffsbestimmung und Konzeptionalisierung für die Integration in Lehr-Lern-Konzepte. In B. Reinisch, D. Krüger, & D. Mahler (Hrsg.), *Biologiedidaktische Nature of Science-Forschung: Zukunftsweisende Praxis* (S. 59–70). Springer Spektrum.
- Müller, S. (2023). "In die Röhre schauen", um Aspekte von Nature of Science im Chemie- und Biologieunterricht zu vermitteln. *MNU-Journal 03/2023*.
- Simonyi, K. (2001). *Kulturgeschichte der Physik. Von den Anfängen bis heute*. Frankfurt am Main : Europa Lehrmittel .
- Strick, H. K. (2009). *Spektrum - Galileo Galilei: seiner Zeit voraus*. Abgerufen am 02. Sep. 2024 von <https://www.spektrum.de/wissen/galileo-galilei-1564-1642/1006306>
- Strick, H. K. (2022). *Spektrum - Nikolaus Kopernikus: Ein neues Weltbild*. Abgerufen am 02. Sep. 2024 von <https://www.spektrum.de/wissen/nikolaus-kopernikus-ein-heliozentrisches-weltbild/2041501>
- Teichmann, J. (1999). *Wandel des Weltbildes: Astronomie, Physik und Messtechnik in der Kulturgeschichte*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag .
- Tobin, W. (1999). *Spektrum - Léon Foucault*. Abgerufen am 04. Sep. 2024 von <https://www.spektrum.de/magazin/leon-foucault/825791>