

Science Denial im naturwissenschaftlichen Unterricht begegnen

Marcus Kubsch & Irene Neumann

Das 21. Jahrhundert ist geprägt von multiplen Krisen wie beispielsweise der Coronapandemie oder den immer spürbareren Auswirkungen der Klimakatastrophe. Um den sich hieraus ergebenden Herausforderungen erfolgreich zu begegnen, sind (natur-)wissenschaftliche Erkenntnisse entscheidend, wie zum Beispiel die Entwicklung der Impfstoffe gegen das Coronavirus gezeigt hat. Um Maßnahmen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse umzusetzen, bedarf es jedoch eines gewissen Vertrauens der Bevölkerung in die Wissenschaft und Forschung (z. B. Algan et al., 2021; van der Bles et al., 2020). Nach Daten des Wissenschaftsbarometers 2022 (Wissenschaft im Dialog, 2022) vertrauen 62 % der Befragten der Wissenschaft voll und ganz. Dieser Wert ist seit ca. 2020 stabil. Allerdings zeigen die Daten des Wissenschaftsbarometers auch, dass dieser Wert stark vom formalen Bildungsniveau abhängt: Je niedriger das formale Bildungsniveau, desto niedriger das Vertrauen in die Wissenschaft. Darüber hinaus zeigen die Daten, dass ca. 10 % der Befragten angeben, der Wissenschaft zu misstrauen. Diese Zahlen spiegeln sich in gesellschaftlichen Phänomenen wie der Querdenkerbewegung oder den Klimaleugnenden wider. Zusammenfassen lassen sich diese und weitere Fälle von Wissenschaftsleugnung und der Verbreitung von Verschwörungstheorien unter dem Begriff *Science Denial*. Science Denial beschreibt dabei Denkmuster von Personen, die sich auch in wissenschaftlichen Fragen von Überzeugungen anstatt von Evidenz leiten lassen und wissenschaftliche Erkenntnisse, die ihren Interessen entgegenstehen oder mit denen sie sich unwohl fühlen (z. B. die Abstammung des Menschen vom Affen oder drohende Wohlstandsverluste durch die Klimakatastrophe), ignorieren (vgl. Sinatra & Hofer, 2021).

Vor diesem Hintergrund leitet sich aus dem Bildungsauftrag des naturwissenschaftlichen Unterrichts die Herausforderung ab, dem Phänomen Science Denial entgegen zu wirken. Um angehende Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern

hierzu zu befähigen, wurde ein Seminarkonzept entwickelt und erprobt, welches im Folgenden vorgestellt wird.

1. Seminarkonzept

Das Seminar wurde als Vertiefungsseminar im Rahmen des Lehrangebots der Physikdidaktik im Masterstudiengang Lehramt an Gymnasien entwickelt. Als zentrale Ressource diente dabei das Buch „Science Denial“ der beiden Psychologinnen Gale M. Sinatra und Barbara K. Hofer (2021). Das Buch gliedert sich in acht Kapitel und definiert zunächst zentrale Begriffe wie Science Denial oder Science Skepticism (kritische Prüfung und Überprüfung von wissenschaftlichen Erkenntnissen). Im Folgenden werden verschiedene Mechanismen, welche zu Science Denial führen können, von den beiden Autorinnen erörtert. Was das Buch für eine Lehrveranstaltung besonders interessant macht, ist, dass am Ende jedes Kapitels unter der Überschrift „What Can We Do?“ darauf eingegangen wird, wie verschiedene Gruppen – von Einzelpersonen über Lehrkräfte bis hin zu Politikerinnen und Politikern – dem Phänomen Science Denial begegnen können. Diese Handlungsmöglichkeiten sind jedoch nicht auf der Ebene konkreter unterrichtlicher Handlungen formuliert, sondern eher allgemein. Dies begründet nun die zentrale Idee des Seminars: Die Studierenden erarbeiten in der ersten Hälfte des Semesters die Inhalte des Buchs und wenden sie in der zweiten Hälfte an, indem sie existierende Unterrichtsmaterialien so adaptieren, dass diese Science Denial entgegenwirken können. Die Unterrichtsmaterialien werden vorgestellt und diskutiert. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der theoretischen Begründung der Adaptionen auf Basis der Inhalte des Buchs „Science Denial“.

Da die Handlungsempfehlungen im Buch häufig abstrakt bleiben, werden zur Unterstützung der Studierenden im Seminar zwei konkrete, evidenzbasierte Aktivitäten eingeführt, welche im Folgenden vorgestellt werden.

2. Zentrale Aktivitäten

Die beiden im Folgenden vorgestellten Aktivitäten haben sich in empirischen Studien als lernförderlich bezüglich epistemischer Vorstellungen (Bayesian Updating Activity; Warren, 2020) und kritischer Evaluation (Model Evidence Link Diagram; Lombardi, Sinatra et al., 2013) mit Lernenden in Hochschule und Schule erwiesen.

2.1 Bayesian Updating Activity

Eine Möglichkeit, Science Denial entgegen zu wirken, ist laut Sinatra und Hofer (2021, S. 116): „Teach how scientific knowledge is produced and what the underlying premises are.“ Es geht also darum, Lernende dabei zu unterstützen, angemessene epistemische Vorstellungen über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens und die Entstehung dessen zu unterstützen. Warren (2018, 2020) hat im Kontext eines Ein-

1. **What is your hypothesis?**

Lesende mögen Kaffee.

How sure are you that your hypothesis is true? Use the slider to select a percentage value that best fits with what you already know!

%0 %70 %100

2. **How compatible is the evidence with your hypothesis relative to an alternative hypothesis? Choose the best fitting option!**

- the evidence strongly favors my hypothesis
- the evidence favors my hypothesis
- the evidence somewhat favors my hypothesis
- the evidence not conclusive
- the evidence somewhat favors an alternative hypothesis
- the evidence favors an alternative hypothesis
- the evidence strongly favors an alternative hypothesis

3. **After considering the evidence for my hypothesis:**

Lesende mögen Kaffee.

I can be rather sure that it is correct

Abb. 1: Confidence Updater (vgl. Rosenberg et al., 2022).

führungskurses in die Mechanik für Studierende in den USA so genannte *Bayesian Updating Activities* entwickelt und erprobt. Es zeigt sich, dass Studierende in Kursen mit Bayesian Updating Activity angemessenere epistemische Vorstellungen entwickeln als Studierende in Kursen ohne Bayesian Updating Activity (Warren, 2020). Die Bayesian Updating Activity wird dabei in Phasen des Experimentierens oder der Modellevaluation eingebaut und läuft wie folgt ab (Rosenberg et al., 2022): 1.) Zunächst stellen die Lernenden eine Hypothese auf und halten fest, wie sicher sie sind, dass die Hypothese zutrifft. 2.) Dann werden Daten erhoben und ausgewertet (hierbei können auch existierende Daten herangezogen werden) und es gilt zu begründen, inwieweit die Daten die anfangs aufgestellte Hypothese stützen. 3.) Basierend hierauf wird nun die Sicherheit über die Hypothese aktualisiert. Hierbei kommt der namensgebende Satz von Bayes zur Anwendung. Als Strukturierungshilfe und um die nötigen Berechnungen zu reduzieren und so die Aktivität auch jüngeren Lernenden zugänglich zu machen, haben Rosenberg et al. (2022) das digitale Tool *Confidence Updater* (Abb. 1) entwickelt. Die Stärke der Bayesian Updating Activity ist, dass Lernende den Prozess der Entstehung von naturwissenschaftlichem Wissen – also das systematische

Aktualisieren des Wissens über die Welt auf Basis der Empirie – erleben können. Gleichmaßen bietet diese Activity die Möglichkeit, die grundsätzliche Unsicherheit von naturwissenschaftlichem Wissen zu reflektieren.

2.2 Model Evidence Link Diagram

An diversen Stellen im Buch „Science Denial“ betonen die Autorinnen, dass die Förderung von kritischer Argumentationsfähigkeit Science Denial entgegenwirken kann. So genannte *Model Evidence Link Diagrams* (Lombardi, Sibley et al., 2013) können Lernenden dabei als Strukturierungshilfe dienen und dabei unterstützen, Verbindungen zwischen Belegen und verschiedenen Erklärungsmodellen zu bewerten und in der Folge erfolgreicher zu argumentieren (Lombardi, Sinatra et al., 2013). Abbildung 2 zeigt die Grundelemente eines Model Evidence Link Diagrams. Im Zentrum stehen zwei konkurrierende Erklärungen oder Modelle eines Phänomens. Um diese herum sind verschiedene Belege angeordnet. Verschiedene Pfeile zwischen Belegen und den Erklärungen/Modellen zeigen, inwieweit die einzelnen Belege die Erklärungen/Modelle stützen. Durchgehende, schwarze Pfeile zeigen an, dass ein Beleg eine Erklärung/ein Modell stützt. Durchgehende, grüne Pfeile zeigen an, dass ein Beleg eine Erklärung/ein Modell besonders stark stützt. Durchgehende, rote Pfeile zeigen an, dass ein Beleg einer Erklärung/einem Modell widerspricht. Ein gestrichelter, schwarzer Pfeil zeigt an, dass ein Beleg in keinem relevanten Zusammenhang mit einer Erklärung/einem Modell steht. Wichtig ist dabei hervorzuheben, dass Belege, die einer Erklärung/einem Modell widersprechen, das größte Gewicht haben (Popper, 1979). In einer typischen Anwendung des Model Evidence Link Diagrams würden Lernende zunächst mit konkurrierenden Positionen konfrontiert werden, dann Belege sammeln und die Beziehungen zwischen Belegen und Positionen im Diagramm darstel-

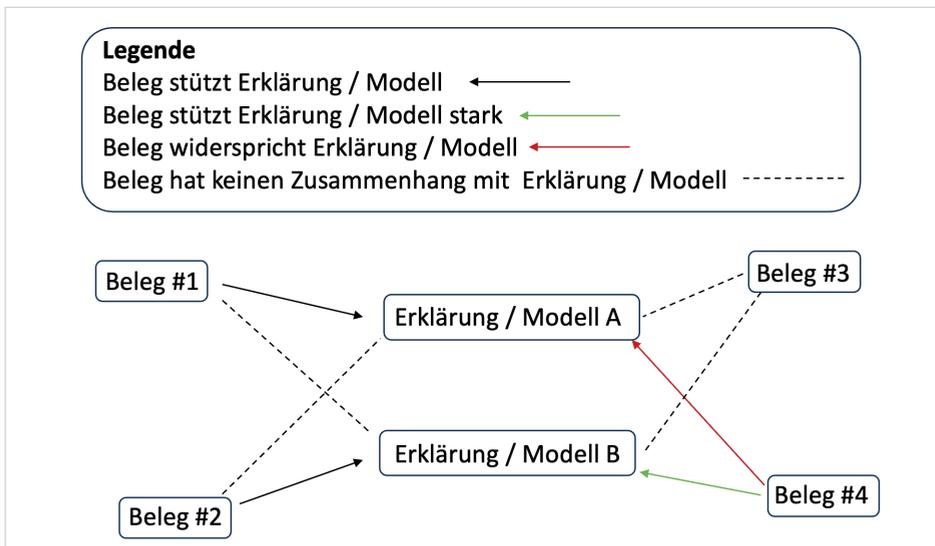


Abb. 2: Model Evidence Link Diagram (nach Lombardi, Sibley et al., 2013).

len. Basierend auf der Darstellung kann dann eine Argumentationskette hinsichtlich der Bewertung der Positionen entwickelt werden. Die konkurrierenden Positionen können dabei vielfältige Ursprünge haben – von Hypothesen von Lernenden bis hin zu Behauptungen aus den Medien. Das Gleiche gilt für die Sammlung der Belege, bei denen es sich z. B. um im Internet recherchierte Informationen oder auch Daten aus selbst durchgeführten Versuchen handeln kann.

3. Reflexion

Basierend auf mehreren Durchführungen an verschiedenen Standorten zeigen sich einige potentielle Herausforderungen und Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Seminarkonzepts. Der zentrale Text von Sinatra und Hofer wird von den Studierenden als gut zugängliche Lektüre bewertet. Allerdings ist er bislang weiterhin nur auf englisch verfügbar, womit es hier eine sprachliche Zugangshürde gibt und somit von einer erhöhten Arbeitsbelastung für einige Studierende auszugehen ist. In Abschlussreflexionen haben die Studierenden wiederholt angemerkt, dass sie gerne vermehrt gewappnet für den Umgang mit konkreten Verschwörungsmythen (z. B. Flat Earth) wären und sich vom Seminar erhofft hätten, hierauf konkreter einzugehen. Eine entsprechende Erweiterung des Seminarkonzepts wäre sicherlich möglich. Hierfür stellt das „Debunking Handbook“ (Lewandowsky et al., 2020) eine gute Quelle dar, welche auch in deutscher Sprache vorliegt. In Abschlussreflexionen wurde auch die Wahl der zentralen Lektüre diskutiert. Einerseits wird der Text als gut lesbar und zugänglich beschrieben, andererseits ist der US-Bezug deutlich und Beispiele im lokalen Kontext fehlen hierdurch. Für zukünftige Durchführungen könnte eine stärkere Anpassung an lokale Kontexte durch die Dozierenden die Lernmotivation weiter steigern.

4. Zusammenfassung

Science Denial ist eine gesellschaftliche Herausforderung. Um angehende Lehrkräfte darauf vorzubereiten, naturwissenschaftlichen Unterricht zu planen und durchzuführen, welcher geeignet ist, Science Denial zu begegnen, wurde ein Seminarkonzept erarbeitet. In diesem wird entlang des Buches „Science Denial“ (Sinatra & Hofer, 2021) das Phänomen Science Denial zunächst auf Basis der aktuellen Forschung erarbeitet und Möglichkeiten, Science Denial zu begegnen, werden erörtert. Im Anschluss wenden die Studierenden dieses Wissen an, um vorhandene Unterrichtaktivitäten so zu adaptieren, dass diese geeignet sind, Science Denial entgegen zu wirken.

Literatur

Algan, Y., Cohen, D., Davoine, E., Foucault, M. & Stantcheva, S. (2021). Trust in scientists in times of pandemic: Panel evidence from 12 countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(40), e2108576118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2108576118>

- Lewandowsky, S., Cook, J. & Lombardi, D. (2020). *Debunking Handbook 2020*. Databrary. <https://doi.org/10.17910/B7.1182>
- Lombardi, D., Sibley, B. & Carroll, K. (2013). What's the Alternative? *The Science Teacher*, 080(05). https://doi.org/10.2505/4/tst13_080_05_50
- Lombardi, D., Sinatra, G. M. & Nussbaum, E. M. (2013). Plausibility reappraisals and shifts in middle school students' climate change conceptions. *Learning and Instruction*, 27, 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.03.001>
- Popper, K. R. (1979). *Objective knowledge: An evolutionary approach* (Rev. ed). Clarendon Press; Oxford University Press.
- Rosenberg, J. M., Kubsch, M., Wagenmakers, E.-J. & Dogucu, M. (2022). Making Sense of Uncertainty in the Science Classroom: A Bayesian Approach. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00341-3>
- Sinatra, G. M. & Hofer, B. K. (2021). *Science denial: Why it happens and what to do about it*. Oxford University Press.
- van der Bles, A. M., van der Linden, S., Freeman, A. L. J. & Spiegelhalter, D. J. (2020). The effects of communicating uncertainty on public trust in facts and numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(14), 7672–7683. <https://doi.org/10.1073/pnas.1913678117>
- Warren, A. R. (2018). Quantitative critical thinking: Student activities using Bayesian updating. *American Journal of Physics*, 86(5), 368–380. <https://doi.org/10.1119/1.5012750>
- Warren, A. R. (2020). Impact of Bayesian updating activities on student epistemologies. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010101>
- Wissenschaft im Dialog. (2022). *Wissenschaftsbarometer 2022*.



Onlinematerial

Marcus Kubsch, Freie Universität Berlin
 m.kubsch@fu-berlin.de
<https://orcid.org/0000-0001-5497-8336>

Irene Neumann, IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
 ineumann@leibniz-ipn.de
<https://orcid.org/0000-0002-7890-2798>