

Lernen durch Erklären: EM-Strahlung als Podcast-Thema im Unterricht

Es gibt Hinweise darauf, dass das Fachwissen der erklärenden Person förderlich für Erklärfähigkeit ist – aber hohes Fachwissen bei manchen sogar dazu führt, dass schlechter erklärt wird (Kulgemeyer, 2016). In dieser Studie soll u. a. untersucht werden, ob ein vertieftes Fachwissen (FW) zur EM-Strahlung die Qualität von Produkten der Wissenschaftskommunikation von Schüler:innen steigert.

Naturwissenschaftliche Grundbildung zu fördern, ist wesentliches Ziel des Physikunterrichts. Das beinhaltet die Entwicklung der Kommunikationskompetenz, wovon das Erklären naturwissenschaftlicher Phänomene zentraler Teil ist. Einerseits gewinnen Schüler:innen durch das aktive Formulieren von Erklärungen Einblicke in das eigene Verständnis physikalischer Konzepte (Alameh, Abd-El-Khalick & Brown, 2023). Andererseits geben ihre Erklärungen Aufschluss über mögliche Lernendenvorstellungen oder Verstehenslücken, die von Lehrkräften aufgegriffen und verbessert werden können. Erklärungen können in zwei grundlegende Formen unterschieden werden, welche Martin (1970, zit. in Kulgemeyer, 2013, S. 1) „scientific content explanations“ und „science teaching explanations“ nennt. Ersteres bedeutet, ein Phänomen aus wissenschaftlicher Perspektive möglichst exakt anhand von Beschreibungen (*What?*) und Ursachen (*Why?*) zu erklären. Dabei wird die Struktur von Erklärungen unter Einbezug wissenschaftsphilosophischer Überlegungen genauer betrachtet. Zweiteres meint Erklärungen mit Vermittlungsabsicht, diese orientieren sich zudem an den Bedürfnissen der Adressat:innen. Im Rahmen des von Kulgemeyer und Schecker (2009) entwickelten Kommunikationskompetenzmodells beschreiben die Autoren eine sachgemäße und eine adressatengerechte Perspektive, die dazu durch die erklärende Person berücksichtigt werden sollen. Dabei fokussiert sachgerechtes Kommunizieren auf die Fähigkeit „Sachinhalte fachlich adäquat, korrekt und konsistent sowie unter Berücksichtigung von fachlichen Konventionen in ein Kommunikat zu überführen“ (ebd., S. 140). Die Fähigkeit, adressatengemäß zu kommunizieren, meint die Konstruktion eines für Adressat:innen „attraktiven“ Angebots.

Für die Analyse der Sachgerechtheit wurden zwei Kategorien aus der Literatur abgeleitet. Einerseits wurden die Erklärungen aus einer strukturellen Sicht (Erklärtypen) näher beleuchtet und epistemologische Überlegungen miteinbezogen (Alameh & Abd-El-Khalick, 2018; Braaten & Windschitl, 2011; De Andrade, Freire & Baptista, 2019). Andererseits wurde die fachliche Anschlussfähigkeit (Tiefe) der Erklärungen analysiert. Eine Übersicht der Subkategorien und kurze Beschreibungen finden sich in Tabelle 1.

Forschungsinteresse und Studiendesign

Im Rahmen dieses Promotionsprojekts wurden 22 Podcasts zum Thema Elektromagnetische Strahlung von insgesamt 71 Schüler:innen aus drei Klassen der sechsten Schulstufe erstellt. Die Podcasts wurden in je drei Unterrichtseinheiten (50') an zwei Tagen produziert. Am ersten Tag erhielten die Schüler:innen kurze Einführungen zum Thema (Wissenschafts-)

Typen von Erklärungen		
Deskriptiv	Erklärungen beantworten Fragen nach dem <i>Was</i> ; Beschreiben beobachtbare/gemessene Zustände anhand von Zahlen/Fakten oder anderen Oberflächenmerkmalen	1 P
Prozessorientiert	Erklärungen beantworten Fragen nach dem <i>Wie</i> ; Beschreiben Bedingungen, zeitliche Abläufe, Vorgänge oder Mechanismen (z. B. je-desto-Beziehungen)	2 P
Begründend	Erklärungen beantworten Fragen nach dem <i>Warum</i> ; Zeigen Ursache-Wirkungszusammenhänge auf, geben Begründungen (Signalwort ‚weil‘)	3 P
Tiefe der Erklärungen		
Nicht-physikalisch	Korrekte/inkorrekte medizinische, biologische, historische, biografische, ... Fakten/Beschreibungen	0 P
Unzureichend	Fehlerhafte/missverständliche/unzureichende Aussagen, kein Bezug zum Gesamtkontext	0 P
Oberflächlich	Mind. teilweise anschlussfähige Aussagen; Ja/Nein-Antworten/Fakten oder Definitionen	1 P
Konzeptorientiert	Mind. überwiegend anschlussfähige Aussagen; Miteinbeziehung von physikalischen Konzepten	2 P
Fachlich fundiert	Anschlussfähige Aussagen; Nutzen physikalische Gesetzmäßigkeiten und Theorien, um Phänomene auf Schulniveau korrekt zu erklären	3 P

Tabelle 1: Kurze Beschreibungen und Punkte pro Subkategorie der beiden Hauptkategorien.

Kommunikation und EM-Strahlung, woraufhin ein kurzer schriftlicher Test über das bestehende Fachwissen zur EM-Strahlung und zum Kommunikationswissen durchgeführt wurde. Anschließend wählten die Schüler:innen ein Thema (von einer digitalen Pinnwand mit vorausgewählten Themen) aus und planten aus gestalterischer und inhaltlicher Sicht ihre Podcasts anhand eines Storyboards. Am zweiten Tag schrieben sie ihren Sprechtext, nahmen die Podcasts auf und editieren diese. Durch ein Test- und Kontrollgruppen-Design werden außerdem Einflüsse durch vertieftes Fachwissen (FW) bzw. durch vertieftes Kommunikationswissen (KW) auf die Erklärungen überprüft. So erhielt eine Klasse vorab vier Unterrichtseinheiten zum Thema EM-Strahlung (FW-Gruppe) angelehnt an das Unterrichtskonzept von Zloklikovits (2022) und eine Klasse (KW-Gruppe) ein zweistündiges Erklärtraining (siehe in diesem Band auch Malotki, Berger & Kulgemeyer, 2026) eine Woche vor der Intervention. Die Erklärungen in den Podcasts wurden hinsichtlich ihrer sachgemäßen Erklärqualität mittels inhaltlich strukturierender Inhaltsanalyse mit deduktiven sowie induktiven Kategorien nach Kuckartz und Rädiker (2022) ausgewertet.

Fachwissen der verschiedenen Gruppen

Aus den Ergebnissen des FW-Tests wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Gruppen (Kontroll: $2,61 \pm 0,79$; FW: $2,77 \pm 0,79$; KW: $1,85 \pm 0,72$) berechnet. Nach Prüfung der Voraussetzungen wurde eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden ($F(2, 68) = 10,02$, $p < 0,001$, $\omega^2 = 0,20$). Die Post-hoc-Analyse nach Tukey zeigte, dass sich die KW-Gruppe signifikant von der

FW-Gruppe ($p < 0,001$) und von der Kontroll-Gruppe ($p = 0,003$) unterscheidet, während zwischen der FW- und Kontroll-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht ($p = 0,777$).

Typen von Erklärungen und ihre Tiefe in den Erklär-Podcasts

Im Kodierprozess wurde jede auftretende Erklärung ($N = 127$) in einem Podcast analysiert und einem Typ sowie der entsprechenden Tiefe zugeordnet. Die Subkategorien entsprechen evaluativen Kategorien (Kuckartz & Rädiker, 2022). Hinsichtlich der Erklärtypen wurden in den Podcasts hauptsächlich deskriptive ($n = 87$) und nur wenige prozessorientierte ($n = 21$) und begründende ($n = 19$) Erklärungen gefunden. Die fachliche Tiefe der Gesamtheit der Podcasts ist als oberflächlich einzustufen. Dies zeigt sich einerseits an der großen Anzahl an oberflächlichen ($n = 65$) und teilweise fachlich unzureichenden ($n = 23$) gegenüber wenigen konzeptorientierten ($n = 9$) und fachlich fundierten ($n = 1$) Erklärungen. Fast ein Viertel der Aussagen wurden als nicht-physikalische Erklärungen ($n = 29$) eingestuft.

Für vertiefende quantitative Analysen wurde ein durchschnittlicher Score der Erklärtiefe und des Erklärtyps eines Podcasts berechnet. Jeder Erklärung wurden (entsprechend Tabelle 1) 0-3 Punkte zugeordnet. Durch Aufsummieren der erreichten Punkte und dividieren durch die Anzahl an Erklärungen im Podcast erhält man den durchschnittlichen Score für Typ und Tiefe. Durch Vergleich der Scores mittels ANOVA wurden keine Unterschiede in den verschiedenen Gruppen hinsichtlich der Erklärtiefe und -typen der Podcasts gefunden. Weiters wurden keine Korrelationen zwischen dem durchschnittlichen Fachwissen der Schüler:innen einer Gruppe mit dem durchschnittlichen Score der Erklärtiefe und -typen der von ihnen produzierten Podcasts festgestellt. Jedoch gibt es einen Zusammenhang zwischen der Erklärtiefe und den auftretenden Erklärtypen in einem Podcast: So finden sich in prozessorientierten und begründenden Podcasts fachlich tiefergehende Erklärungen als in überwiegend deskriptiven Podcasts.

Diskussion und Ausblick

Aus der Analyse der Podcasts sowie der FW-Tests lässt sich vorsichtig schließen, dass das Fachwissen der Schüler:innen kaum einen Einfluss auf die sachgemäße Erklärqualität zu haben scheint. Diese Behauptung ist mit Vorsicht zu genießen, da es sich bei dieser Studie einerseits um eine kleine Stichprobe handelt und andererseits der FW-Test aus bloß vier Items besteht, welche zwar teilweise nach Zloklikovits (2024) adaptiert, jedoch nicht im Vorfeld validiert wurden. Im weiteren Verlauf der Auswertung wird geprüft, inwiefern das KW der Schüler:innen einen Einfluss auf die Erklärqualität hat. In der Literatur lassen sich ähnliche Ergebnisse von angehenden Lehrkräften finden. So wurde nach Kulgemeyer und Riese (2018) ein Einfluss des PCK von Lehrkräften auf die Qualität ihrer Erklärungen gemessen. Das KW von Schüler:innen könnte demnach eine ähnliche Funktion wie das PCK von Lehrkräften beim Erklären einnehmen. Die Bewertung der KW-Tests war zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch ausständig.

Im Laufe der weiteren Auswertung soll außerdem ein stärkerer Fokus auf den Kontext der Podcasts gelegt werden, um u. a. den als nicht-physikalisch kodierten Aussagen gerecht zu werden. So fokussieren manche Gruppen vermehrt auf biografische, historische Fakten oder Forschungseinrichtungen (z. B. SKA Observatory) und verzichten auf physikalische Erklärungen von Phänomenen/Entdeckungen. Dieser Aspekt soll somit in der Analyse der adressatengerechten Perspektive stärker in Erwägung gezogen werden.

Literatur

- Alameh, S. & Abd-El-Khalick, F. (2018). Towards a philosophically guided schema for studying scientific explanation in science education. *Science & Education*, 27, 831–861. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0021-9>
- Alameh, S., Abd-El-Khalick, F. & Brown, D. (2023). The nature of scientific explanation: Examining the perceptions of the nature, quality, and “goodness” of explanation among college students, science teachers, and scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(1), 100–135. <https://doi.org/10.1002/tea.21792>
- Braaten, M. & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639–669. <https://doi.org/10.1002/sce.20449>
- De Andrade, V., Freire, S. & Baptista, M. (2019). Constructing scientific explanations: A system of analysis for students’ explanations. *Research in Science Education*, 49(3), 787–807. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9648-9>
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (5. Aufl.). Beltz Juventa.
- Kulgemeyer, C. (2013). Gelingensbedingungen physikalischer Erklärungen. Zu einer konstruktivistischen Auffassung des Erklärens. In V. Nordmeier & H. Grötzebach (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/460/600>
- Kulgemeyer, C. (2016). Impact of secondary students’ content knowledge on their communication skills in science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 89–108. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9762-6>
- Kulgemeyer, C. & Riese, J. (2018). From professional knowledge to professional performance: The impact of CK and PCK on teaching quality in explaining situations. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(10), 1393–1418. <https://doi.org/10.1002/tea.21457>
- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kommunikationsbegriffs, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 131–153. <https://doi.org/10.25656/01:31654>
- Malotki, L., Berger, R. & Kulgemeyer, C. (2026). Ein Erklärtraining zur Steigerung der Erklärqualität und der Effektivität kooperativen Lernens. In P. Pollmeier (Hrsg.), *KI in der naturwissenschaftlichen Bildung*. (46. Tagungsband). GDGP.
- Zloklikovits, S. (2022). *Elektromagnetische Strahlung in der Sekundarstufe I unterrichten*. (Handreichung für Lehrende). Universität Wien. <https://phaidra.univie.ac.at/o:1594025>
- Zloklikovits, S. (2024). *Elektromagnetische Strahlung in der Sekundarstufe I unterrichten* [Dissertation, Universität Wien]. u:thesis. <https://doi.org/10.25365/thesis.78103>