

Christoph Maut¹
Karel Kok¹
Burkhard Priemer¹

¹Humboldt-Universität zu Berlin

Diskurse von Physiklehrpersonen zu Messunsicherheiten

Relevanz

Messunsicherheiten sind ein grundlegendes Element naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozesse. Sie beschreiben die unvermeidbare Variabilität von Messwerten (Priemer & Kok, 2025) und geben damit ein Maß für die Qualität einer Messung an. Somit sind Messunsicherheiten zentral für die Bewertung, Vergleichbarkeit und Interpretation physikalischer Messergebnisse. Im Inquiry-Based Learning (Pedaste et al., 2015) unterstützen sie die Analyse und Interpretation von Daten und fördern so die Vermittlung zentraler Prinzipien naturwissenschaftlichen Arbeitens, wie die Vorläufigkeit empirischen Wissens und die kritische Reflexion von Daten. Aufgrund dieser fachmethodischen Bedeutung sind Messunsicherheiten in den Bildungsstandards für die Sekundarstufen I und II verankert (Kultusministerkonferenz, 2020, 2024).

Forschungsstand und -lücke

Auf vielen unterschiedlichen Ebenen fehlen sowohl Fachwissen als auch Fortbildungen zum Thema Messunsicherheiten (Klaunberg et al., 2025). Im Bereich der physikdidaktischen Forschung sind zwei Diskurse zum Thema Messunsicherheiten beschrieben (Sivan et al., 2024). Ein Diskurs wird dabei als von der Gemeinschaft etablierte Kommunikationsform verstanden (ebd.). Nach der commognitive Theorie (Sfard, 2020) umfasst er die Elemente: Narrative, Routinen, Schlüsselbegriffe und visuelle Mediatoren (Sivan et al., 2024). Narrative sind überprüfbare Aussagen über Objekte und deren Beziehungen, Routinen wiederkehrende Handlungs- und Kommunikationsmuster. Schlüsselbegriffe beschreiben fachlich relevante Wörter, deren Bedeutung sich von der Alltagssprachlichen unterscheiden kann, während visuelle Mediatoren alle visuell wahrnehmbaren Objekte des Diskurses umfassen (ebd.).

Auf Grundlage wissenschaftlicher Literatur wurde ein fachlich adäquater, sogenannter *kanonischer* Diskurs zu Messunsicherheiten beschrieben (ebd.). Die Analyse von schulischen Unterrichtsmaterialien führte zur Beschreibung eines sogenannten *prävalenten* Diskurses, welcher sich aus zum Teil fachlich nicht adäquat verwendeten Schlüsselbegriffen, Narrativen und Routinen zusammensetzt (ebd.). In diesem Zusammenhang können Alltagsvorstellungen in Narrativen auftauchen. Für Messunsicherheiten sind vielfältige Alltagsvorstellungen von Lernenden beschrieben (Hull et al., 2021). Wenn Personen aus unterschiedlichen Diskursen miteinander kommunizieren, können commognitive Konflikte auftreten (Sfard, 2020).

Auf Ebene der Lehrpersonen besteht Forschungsbedarf: Zwar erkennen (zukünftige) Physiklehrpersonen die Relevanz des Themas und bewerten es positiv (Holz & Heinicke, 2019a; Möhrke, 2020), verfügen jedoch kaum über Unterrichtsroutinen dazu (Holz & Heinicke, 2019b; Möhrke, 2020).

Wie Physiklehrpersonen Messunsicherheiten im Unterricht thematisieren, ist bislang unklar. Diese Forschungslücke wird durch eine diskursanalytische Untersuchung adressiert.

Methodik

Es wurden 13 leitfadengestützte Interviews mit Physik Lehrpersonen von September 2024 bis April 2025 geführt. Die Interviewlängen betrugen $(28,5 \pm 7,5)$ Minuten, wobei das kürzeste Interview knapp 12 Minuten und das längste 41 Minuten dauerte. Die Teilnehmenden wurden zu den vier Schwerpunkten allgemeine Informationen, Datenvergleichsaufgabe, Videovignette (Maut et al., 2025) und Messunsicherheiten im Physikunterricht befragt. Ausschließlich der letzte Schwerpunkt wird im Folgenden betrachtet.

Die aufgezeichneten Gespräche wurden mit noScribe v0.6 transkribiert und anschließend manuell korrigiert. Die Transkripte wurden aufbereitet, wobei das erste in sehr textnahe, kodierbare Einheiten unterteilt wurde. Das Verfahren gliederte sich wie folgt: Isolation von Sätzen (nach Wagner, 2024), textnahe Redigierung, Auflösen der Satzverbindungen (nach Wagner, 2024), Bildung von Hauptsätzen (nach Wagner, 2024) und Erstellung von Paraphrasen.

Unter Verwendung eines Kodierleitfadens, der auf Basis der Diskursbeschreibungen (Sivan et al., 2024) deduktiv erstellt und im Verlauf induktiv erweitert wurde, ist das erste Interview analysiert worden. Dafür wurde im ersten Schritt die thematische Relevanz der Kodiereinheit bewertet. Falls es sich um eine für den Diskurs zu Messunsicherheiten relevante Kodiereinheit handelt, wurde im zweiten Schritt die Kodierung von Narrativ oder Routine durchgeführt. Schlüsselbegriffe werden bei Auftreten in Kodiereinheiten gesammelt. Visuelle Mediatoren tauchen im ersten analysierten Interview nicht auf.

Ergebnisse und Diskussion

Im ersten auf diese Weise analysierten Interview einer Physik Lehrperson lassen sich Narrative, Routinen und Schlüsselbegriffe zum Thema Messunsicherheiten im Physikunterricht identifizieren. Diese Analyse stellt die erste Anwendung der Diskurselemente auf Interviewdaten dar – bisher erfolgte ihre Identifizierung ausschließlich anhand von Literatur und Unterrichtsmaterialien (Sivan et al., 2024). Neben den deduktiv bestimmten Diskurselementen traten im Interview auch widersprüchliche Aussagen auf, die zu einem commognitiven Konflikt führen können (Sfard, 2020). Die Kenntnis solcher Konflikte ermöglicht es, gezielt Lerngelegenheiten zu gestalten.

Im Interview zeigten sich beispielsweise die zwei folgenden Narrative: Erstens die Annahme, dass der wahre Wert nicht existiert, und zweitens, dass es einen wahren Wert möglicherweise gibt, dieser jedoch nicht messbar ist. Diese widersprüchlichen Aussagen deuten auf einen inneren, also innerpersonellen Konflikt hin. Darüber hinaus wird auch ein äußerer Konflikt deutlich: Im Kollegium besteht Uneinigkeit darüber, ob die Spannweite als Streumaß im Unterricht verwendet werden sollte.

Auch verschiedene Routinen werden im Interview sichtbar. So beschreibt die Lehrperson etwa die Routine, die Streuung von Messwerten im Unterricht zu besprechen. Dabei werden Messwerte im Plenum gesammelt, offensichtliche Messfehler gestrichen und die verbleibenden Werte hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit reflektiert.

Zudem treten verknüpfte Narrative und Routinen auf. Ein Beispiel lautet: „Alle Messungen sind fehlerbehaftet und müssen kritisch hinterfragt werden.“ Diese Verknüpfung zeigt, dass Narrative – etwa „Messungen sind fehlerbehaftet“ – den Sinnrahmen bieten, während Routinen – wie das kritische Hinterfragen von Messungen – das Handeln strukturieren. Daraus ergibt sich die Vermutung, dass jeder Routine ein Narrativ zugrunde liegt. Dieses kann explizit, implizit oder der Person selbst nicht bewusst sein.

Theoretisch lässt sich diese Beobachtung in der wissenssoziologischen Diskursanalyse verorten (Keller, 2007): Diskurse umfassen sowohl sprachliche Deutungen als auch typische Handlungsweisen. Narrative, verstanden als Erzählungen über die Welt, bilden den Rahmen dafür, welches Handeln als angemessen gilt. Routinen können somit als praktische Umsetzung dieser Erzählungen verstanden werden – sie realisieren im Alltag, was innerhalb eines Diskurses als sinnvoll erscheint.

Damit wird deutlich, dass Narrative und Routinen eng miteinander verknüpft sind: Narrative schaffen den Sinnrahmen, Routinen operationalisieren das Handeln im Einklang mit diesem Rahmen. Routinen selbst sind daher fachlich nicht bewertbar; entscheidend ist vielmehr die Adäquatheit des ihnen zugrundeliegenden Narrativs, die durch die Gemeinschaft überprüft wird. Das Verständnis dieser Adäquatheit kann genutzt werden, um die professionelle Handlungskompetenz weiterzuentwickeln. Voraussetzung dafür ist, dass die Kommunikation innerhalb eines gemeinsamen, fachlich adäquaten Diskurses erfolgt (vgl. kanonischer Diskurs in Sivan et al., 2024). Wird jedoch aus unterschiedlichen Diskursen heraus kommuniziert, können commognitive Konflikte entstehen. Diese Konflikte können Ausgangspunkte für Lernprozesse darstellen (Sfard, 2020), indem durch die Identifizierung und Korrektur inadäquater Narrative der Sinnrahmen angepasst wird. In diesem veränderten Sinnrahmen lassen sich anschließend Routinen diskutieren und gegebenenfalls modifizieren.

Fazit und Ausblick

Die diskursanalytische Perspektive erweist sich als geeignet, den Umgang von Physiklehrpersonen mit Messunsicherheiten im Unterricht auf Grundlage von Interviewdaten zu rekonstruieren. Die ersten Ergebnisse verdeutlichen, dass Routinen in der Regel auf zugrundeliegenden Narrativen basieren, diese jedoch häufig implizit bleiben und den Lehrpersonen nicht immer bewusst sind.

In der weiteren Analyse werden sämtliche Interviews einbezogen, um einen systematischen Überblick über den Diskurs von Physiklehrpersonen zu Messunsicherheiten zu gewinnen. Auf dieser Grundlage lässt sich aufzeigen, inwieweit fachlich adäquate Narrative innerhalb des Diskurses präsent sind oder commognitive Konflikte entstehen oder sogar bestehen könnten. Die gewonnenen Erkenntnisse können zur Entwicklung gezielter Fortbildungsangebote beitragen, indem bestehende Routinen der Lehrpersonen aufgegriffen und durch Modifizierung der Narrative hin zu fachlich adäquaten untermauert werden. Dadurch können Lerngelegenheiten geschaffen werden, um die professionelle Handlungskompetenz im Umgang mit Messunsicherheiten zu stärken.

Literatur

- Holz, C. & Heinicke, S. (2019a). Messunsicherheit – Ein ungeliebter Gast im Physikunterricht? In *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik – Jahrestagung 2018* (S. 39).
- Holz, C. & Heinicke, S. (2019b). Der Rest ist dann halt Messfehler. Wie angehende Lehrkräfte in Unterrichtssituationen mit Messdaten umgehen. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrestagung*. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/927>
- Hull, M. M., Jansky, A. & Hopf, M. (2021). Probability-related naïve ideas across physics topics. *Studies in Science Education*, 57(1), 45–83. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1757244>
- Keller, R. (2007). Analysing discourses and dispositifs. Profiling discourse research in the tradition of sociology of knowledge. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 8(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-8.2.243>
- Klaenberg, K., Harris, P., Möhrke, P. & Pennecchi, F. (2025). The three most common needs for training on measurement uncertainty. *Measurement Science Review*, 25(5), 257–275. <https://doi.org/10.2478/msr-2025-0029>
- Kultusministerkonferenz. (2020). Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf
- Kultusministerkonferenz. (2024). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf
- Maut, C., Kok, K. & Priemer, B. (2025). Fachdidaktisches Wissen über Messunsicherheiten. In H. Vorst, van (Hrsg.), *Lernen, lehren und forschen im Schülerlabor*. (S. 469–471). Universität Duisburg-Essen.
- Möhrke, P. (2020). Messunsicherheiten im Physikunterricht – Befragung von Lehrkräften in Baden-Württemberg. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 876–879). Universität Duisburg-Essen.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Priemer, B. & Kok, K. (Hrsg.). (2025). Messunsicherheiten im Physikunterricht. Berlin Universities Publishing. <https://doi.org/10.14279/DEPOSITONCE-21608>
- Sfard, A. (2020). Commognition. In S. Lerman (Hrsg.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (S. 95–101). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100031
- Sivan, O., Perl-Nussbaum, D. & Yerushalmi, E. (2024). Physics teachers' professional development on measurement uncertainty: A commognitive approach. *Physical Review Physics Education Research*, 20(2), 020146. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.020146>
- Wagner, S. (2024). *From text to networks: Unveiling the structure of written scientific explanations: A comprehensive manual for science education*. Humboldt-Universität zu Berlin. <https://doi.org/10.18452/28310>