

Christoph Maut<sup>1</sup>  
Karel Kok<sup>1</sup>  
Burkhard Priemer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin

## **Fachdidaktisches Wissen über Messunsicherheiten**

### **Einleitung**

Messprozesse sind ein zentraler Bestandteil der Erkenntnisgewinnung und somit auch Gegenstand des Physikunterrichts. Dabei spielt insbesondere für die Auswertung und Interpretation von Messergebnissen die Messunsicherheit eine entscheidende Rolle. Dies findet Ausdruck darin, dass das Thema Messunsicherheit Teil der Bildungsstandards der Sekundarstufen 1 und 2 ist (Kultusministerkonferenz, 2020, 2024). Messunsicherheiten werden im Unterricht eher nebenbei behandelt (Möhrke, 2020). Dies könnte darauf zurückgeführt werden, dass bislang vergleichsweise wenig unterrichtspraktische Konzepte vorliegen und dass es wenig „empfehlenswerte“ Unterrichtsrouitinen zum Umgang mit Messunsicherheiten im Physikunterricht gibt (Holz & Heinicke, 2019a, 2019b; Möhrke, 2020). Dementsprechend liegen bisher auch nur wenige erprobte Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler vor (Kardaş, 2023; Kok, 2022), die neben der Vermittlung von Kompetenzen die Vielzahl von Alltagsvorstellungen zum Thema Messunsicherheiten aufgreifen (Hull et al., 2021).

Diese Ausgangslage zeigt, dass es bislang wenig fachdidaktische Hinweise für Lehrkräfte zur Thematisierung von Messunsicherheiten im Unterricht gibt. Wir führen das auf einen Mangel an systematischer Aufarbeitung des hierzu notwendigen fachdidaktischen Wissens zurück. Um diesem Defizit zu begegnen, hat das vorliegende Projekt das Ziel, ein Framework für fachdidaktisches Wissen über Messunsicherheiten zu erstellen.

### **Framework für fachdidaktisches Wissen zu Messunsicherheiten**

Um Lehrpersonen in ihrer professionellen Handlungskompetenz zum Thema Messunsicherheiten zu fördern, richten wir den Blick auf Professionswissen (Baumert & Kunter, 2006; Blömeke et al., 2015; König, 2021). Dabei gilt es vor allem, das fachwissenschaftliche und fachdidaktische Wissen zum Themengebiet zu strukturieren und den Lehrpersonen zur Verfügung zu stellen. Auf fachwissenschaftlicher Ebene sind Messunsicherheiten durch das Sachstrukturmodell (Priemer & Hellwig, 2018) zusammengefasst. Bisher gibt es allerdings kein Framework, welches auf fachdidaktischer Ebene das Themengebiet strukturiert. Daher ist das Ziel dieses Projektes – neben theoretisch-orientiertem fachdidaktischen Wissen – auch praxisbezogenes fachdidaktisches Wissen zu beschreiben. Letzteres steht im Zentrum dieses Beitrags: Es sollen antizipierte Handlungen von Lehrpersonen in videobasierten Unterrichtssituationen mit unsicheren Daten erfasst, strukturiert und evaluiert werden. Dies adressiert die folgenden drei Facetten fachdidaktischen Wissens (Webersen et al., 2013): Instruktionsstrategien, Alltagsvorstellungen sowie Experimente und Vermittlung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses. Um ein Verfahren zur Erfassung von Handlungsmöglichkeiten in Unterrichtssituationen zu etablieren, haben wir eine Pilotierungsstudie durchgeführt.

### **Methodik**

In Anlehnung an eine frühere Arbeit (Holz & Heinicke, 2020) wurden drei Unterrichtsvignetten vorstrukturiert und anschließend videographiert. Dabei wird jeweils eine typische Unterrichtssituation aufgezeigt, in der sich die Lehrperson in einer Unterrichtssituation befindet, in der unsichere, experimentelle Daten sowie eine dazugehörige Fragestellung vorliegen. Zudem wird die Lehrperson mit Alltagsvorstellungen versehenen Aussagen der Lernenden zu diesen Daten und der Fragestellung konfrontiert.

Diese Unterrichtsvignetten wurden in einer Pilotierung im Sommersemester 2024 mit 33 Studierenden des Lehramts Physik im Bachelor- und Masterstudium mit der Bitte gezeigt, in einem Freitextfeld zu beschreiben, wie sie an Stelle der Lehrperson im Video den Unterricht fortführen würden.

In einer explorativen Analyse der Aussagen wurden einzelne Handlungsschritte identifiziert, diese zu Handlungssträngen verknüpft und die gefundenen Handlungsstränge gruppiert.

### **Ergebnisse**

In den 33 Freitextantworten der Studierenden ließen sich sechs Handlungsschritte identifizieren: Alltagsvorstellungen aufgreifen, fachlichen Input geben, neue Daten erzeugen, Daten auswerten, Schlussfolgerung ziehen sowie Unterrichtsziel erreichen. Zudem konnten diese sechs Handlungsschritte in vier Handlungssträngen gruppiert werden:

- Alltagsvorstellung aufgreifen, fachlichen Input geben, Daten auswerten, Schlussfolgerung ziehen
- Alltagsvorstellung aufgreifen, neue Daten erzeugen, Daten auswerten, Schlussfolgerung ziehen
- Fachlichen Input geben, Daten auswerten, Schlussfolgerung ziehen
- Alltagsvorstellung aufgreifen oder fachlichen Input geben, Unterrichtsziel erreichen

Dabei zeigt sich, dass diese Handlungsschritte sowohl auf fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Komponenten des Professionswissen basieren und somit die Relevanz beider Wissensfacetten unterstreichen. Zum einen ließen sich Dimensionen des Sachstrukturmodells (Priemer & Hellwig, 2018) insbesondere in Aussagen wiedererkennen, in denen fachlicher Input von der Lehrperson gegeben werden soll. Zum anderen wurden in der Hälfte der Aussagen beschrieben, dass Alltagsvorstellungen aufgegriffen werden sollen. Die Ergebnisse zeigen, dass es grundsätzlich gut möglich erscheint, von Lehrpersonen geäußerte Handlungsmöglichkeiten in herausfordernden Unterrichtssituationen zu erfassen.

Limitierend muss an dieser Stelle gesagt werden, dass die teilnehmenden Studierenden durch den Besuch von fachdidaktischen Lehrveranstaltungen Vorkenntnisse zu dem Thema Messunsicherheiten haben und sich dadurch von Lehrkräften in den Schulpraxis unterscheiden könnten. Des Weiteren wurden antizipierte Handlungsschritte beschrieben. Wie die befragten Personen in einer anderen Situation, z.B. im eigenen Unterricht, agieren würden, kann durch unsere Befragung nicht aufgeklärt werden. Ebenso lässt sich nicht sagen, ob die Personen in der Lage wären, die von ihnen beschriebenen Handlungsschritte bzw. ihren Handlungsstrang in der Praxis durchzuführen.

### **Ausblick**

Für die Auswertung der schriftlichen Antworten soll zunächst ein reliables Kodiermanual erstellt werden. Des Weiteren soll die Vignette durch weitere Schritte erweitert werden. Zum Beispiel ist vorgesehen, dass die Probanden ebenfalls eine gezeigte Lehrkräftehandlung

einschätzen und bewerten sollen. Schließlich soll eine fachdidaktische Bewertung der von den Probanden geschilderten Handlung erfolgen, sodass aus diesen allgemeine Handlungsempfehlungen hergeleitet werden können. Dafür werden zukünftig die Unterrichtsvignetten in Interviews begleitend zu einer Lehrpersonenfortbildung zum Thema Messunsicherheiten (vgl. Kok et al., in diesem Band) genutzt.

#### **Literatur**

- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond Dichotomies: Competence Viewed as a Continuum. *Zeitschrift Für Psychologie*, 223(1), 3–13
- Holz, C., & Heinicke, S. (2019a). Messunsicherheit – ein ungeliebter Gast im Physikunterricht? *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018*, 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-Frühjahrstagung*.
- Holz, C., & Heinicke, S. (2020). Tipps für Lehrkräfte. *Unterricht Physik*. 31(177/178), 39–43.
- Hull, M. M., Jansky, A., & Hopf, M. (2021). Probability-related naïve ideas across physics topics. *Studies in Science Education*, 57(1), 45–83.
- Kardaş, E. (2023). Der Einfluss von Datenkompetenz auf das Argumentieren beim Experimentieren: Entwicklung und Evaluation von Lernapps zur Förderung von Datenkompetenz. <https://phka.bs-bw.de/frontdoor/index/index/docId/588>
- Kok, K. (2022). Certain about uncertainty. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin. <https://doi.org/10.18452/24782>
- Kok, K., Maut, C. & Priemer, B. (in diesem Band). Lehrkräftefortbildung zum Thema Messunsicherheiten. In H. Vorst, van (Ed.), *Lernen, lehren und forschen im Schülerlabor*. Universität Duisburg-Essen.
- König, J. (2021). Lehrerkompetenzen. In T. Hascher, T.-S. Idel, & W. Helsper (Hrsg.), *Handbuch Schulforschung* (S. 1–18). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kultusministerkonferenz. (2020). *Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife*.
- Kultusministerkonferenz. (2024). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik (MSA)*.
- Möhrke, P. (2020). Messunsicherheiten im Physikunterricht—Befragung von Lehrkräften in Baden-Württemberg. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (Bd. 46, S. 876–879). Universität Duisburg-Essen.
- Priemer, B., & Hellwig, J. (2018). Learning About Measurement Uncertainties in Secondary Education: A Model of the Subject Matter. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 45–68.
- Webersen, Y., Riese, J., & Reinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–30.