

## **Messunsicherheiten im Physikunterricht - Befragung von Lehrkräften in Baden-Württemberg-**

### **Einleitung**

Das Durchführen von – auch quantitativen – Messungen ist ein zentraler Teil des Physikunterrichts. Die Auswertung dieser Daten kann dabei der Überprüfung von im Unterricht eingeführter Zusammenhänge oder zur Erforschung noch unbekannter Zusammenhänge dienen. Diese Daten sind immer mit Unsicherheiten behaftet, deren Betrachtung nicht einfach ausgelassen werden kann, sondern vielmehr eine fundamentale Fachmethode in der Physik darstellt. Entsprechend ist ein adäquates Verständnis von Messunsicherheit ein wichtiger Bestandteil des Verständnisses der physikalischen Erkenntnisgewinnung (Büffler, Lubben & Ibrahim, 2009) und damit auch ein wichtiges Ziel von Physikunterricht.

Darüber hinaus bieten gerade die Betrachtung und aktive Thematisierung von unsicheren Daten eine gute Lerngelegenheiten für die Vermittlung der Natur der Naturwissenschaften (Heinicke, Glomski, Priemer & Rieß, 2010). Nichtsdestotrotz werden im Physikunterricht Experimente, bei denen die Unsicherheit der erhaltenen Daten klar sichtbar wird, häufig zu Gunsten von „stabilisierten“ Experimente vermieden (Höttecke, 2013). Ein vollständiges Vermeiden des Auftretens unsicherer Messdaten ist allerdings bei der Nutzung von realen Experimenten nicht möglich. Der baden-württembergische Bildungsplan für das Gymnasium sieht im Fach Physik darüber hinaus im Bereich Bewertung explizit vor, dass die Lernenden „bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden, Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung) [und] Hypothesen anhand der Ergebnisse von Experimenten beurteilen“. Der Aufbau von Kompetenzen im Umgang mit unsicheren Daten und ihren Unsicherheiten (hier noch mit dem alten Begriff des Messfehlers bezeichnet) ist also expliziter Auftrag des Physikunterrichts. Auch zeigt eine Erhebung von Holz, dass Lehramtsstudierenden dem Thema eine hohe Relevanz für den Schulunterricht zuschreiben (Holz & Heinicke, 2019). Das von Hellwig entwickelte Sachstrukturmodell zur Behandlung des Themas Messdaten und -unsicherheiten bietet hierfür eine fundierte Basis (Priemer & Hellwig, 2016). Welche Aspekte des Themas Lehrkräfte allerdings für relevant erachten und in welchem Umfang diese in der Schule umgesetzt werden, ist bisher nur schlecht erforscht.

### **Forschungsdesign und – fragen**

Um die Frage des Umgangs mit Messdaten und ihren Unsicherheiten im schulischen Kontext genauer zu beleuchten, wurde ein Online-Fragebogen entwickelt, welcher sowohl auf die Behandlung der verschiedenen Aspekte des Themas als auch auf den Umgang mit Unsicherheiten im Unterricht zielt. Er wurde im Sommer 2018 über die Sekretariate oder Fachschaften Physik aller baden-württembergischen allgemeinbildenden Gymnasien an die Physiklehrkräfte verschickt und konnte dann über einen Link online ausgefüllt werden. Dabei stehen folgende Fragen im Zentrum:

- In welcher Art und in welchem Umfang wird das Thema Messunsicherheiten im Unterricht behandelt?
- Welche Relevanz wird den verschiedenen Teilaspekten des Sachstrukturmodells von Lehrkräften zugeschrieben?

### Fragebogen

Zur Erhebung der Einstellung der Physiklehrkräfte zu den verschiedenen Aspekten der Arbeit mit unsicheren Messwerten nach Hellwig wurde ein Online-Fragebogen mit vierstufigen likert-skalierten Items zur

- Relevanz der einzelnen Aspekte des Sachstrukturmodells
- Art der Behandlung des Themenkomplexes im Unterricht

in der Sekundarstufe 1 verwendet. Zur Bewertung der Relevanz wurden Aussagen zu den einzelnen Aspekten formuliert, welche auf einer vierstufigen Skala von „unwichtig“ bis „sehr wichtig“ bewertet werden mussten. Die Art der Behandlung wurde über Aussagen erhoben, die auf einer Skala von „trifft zu“ bis „trifft nicht zu“ bewertet wurden. Eine inhaltliche Validierung der Items wurde durch zwei erfahrene Lehrkräfte sowie zwei Experten aus dem universitären Umfeld durchgeführt. Daneben wurden demografische Daten wie das Alter der Teilnehmer oder deren Berufserfahrung erhoben. Ein Beispielitem zur klassischen Bewertung der Relevanz der Ermittlung eines Ergebnisses incl. Unsicherheit aus einer Messreihe ist in Abbildung 1 gezeigt.

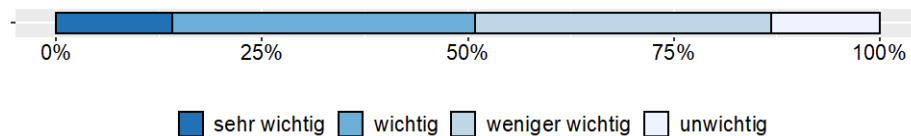


Abbildung 1: Antworten auf die Frage „Die SuS können aus einer Messreihe den Ergebniswert (Mittelwert) ermitteln und dessen Messunsicherheit (z.B. als maximale Abweichung vom Mittelwert) bestimmen.“

### Ergebnisse

Der Online-Fragebogen wurde von 114 Physiklehrkräften allgemeinbildender Gymnasien in Baden-Württemberg beantwortet. Dies entspricht einer Stichprobe von 10 % alle baden-württembergischen Physiklehrkräfte. Die Stichprobe unterscheidet sich sowohl in der Altersstruktur also auch in der Geschlechterverteilung nicht signifikant von Angaben des Kultusministeriums zu den aktuell angestellten Lehrkräften. Die Stichprobe kann in diesem Aspekt also als repräsentativ angesehen werden.

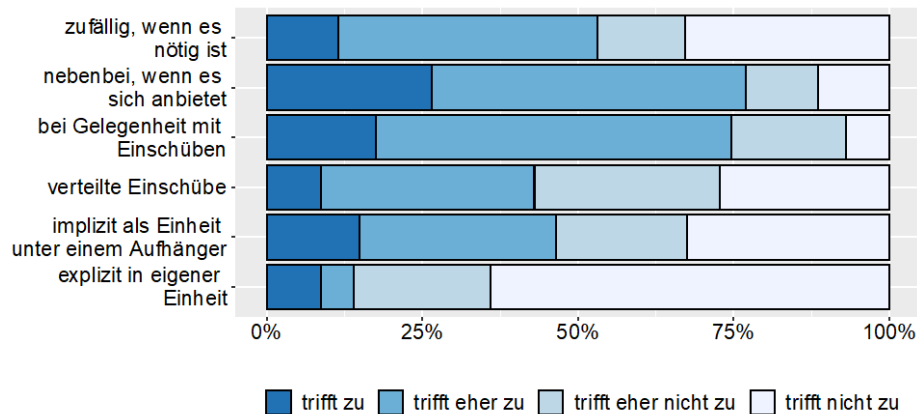


Abbildung 2: Antworten auf die Frage "Ich behandle Messunsicherheiten in meinem Unterricht ..."

Zur Art der Behandlung von Messunsicherheiten im Unterricht wurde unter anderem danach gefragt, mit welcher zeitlichen Verteilung das Thema im Unterricht behandelt wird. Dabei

waren Antworten von der zufälligen Behandlung bis hin zur Behandlung in eigenen Einheiten möglich. Mehrfachantworten waren ebenfalls möglich. Die Verteilung der Ergebnisse sind in Abbildung 2 gezeigt. Klar zu erkennen ist, dass eine Behandlung dieses zentralen Themas als eigenständige Einheit sehr selten vorkommt. Die am häufigsten gewählte Form der Behandlung findet in der Form von Einschüben statt, die – teilweise „nebenbei“ – in den Unterricht eingestreut werden. Eine explizite Behandlung in Form einer eigenen Einheit bewerten nur rund 10 % der befragten Lehrkräfte als zutreffend.

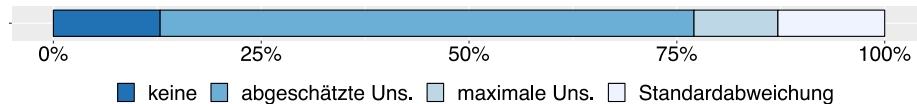


Abbildung 3: Antworten zur Frage: "Im Unterricht verwendet ich folgende Form der Unsicherheit:"

Bei der Frage nach der Art der verwendeten Unsicherheit (vgl. Abbildung 3) geben rund 60 % der befragten Lehrkräfte an, die Unsicherheit in der Sekundarstufe 1 lediglich abzuschätzen, also keine explizite Regel wie etwa die Bestimmung der maximalen Abweichung der Einzelergebnisse vom Mittelwert zu verwenden. Diese expliziten Verfahren werden nur von knapp einem Viertel der Befragten verwendet.

Die Lehrkräfte fungieren darüber hinaus bei der Durchführung von Experimenten selbst – auch bei der Verwendung oder Nichtverwendung von Unsicherheiten – als Vorbild für ihre Lernenden. Die Antworten zur Angabe einer Unsicherheit bei den Ergebnissen von Lehrerexperimenten sind in Abbildung 4 gezeigt. Nur ca. 12 % („trifft zu“ und „trifft eher zu“) der Lehrkräfte geben hier an, die Ergebnisse solcher Experimente durchgängig mit einer Unsicherheit anzugeben. Die große Mehrheit der Lehrkräfte verzichtet darauf.

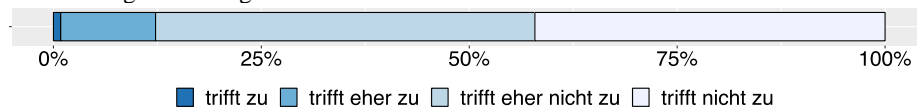


Abbildung 4: Bewertungen zu "Ergebnisse von Demonstrationsexperimenten gebe ich immer mit Unsicherheit an."

### Fazit und Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass eine Behandlung von Unsicherheiten im Physikunterricht der Sekundarstufe 1 in Baden-Württemberg nur in einem sehr geringen Umfang Eingang findet. Wenn eine große Mehrheit der Lehrkräfte das Thema „nebenbei“ behandelt, wenn es sich anbietet, spricht dies nicht dafür, dass diesem Thema im Unterricht viel Relevanz zukommt. Dies deckt sich mit den Befunden bei der Befragung von Lehramtsstudierenden in der Studie von Holz (Holz & Heinicke, 2019). Dort zeigt sich zwar eine hohe Relevanzeinschätzung des Themas, die dann aber nicht in eine entsprechende Handlung überführt wird und so zu einer Diskrepanz zwischen dem „reasoning on action“ und „reasoning in action“ führt. Holz führt dies auf einen möglicherweise hohen Druck während der Unterrichtsituation zurück.

Ebenfalls möglich wäre das Fehlen einer ausreichenden Kompetenz mit unsicheren Daten zu arbeiten, wie sie sich auch bei Studierenden zeigt (Heinicke & Riess 2012), oder der Mangel an Handlungsstrategien mit diesen im Unterricht adäquat zu arbeiten. Das Relevanz-Ranking der einzelnen Teilaspekte der Themenfelder durch die befragten Lehrkräfte gibt weitere interessante Einsichten welche Aspekte überhaupt für den Unterricht in der Sekundarstufe für wichtig gehalten werden. Diese würden aber den Rahmen dieses Artikels sprengen und werden an anderer Stelle thematisiert.

**Literatur**

- Buffler, A.; Lubben, F. & Ibrahim, B. (2009). The Relationship between Students' Views of the Nature of Science and their Views of the Nature of Scientific Measurement. *International Journal of Science Education*, 31 (9), S. 1137-1156.
- Heinicke, S. (2014). Experimentieren geht nicht ohne (Mess-)Unsicherheiten. *Naturwissenschaft im Unterricht Physik: Experimentieren gestalten* 144, S. 29-31.
- Heinicke, S.; Glomski, J.; Priemer, B.; Rieß, F. (2010): Aus Fehlern wird man klug - Über die Relevanz eines adäquaten Verständnisses von "Messfehlern" im Physikunterricht. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 59 (5), S. 26-33.
- Heinicke, S.; Riess, F. (2012): Missing Links in the Experimental Work: Student's Actions and Reasoning on Measurement and Uncertainty. In: L. Maurines & A. Redfors (Eds.), *ESERA 2011 Proceedings. Nature of Science, History, Philosophy, Sociology of Science*.
- Höttecke, D. (2013). A sketch of the problem of authentic inquiry-based learning form a history of science perspective. Paper presented at the Twelfth International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference (IHPST), Pittsburgh, PA.
- Holz, Ch. & Heinicke, S. (2019). Unsicherheit – ein ungeliebter Gast im Physikunterricht?. In: C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018.*, S. 89.
- Priemer, B. & Hellwig, J. (2018). Learning About Measurement Uncertainties in Secondary Education: A Model of the Subject Matter. In: *International Journal of Science and Mathematics Education* 16 (1), S. 45-86.