

Simon Goertz¹
Heidrun Heinke¹

¹RWTH Aachen University

Module zum Umgang mit Messdaten als Unterstützungsangebot für Lehrkräfte

Motivation

Vom heutigen Physikunterricht wird auch die Vermittlung prozessbezogener und damit auch experimenteller Kompetenzen gefordert (vgl. Theyßen et al., 2016). Beim Experimentieren ist es wichtig, mit den Messdaten adäquat umzugehen. Zu diesem Umgang gehören neben den Kenntnissen der Variablenkontrollstrategie insbesondere auch Aspekte zum Bereich Messunsicherheiten. Diese Kompetenzen spielen bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten eine entscheidende Rolle.

Der expliziten Förderung solcher Kompetenzen ist eine neue Plattform gewidmet, die an der RWTH Aachen konzipiert wurde und entsprechende Unterrichtsmaterialien bereitstellt (vgl. Goertz et al., 2019 und Goertz et al., 2020). Die Plattform trägt den Namen **FLexKom** für **Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen**, ist webbasiert zu erreichen und stellt verschiedene Module bereit, die jeweils eine experimentelle Teilkompetenz fokussieren¹.

In diesem Beitrag werden verschiedene Modul-Beispiele zum Themengebiet Messunsicherheiten vorgestellt. Dazu wird zunächst eine Auswahl bekannter Schülervorstellungen diskutiert, bevor die konkreten Modulideen und -inhalte präsentiert werden.

Schülervorstellungen zum Thema Messunsicherheiten

Der Bereich Messunsicherheiten ist sehr vielfältig. Genauso verschieden und breit gefächert zeigen sich die Schülervorstellungen hierzu. Zunächst einmal gibt es häufig den Glauben an einen „wahren“ Messwert (vgl. Hellwig, 2012 und Coelho und Séré, 1998). Dadurch werden häufig keine Unsicherheiten oder Abweichungen von Messwerten erwartet oder beschrieben. Digitale Messwerte werden zudem als exakt bewertet, vor allem wenn sie mehrere Nachkommastellen aufweisen. Schülerinnen und Schüler beurteilen gewöhnlich digitale Messgeräte als den analogen überlegen. Zur Einschätzung der Unsicherheiten werden häufig Messwiederholungen durchgeführt. Dieses Vorgehen wird von Lernenden entweder gar nicht angewandt oder mit einer anderen Intention verwendet. Viele Schülerinnen und Schüler setzen Wiederholungen dafür ein, um den ersten Messwert zu reproduzieren, was mit der Überzeugung von der Existenz eines „wahren“ Messwertes in Zusammenhang gebracht werden kann (vgl. Lubben und Millar, 1996 und Heinicke und Riess, 2011).

In den Modulen werden Aspekte aus der Schülervorstellungsforschung integriert und konkret angesprochen, um diesen zu begegnen und eine Auseinandersetzung bei den Schülerinnen und Schülern zu aktivieren. Nachfolgend werden drei ausgewählte Module zum Thema Messunsicherheiten vorgestellt.

FLexKom-Modulbeispiele zum Umgang mit Messunsicherheiten

Das erste Modul beschäftigt sich mit dem Aspekt der Messwiederholung. Mittels der App *phyphox*² wird eine einfache Form einer Messwiederholung vorgenommen. In dem Modul wird die Erdbeschleunigung durch den Beschleunigungssensor gemessen, was durch einen einfachen Button-Klick erfolgt. Die Wiederholung dieses Messprozesses kann sekunden-schnell durchgeführt werden, indem weitere Buttons in der App gedrückt und die Messwerte angezeigt werden (vgl. Abb. 1). Dies soll auch explizit die Schwankungen digitaler Messwerte

¹ Die Plattform kann über den Link www.sciphylab.de/flexkom erreicht werden.

² Weitere Informationen sind unter www.phyphox.org/ zu finden.

demonstrieren. Mit den erhobenen Messwerten soll nun weitergearbeitet werden. Konkret lauten die Lernziele für dieses Modul:

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... berechnen den Mittelwert aus mehreren Messwerten.
- ... benennen ein erstes Maß für die Streuung der Messwerte.
- ... geben das Ergebnis in der Form Mittelwert \pm Abweichung an.

Unter dem leicht humorvollen Titel „Wo ist die Mitte?“ wird der Bezug zum Mittelwert schon zu Beginn hergestellt. Mit einem eher niederschweligen Zugang soll für das Thema sensibilisiert werden. Auf dem Arbeitsblatt werden die Lernenden zunächst bei der Messwertaufnahme angeleitet. Daran schließt sich die händische grafische Darstellung der Messwerte auf einem Zahlenstrahl an, um die Streuung visuell wahrnehmen zu können. Nach der Berechnung des Mittelwerts soll der Bereich abgeschätzt werden, indem vermutlich ein weiterer Messwert liegen würde. Hierbei können die Schülerinnen und Schüler die Maximal- und Minimalwerte einbeziehen oder sich auch diskursiv mit der Fragestellung auseinandersetzen.

Zum Abschluss wird die wissenschaftliche

Schreibweise eines Messergebnisses in der Form Mittelwert \pm Abweichung eingeführt. Diese soll auf die Grenzen und den berechneten Mittelwert der Schülerinnen und Schüler angewandt werden. Bei schneller Bearbeitung des Arbeitsblattes stehen den Lernenden Zusatzaufgaben zur Verfügung, die sich mit der mittleren Abweichung des Mittelwerts als alternatives Maß für die Streuung beschäftigen. Als letzter und komplizierterer Schritt folgt die Anwendung der Formel für die Standardabweichung, die sich bei entsprechenden mathematischen Fähigkeiten als intensivere Auseinandersetzung mit der Thematik anbietet.



Abb.1: Ansicht der Messwertaufnahme in phyphox zum Modul „Wo ist die Mitte?“

Ein zweites Modul zum Thema Messunsicherheiten soll die Schülerinnen und Schüler dafür sensibilisieren, dass jeder einzelne Messwert mit einer Unsicherheit behaftet ist. Zudem soll ihnen damit eine Möglichkeit der Berücksichtigung der Messunsicherheit im Ergebnis gegeben werden. Für dieses Modul lauten die Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... geben einen Messwert mit einem Unsicherheitsintervall an, indem sie dessen Unter- und Obergrenze bestimmen.
- ... bestimmen die Messgenauigkeit von digitalen Messgeräten mit Hilfe der Daten in der Bedienungsanleitung.



Abb.2: Experimentiermaterial für ein Modul, in dem Schülerinnen und Schüler Messunsicherheiten von Messgeräten bewusst wahrnehmen sollen, mit zwei Digitalthermometern GTH 175/Pt mit Messfühler Pt1000 und einem Digitalthermometer LT80, einem Behälter für Wasser und einem Handtuch.

Für dieses Modul sind die konkreten Unterrichtsmaterialien ebenfalls auf der Webseite von FLexKom kostenfrei abrufbar. Das Modul trägt auf dem Arbeitsblatt der Schülerinnen und

Schüler den Titel „Wie heiß ist das Wasser?“. Wie der Titel schon andeutet, sollen die Schülerinnen und Schüler zunächst die Temperatur von Wasser bei Raumtemperatur messen.

Dabei bestimmen die Schülerinnen und Schüler die Temperatur des Wassers mit zwei identischen Thermometern. Hierfür wurden zwei digitale Widerstandsthermometer GTH/175Pt der Firma Greisinger Electronic GmbH genutzt (Abb. 2). Nach der Messung vergleichen die Schülerinnen und Schüler die beiden Messwerte. Dabei haben die Widerstandsthermometer eine Genauigkeit von $\pm 0,1\%$ vom Messwert ± 2 Digits, wobei auf dem Arbeitsblatt die prozentuale Unsicherheit im Ergebnis zunächst vernachlässigt wird.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler durch das Arbeitsblatt angeleitet wurden, wie sie die Genauigkeit der beiden Widerstandsthermometer bestimmen können, üben sie die Angabe des Ergebnisses mittels eines Intervalls. Danach messen sie mit dem LT80 von BASETech (Abb. 2) die Lufttemperatur und geben mit Hilfe der Angaben der Bedienungsanleitung die Grenzen des Intervalls an, in dem der Temperaturwert mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt. Dabei hat das LT80 eine Genauigkeit von ± 1 °C. Im Sinne der Differenzierung zwischen verschiedenen Schülerinnen und Schülern schließt sich daran eine optionale Zusatzaufgabe an, die eine Anwendung der Erkenntnisse in einem weiteren Themengebiet beinhaltet.

In dem dritten Modulbeispiel werden anhand von Zielscheiben die Begriffe Verlässlichkeit und Genauigkeit thematisiert. Zielscheiben wurden bereits in einem anderen FLEK-Kom-Modul als Alltagsverknüpfung und als Analogie für die Unsicherheit digitaler Messwerte verwendet (vgl. Goertz et al., 2020). Die Lernziele für das Beispiel-Modul lauten:

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... erklären verschiedene Streumuster auf den Zielscheiben.
- ... unterscheiden die Begriffe Verlässlichkeit und Streuung.

Auf dem Arbeitsblatt werden verschiedene Treffermuster auf Zielscheiben gezeigt, die die Schülerinnen und Schüler beschreiben und analysieren (vgl. Abb. 3). Ausgehend von diesen Beschreibungen sollen die Schülerinnen und Schüler die Leistungen der jeweiligen Schützen einschätzen und mögliche Trainingstipps geben. Zuletzt werden den Trefferbildern u.a. die Begriffe „große Streuung“ und „hohe Verlässlichkeit“ zugeordnet. In der optionalen Zusatzaufgabe sollen durch Voraussagen weiterer Treffer die Muster vertieft betrachtet und bestimmte Eigenschaften herausgestellt werden.

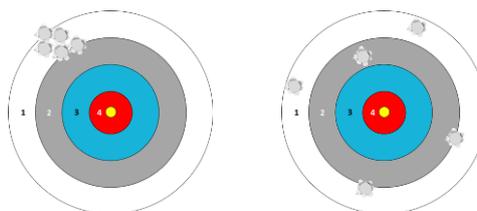


Abb.3: Zielscheiben, die in zwei Arbeitsaufträgen als Beispiel für (links) verlässliche, aber ungenaue Treffer und (rechts) Treffer mit großer Streuung genutzt werden.

Zuletzt werden den Trefferbildern u.a. die Begriffe „große Streuung“ und „hohe Verlässlichkeit“ zugeordnet. In der optionalen Zusatzaufgabe sollen durch Voraussagen weiterer Treffer die Muster vertieft betrachtet und bestimmte Eigenschaften herausgestellt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit den verschiedenen Modulen der Plattform FLEK-Kom werden Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern wichtige Unterstützungsmöglichkeiten beim Vermitteln bzw. Erlernen eines adäquaten Umgangs mit Messdaten, insbesondere eine Sensibilisierung für Messunsicherheiten, angeboten. Mit der Plattform werden modulare Materialien bereitgestellt, die verschiedene Teilaspekte ansprechen, eine Diskussion über das Themengebiet ermöglichen und wichtige Erkenntnisse zusammenfassen.

Zukünftig soll das Angebot an Modulen stetig und systematisch erweitert werden, sodass eine wachsende Vielfalt geboten wird, die die Lehrpersonen für ihren Unterricht nutzen können. Dabei sollen auch speziell Module für Oberstufen-Kurse konzipiert werden, in denen u.a. auf fortgeschrittenen mathematischen Fähigkeiten aufgebaut wird, um Themen wie die Fortpflanzung von Messunsicherheiten und graphische Auswertungen thematisieren zu können.

Literatur

- Coelho, S. M. und Séré, M.-G. (1998). Pupil's Reasoning and Practice during Hands-on Activities in the Measurement Phase. In: *Research in Science & Technological Education* 16(1), S. 79–96.
- Goertz, S., Klein, P., Riese, J. & Heinke, H. (2019). Die Plattform „FLexKom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen – Konzept und Einsatzbeispiele. In: *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2019*, Aachen.
- Goertz, S., Götz, B. D. und Heinke, H. (2020). Unterstützung für Lehrkräfte beim Umgang mit Messdaten im Physikunterricht. In: S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019*. Universität Duisburg-Essen, S. 114–117.
- Heinicke, S. und Riess, F. (2011). Mach das nochmal! Über das Verständnis von Messwiederholungen. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie - Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik - Jahrestagung in Potsdam 2010*. Münster: LIT Verlag, S. 357–359.
- Hellwig, J. (2012). Messunsicherheiten verstehen. Entwicklung eines normativen Sachstrukturmodells am Beispiel des Unterrichtsfaches Physik. Dissertation, Fakultät für Physik und Astronomie der Ruhr-Universität Bochum.
- Lubben, F. und Millar, R. (1996). Children's ideas about the reliability of experimental data. In: *International Journal of Science Education* 18(8), S. 955–968.
- Theyßen, H., Schecker, H., Neumann, K., Eickhorst, B. & Dickmann, M. et al. (2016). „Messung experimenteller Kompetenz - ein computergestützter Experimentierertest“. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDiD)* 15(1), S. 26-48.