

Simon Goertz
Benjamin Daniel Götze
Heidrun Heinke

RWTH Aachen

Unterstützung für Lehrkräfte beim Umgang mit Messdaten im Physikunterricht

Motivation

Die Förderung experimenteller Kompetenzen ist ein zentrales Bildungsziel des Physikunterrichts (vgl. Theyßen et al., 2016) sowie Bestandteil der Allgemeinbildung (vgl. KMK, 2009). Eine wichtige Kompetenz stellt dabei der Umgang mit Messdaten und Messunsicherheiten dar. Im Rahmen einer Strahlenschutzfortbildung haben ca. 75% der anwesenden N=47 Physik-Lehrkräfte in einem Kurzfragebogen angegeben, dass sie sich Unterstützung bei der Förderung experimenteller Kompetenzen wünschen.

Nachfolgend werden zwei Formate beschrieben, mit denen Lehrpersonen in der Schulpraxis gezielt bei der Förderung wichtiger experimenteller Kompetenzen im adäquaten Umgang mit Messdaten unterstützt werden. Dies ist zum einen die Plattform FLexKom (**F**ördern und **L**ernen **e**xperimenteller **K**ompetenzen; vgl. Goertz et al., 2019a). Zum anderen sind für Studierende in Physikalischen Nebenfachpraktika Lehrvideos im Rahmen des VidAMeda-Projekts (Lehr-**V**ideos zur **A**uswertung von **M**ess**d**aten) entwickelt worden. Diese Videos beinhalten viele Aspekte, die auch in der Schule relevant sind, sodass sich auch hier hilfreiche Unterstützungsmöglichkeiten für die Schulpraxis ergeben.

Die Plattform FLexKom

Die Plattform FLexKom stellt verschiedene Unterrichtsmaterialien bereit, welche die Förderung experimenteller Kompetenzen in den Fokus rücken (vgl. z.B. Goertz, 2019a). Diese Materialien können über eine Webseite¹ kostenlos abgerufen werden. Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler (SuS) und ergänzende Lehrerhandreichungen werden dabei den Interessenten in zwei Dateiformaten angeboten, die neben einer fixierten Version im pdf-Format auch editierbare Word-Dateien als sog. *open educational resources* (OER) umfassen.

Für die ersten Module der Plattform wurde der physikalische Hintergrund so gewählt, dass ein Einsatz ab der siebten Klasse problemlos möglich ist. Die FLexKom-Module können in verschiedenen Formen im Unterricht eingesetzt werden. Im Einzeleinsatz in Unterrichtssequenzen können die Aspekte des Moduls in Schülerexperimenten, als Demonstrationsexperiment oder als Thema einer Unterrichtsstunde genutzt werden. Des Weiteren können Module flexibel zu Lernzirkeln kombiniert werden. Über einen FLexKom-Konfigurator auf der Webseite können individuell angepasste Lernzirkel zusammengestellt werden. In der Ausbauphase mit hinreichend großem Modulangebot können die Lehrkräfte so Lernzirkel erstellen, welche die Förderung verschiedener experimenteller Kompetenzen in einem oder mehreren Themengebieten oder auch die Förderung einer experimentellen Kompetenz innerhalb eines Fachinhaltes fokussieren. Diese Flexibilität wird dadurch erreicht, dass die Module nicht aufeinander aufbauen und eine einheitliche Bearbeitungszeit aufweisen. Die gesetzten Rahmenbedingungen resultieren aus umfangreichen Erfahrungen mit bereits an der RWTH Aachen entwickelten und erprobten Lernzirkeln zu verschiedenen physikalischen Themen (vgl. Salinga & Heinke, 2016). Alle Module werden mit SuS getestet und weiterentwickelt, sodass eine adressatengerechte und lernwirksame Förderung experimenteller Kompetenzen erreicht werden kann.

¹ www.sciphylab.de/flexkom

FLexKom-Beispielmodul zum Umgang mit Messunsicherheiten

In diesem Abschnitt wird ein ausgewähltes Modul zum Thema Messunsicherheiten vorgestellt. Das Beispielmodul beschäftigt sich mit Messwerten und ihrer Unsicherheit. Konkret lauten die Lernziele dieses Moduls:

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... geben den Messwert nicht als einen Punktwert, sondern als einen Wertebereich an.
- ... benennen die Unsicherheit von Messwerten u.a. durch die angezeigten Stellen (Digitalisierungsfehler).

Damit die SuS für den Umgang mit Messunsicherheiten bei Messdaten sensibilisiert werden, bietet es sich gerade in der Einführungsphase an, einen niederschweligen Einstieg in die Thematik zu suchen. Dies wird auf dem Arbeitsblatt durch das Setting „Treffer auf einer Zielscheibe“ realisiert. Die SuS sollen zunächst einen Treffer auf der Zielscheibe (vgl. Abb. 1) bewerten, indem sie eine Punktzahl für diesen Treffer festlegen. Darauf aufbauend werden sie im nächsten Arbeitsauftrag mit der Aussage konfrontiert, dass man zwei oder drei Punkte geben könnte. Dies sollen die SuS diskutieren. Mit Blick auf den Sport, wo es eine einheitliche Regelung gibt, sollen die SuS in weiteren Zielscheiben Treffer zeichnen, die auf eine gleiche Punktzahl führen. Eine Beispiellösung ist in Abbildung 2 gezeigt. Die SuS erkennen damit, dass die gleiche Punktzahl als Ergebnis durch ganz verschiedene Treffer erreicht werden kann.

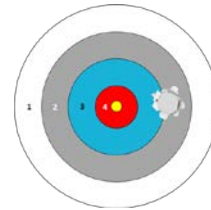


Abb.1: Zielscheibe, die im ersten Arbeitsauftrag genutzt wird.

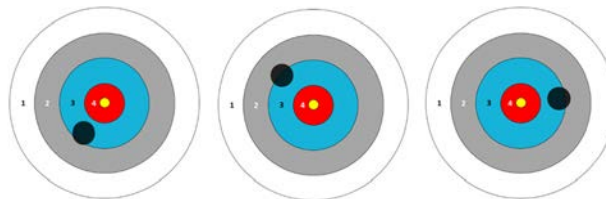


Abb. 2: Drei beispielhafte Treffer, die zur gleichen Punktzahl führen.

verschiedene Treffer erreicht werden kann. Dieses Erkenntnis soll nun von den SuS auf ein digitales Messgerät übertragen werden, indem die digitale Anzeige einer Waage präsentiert

wird. Bei einer solchen Anzeige fallen auch mehrere Messwerte auf einen gleichen Anzeigewert zusammen. Dies sollen die SuS im letzten Arbeitsauftrag anwenden. Hierbei ist nach Messwerten der digitalen Waage gefragt, die zu einem gleichen Anzeigewert (hier 19,8 kg) führen. Da die Waage nur auf 100 g genau anzeigen kann, wären mögliche Antworten der SuS z.B. 19,81 kg oder 19,78 kg. Das Arbeitsblatt schließt mit einem Merksatz ab, der die auf die Lernziele bezogenen zentralen Aussagen zusammenfasst und für die SuS explizit formuliert. Optional schließt sich daran im Sinne der Differenzierung zwischen verschiedenen SuS eine Zusatzaufgabe an.

VidAMeda – Lehrvideos zur Auswertung von Messdaten

Das Projekt VidAMeda² richtet sich zunächst an Bachelor-Studierende verschiedener Studiengänge in sog. Physikalischen Nebenfachpraktika. Damit sind die physikalischen Kenntnisse dieser primären Adressaten gut vergleichbar mit denen von SuS der Oberstufe. Da in den Videos zudem auch wichtige schulrelevante Aspekte thematisiert werden, bergen die Videos ebenfalls ein großes Potential für die Unterstützung von Lehrpersonen in der Schulpraxis bei der Behandlung von methodischen Aspekten der Auswertung von Messdaten.

² Die Autoren bedanken sich für die Förderung im Rahmen eines Fellowships für Innovationen in der digitalen Hochschullehre NRW.

Mit dem Video-Projekt wird auf ein strukturelles Problem in der Organisationsform physikalischer Praktika an Hochschulen reagiert. Dabei führen Studierende verschiedene Versuche unter Betreuung typischerweise innerhalb von 3 Stunden durch (vgl. Hamacher et al., 2015). Die detaillierte Auswertung der in den Praktikumsversuchen erhobenen Messdaten findet aber regelmäßig in der nachgelagerten individuellen Versuchsberichterstellung statt, die ohne Betreuung stattfindet und häufig bis zu zehn Stunden in Anspruch nimmt. Mit den VidAMeda-Videos sollen die Studierenden in dieser Selbststudienzeit bei der Auswertung und Interpretation von Messdaten audio-visuell unterstützt werden. Die Lehrvideos sollen online nutzbar und aufeinander abgestimmt sein, sodass sich die Lernenden ein umfassendes Bild zum Umgang mit Messdaten und speziell auch mit Messunsicherheiten erarbeiten können. Hierzu zählt neben den nötigen „handwerklichen“ Fähigkeiten bei der adäquaten Messdatenanalyse auch ein fundiertes Verständnis von Messunsicherheiten. Damit ergänzen sich die Lehrvideos und FLeXKom-Module bei der angestrebten Förderung des Grundverständnisses und der Kompetenzen im Umgang mit Messunsicherheiten als elementarem Bestandteil experimentellen Arbeitens (vgl. FLeXKom-Modell in Goertz et al., 2019b). Die Konzeption von VidAMeda sieht eine Vielzahl von Videos vor, die als Gesamtkonstrukt verschiedene Aspekte innerhalb des Themas Messdaten und ihrer Unsicherheiten für die Lernenden beleuchten sollen. Diese Lehrvideos sind in verschiedene Kategorien sortiert, wozu die Einführung in die Unsicherheitsbetrachtung, die korrekte Auswahl und Angabe von Messergebnissen, die rechnerische Auswertung von Messdaten sowie ihre graphische Darstellung und Interpretation zählen. Zudem gibt es die Kategorie Grundfunktionen von Excel, in der auf softwarespezifische Umsetzungen in Excel eingegangen wird. Vorhanden sind bereits Videos zu den Grundfunktionen in Excel, die von John Hamacher³ entwickelt wurden und in das Konzept von VidAMeda integriert wurden. Darüber hinaus sind erste Videos zu den Themen Fortpflanzung von Unsicherheiten, Angabe und Darstellung von Messergebnissen und signifikante Stellen entstanden. Die Videos haben eine maximale Länge von 7 Minuten und bauen inhaltlich auf dem Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) auf (vgl. JCGM, 2008).

Zusammenfassung und Ausblick

Mit den beiden Bausteinen FLeXKom und VidAMeda werden Lehrkräften sowie SuS wichtige Unterstützungsmöglichkeiten beim Vermitteln bzw. Erlernen eines adäquaten Umgangs mit Messdaten und Messunsicherheiten im Physikunterricht angeboten.

Die Plattform FLeXKom soll als modular gestaltete Sammlung verschiedener Unterrichtsmaterialien das Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen fördern. Der Umgang mit Messdaten und ihren Unsicherheiten stellt dabei einen wichtigen Bereich der von der Plattform adressierten Kompetenzen dar. Lehrkräfte können die Module singular in den Unterrichtsablauf einbetten oder individuell zu Lernzirkeln kombinieren. Das Angebot an Modulen wird stetig und systematisch erweitert, sodass den Lehrpersonen mittelfristig eine große Flexibilität bei der Förderung experimenteller Kompetenzen ermöglicht wird. Zukünftig werden auch Module zum Umgang mit Messunsicherheiten für Oberstufen-Kurse angeboten, in denen mit den fortgeschrittenen mathematischen Fähigkeiten der SuS auch ergänzende Aspekte wie die Fortpflanzung von Messunsicherheiten und graphische Auswertungen umgesetzt werden. Das Projekt VidAMeda stellt Lehrvideos bereit, die Lernende beim Grundverständnis einer korrekten Auswertung von Messdaten und deren praktischen Ausführung unterstützen sollen. Die Videos von maximal 7 min Laufzeit sollen eng abgesteckte inhaltliche Felder abdecken, um die Motivation beim Betrachten hoch zu halten, aber auch um spezifische Fragestellungen in einem Video klären zu können. Es wurde ein großes Feld von Videos konzipiert, die teilweise bereits vorliegen, teilweise noch sukzessive erstellt werden müssen, um die Ziele des VidAMeda-Projekts vollständig zu erreichen.

³ Abrufbar: <https://www.youtube.com/channel/UC6SHj8yXcdycqOqCwm7Ep3g/videos>

Literatur

- Goertz, S., Klein, P., Riese, J. & Heinke, H. (2019a). Konzeption eines Lernzirkels zu experimentellen Kompetenzen. In: C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018. Universität Regensburg, S. 787 – 790.
- Goertz, S., Klein, P., Riese, J. & Heinke, H. (2019b, eingereicht). Die Plattform „FLexKom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen – Konzept und Einsatzbeispiele. In: *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2019*, Aachen.
- Hamacher, J., Erkelenz, J., Heinke, H. (2015). Messunsicherheiten mit Hilfe von Lehrvideos verstehen -Entwicklung von Lehrvideos zum Umgang mit Messdaten für Physikpraktika, In: *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2015*, Wuppertal.
- JCGM (2008). Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement. https://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_E.pdf. Abgerufen: 26.09.2019
- KMK (2009). Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung.
- Salinga, C. und Heinke, H. (2016). Symbiose von Forschung, Lehrerbildung und Schulpraxis - Lernzirkel to go. In: *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik*. Tagungsband der GDCP-Jahrestagung 2015 in Berlin, Band 36. Hrsg. von C. Maurer. Universität Regensburg, S. 65-67.
- Theyßen, H., Schecker, H., Neumann, K., Eickhorst, B. & Dickmann, M. et al. (2016). „Messung experimenteller Kompetenz - ein computergestützter Experimentiertest“. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDiD)* 15.1, S. 26-48.