

Lehrvideos zum Umgang mit Messdaten

Erhebung von Lernprozessen zum Thema Messunsicherheiten

Ein fundiertes Verständnis über Messunsicherheiten ist eine zwingend notwendige Voraussetzung, um experimentell ermittelte Daten belastbar auswerten zu können. Den primären Ort, an dem sich Studierende erstmals vertieft mit dieser Thematik auseinandersetzen, stellt in der Regel das physikalische Anfängerpraktikum dar. Wie aber mehrere Studien nachweisen, gelingt es den wenigsten Studierenden in traditionellen Praktikumslehrgängen, in denen eine ausschließlich frequentistische Auswertung von Messwerten gelehrt wird, die erwünschten theoretischen und praktischen Kompetenzen zum Themenkomplex Messunsicherheiten aufzubauen (Séré, M., Journeaux, R. & Larcher, C., 1993; Deardorff, D., 2001). Ein wichtiger Grund dafür besteht in der meistens nicht explizit stattfindenden Vermittlung konzeptuellen Wissens über Messunsicherheiten. Dies legen mehrere Studien nahe, in denen die Annahme widerlegt wurde, dass sich durch das Anwenden mathematischer Auswertungsmethoden gleichzeitig konzeptuelles Verständnis über Messunsicherheiten ausbildet. (Lippmann-Kung, R., 2005; Buffler, A., Allie, S. & Lubben, F., 2001). Für die Entwicklung effektiverer Praktikumslehrgänge ist eine vertiefte Einsicht in die studentischen Lernprozesse beim Umgang mit Messunsicherheiten notwendig. Dies wird durch die Organisation gängiger Praktika erschwert, in denen sich die Studierenden hauptsächlich während der unbetreuten Versuchsauswertung und Versuchsberichterstellung zu Hause mit Messunsicherheiten auseinandersetzen. Für diese Phase benötigen sie häufig doppelt bis dreimal so viel Zeit wie für die betreute Versuchsdurchführung an der Universität (Schwarz, I., Effertz, C. & Heinke, H., 2013). An diesem Punkt offenbart sich eine Lücke in den bisherigen Forschungsarbeiten: Alle uns bekannten Erhebungen, die durch verhaltensnahe Beobachtungen das konzeptuelle Verständnis der Studierenden über Messunsicherheiten untersucht haben, wurden im Laborstudiendesign durchgeführt. Dadurch musste in diesen Studien die Versuchsdurchführung von den Studierenden am gleichen Tag durchgeführt werden wie die Datenauswertung. Diese Situation unterscheidet sich substantiell vom realen Praktikumsalltag, in dem die Studierenden nach der Versuchsdurchführung noch weitere sechs Tage Zeit für die Datenauswertung haben (Abb. 1). Um die dargelegte Lücke schließen zu können wird ein Erhebungsinstrument benötigt, welches minimalinvasiv die von den Studierenden außerhalb der Universität erstellten Datenauswertungen umfassend und zuverlässig dokumentieren kann. Im folgenden Abschnitt wird eine Erhebungsmethode vorgestellt, welche diesen Ansprüchen genügt und in einer Laborstudie getestet wurde.

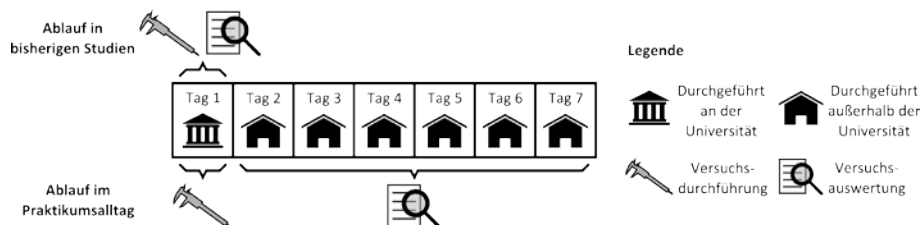


Abb. 1: Vergleich der Standorte und Zeitpunkte für die Phasen „Versuchsdurchführung“ und „Versuchsauswertung“ zwischen bisherigen Studien und dem Praktikumsalltag

Prozessgrafiken zur Analyse von lehrvideogestützten Arbeitsprozessen

An der RWTH Aachen wird prototypisch im physikalischen Anfängerpraktikum für Studierende der Biologie und Biotechnologie ein neuer Ansatz zur Vermittlung von Messunsicherheiten eingeführt (Hamacher, J., Erkelenz, J. & Heinke, H., in Druck). Eine Komponente dieses Ansatzes stellt die Bereitstellung von kurzen Lehrvideos zum Thema Messunsicherheiten dar, die die Studierenden während der Versuchsauswertung unterstützen sollen. Dabei konnte die Eignung solcher Lehrvideos als Medium zur Verbesserung der Auswertekompetenz bereits erfolgreich nachgewiesen werden (Effertz, C., Schwarz, I., Lammertz, I., Erkelenz, J. & Heinke, H., 2015). In einer anschließenden Usability-Studie (N=14, WS 2014/15) wurden studentische Arbeitsprozesse beim Lösen von zwei gleichwertigen Aufgaben zur Datenauswertung analysiert. Die Studierenden wurden gebeten aus gegebenen Datenreihen vollständige Messergebnisse zu bestimmen und während des gesamten Arbeitsprozesses die Think-Aloud-Methode einzusetzen. Nach Beenden der ersten Aufgabe ohne Hilfsmittel erhielten sie vom Sitzungsleiter eine Rückmeldung, ob ihre Lösung korrekt war oder nicht. Für die gesamte Bearbeitungszeit der zweiten Aufgabe stand ihnen dann über einen Laptop der freie Zugriff auf ein Set von vier Lehrvideos („Angabe von Messwerten“, „Mittelwert“, „Standardabweichung“ und „Messunsicherheit“) zur Verfügung. Nach Beenden der zweiten Aufgabe wurden sie anhand eines Fragebogens zu ihrer Meinung über die Lehrvideos befragt. Um die Aufgabenbearbeitung umfassend dokumentieren zu können mussten die Studierenden ihre Lösungen mit einem Smartpen erstellen, so dass minimalinvasiv ihre mündlichen Äußerungen und ihre Niederschriften aufgezeichnet werden konnten. Zusätzlich wurde ihr Video-Klick-Verhalten mittels einer Screencapturing-Software aufgenommen. Aus der Kombination dieser Daten kann für jeden Probanden eine Arbeitsprozessgrafik erstellt werden, in der zeitlich aufgelöst die Videonutzung und der Fortschritt bei der Aufgabenlösung dargestellt werden können. In Abb. 2 ist beispielhaft die Arbeitsprozessgrafik eines Probanden zu sehen. Kernelemente der Grafik sind die farbigen Boxen und Ovale, welche aufgeteilt auf die vier Inhaltsbereiche der Lehrvideos zum einen das Ansehen von Videos und zum anderen das Arbeiten an der

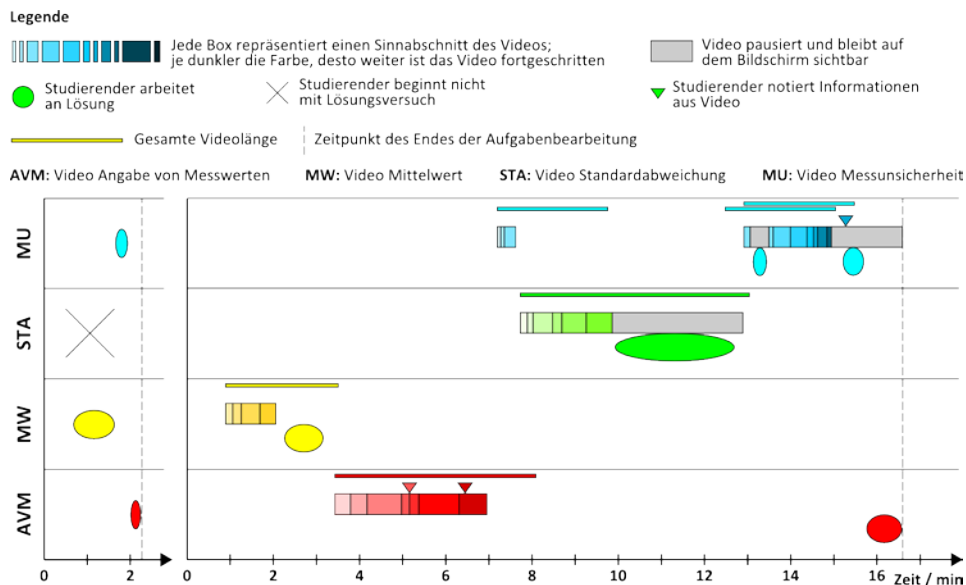


Abb. 2: Exemplarische Arbeitsprozessgrafik (Proband 8) zur Analyse der studentischen Videonutzung beim Lösen von Aufgaben zur Datenauswertung

Lösung repräsentieren. Jedem Video wurden eine Hauptfarbe und mehrere Farbabstufungen zugeteilt. Jede Farbabstufung repräsentiert dabei einen inhaltlichen Abschnitt eines Lehrvideos. Beginnt ein Student in einem Inhaltsbereich nicht mit einem Lösungsversuch, wird dies durch ein Kreuz symbolisiert. Weiter sind durch gestrichelte Linien die Bearbeitungsenden der Aufgaben, durch Streifen über den Videoblöcken die Gesamtlänge der jeweiligen Videos und durch Dreiecke Zeitpunkte, in denen der Proband Informationen aus einem Video notiert, dargestellt. Eine graue Box zeigt an, dass das zuletzt abgespielte Videosegment pausiert wurde und auf dem Bildschirm sichtbar bleibt. Alleine die Prozessgrafiken ermöglichen bereits einen ersten Vergleich verschiedener Lösungsstrategien anhand von objektiven Oberflächenmerkmalen. Ihr vollständiges Potential entfalten sie aber durch eine inhaltliche Auswertung der Lösungsvorschläge und der Think-Aloud-Transkripte. Beispielsweise kann auf diesem Weg für die in Abb. 2 dargestellte Prozessgraphik gezeigt werden, dass dem Probanden in der ersten Aufgabe nicht bekannt ist, was ein physikalisch vollständiges Ergebnis alles beinhaltet. Diese Information kann er aber den Videos entnehmen und weitgehend korrekt umsetzen. Dabei ist seine Videonutzung als selektiv und zielorientiert zu beschreiben. Beides kann aus der gewählten Abspielreihenfolge der Videos und seinen Begründungen dafür erschlossen werden. Zusätzlich sprechen der Abbruch der Videoansichten nach Informationen, die seines Erachtens nach zum Lösen der Aufgabe ausreichen, und das Notieren von lediglich formelhaftem Wissen und keinem konzeptuellen Wissen aus den Videos für die genannten Merkmale der Videonutzung. Darüber hinaus kann den Daten aber auch die Robustheit bestehender Fehlkonzepte entnommen werden. Selbst nach Thematisierung im Video bestimmt der Proband die Anzahl der signifikanten Ziffern inkorrekt, da er das Video aufgrund seines Hintergrundwissens falsch versteht.

Ausblick

Im letzten Abschnitt wurde beispielhaft gezeigt, dass es mit Hilfe eines Smartpens und einer Screencapturing-Software möglich ist Kommunikation, Lösungsniederschriften und Video-Klickverhalten minimalinvasiv aufzuzeichnen und damit die mathematische Auswertekompetenz und das konzeptuelle Verständnis von Studierenden bei der Auswertung von Messdaten erfolgreich zu analysieren. In einer Pilotstudie im WS 2015/16 wird getestet, ob dieses Erhebungsinstrument zur Aufnahme der außerhalb der Universität stattfindenden Phase der Datenauswertung geeignet ist, so dass auf diese Weise die relevanten Lernprozesse der Studierenden valide nachvollzogen und Rückschlüsse auf die Lernprozesse der Studierenden zum Thema Messunsicherheiten gezogen werden können. Nach erfolgreicher Pilotierung sollen im WS 2016/17 vollständige Arbeitsprozesse im Physikpraktikum, bestehend aus der Versuchsdurchführung an der Universität und der Versuchsauswertung außerhalb der Universität, aufgenommen und analysiert werden.

Literatur

- Buffler, A., Saalih, A. & Lubben, F. (2001). The development of first year physics students' ideas about measurement in terms of point and set paradigms. In: *International Journal of Science Education*, 23(11)
- Deardorff, D. (2001). Introductory physics students' treatment of measurement uncertainty. Dissertation, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina
- Effertz, C., Schwarz, I., Lammertz, I., Erkelenz, J. & Heinke, H. (2015). Lernvideos im Physikpraktikum für Biologen - Entwicklung und Evaluation. In: Bernhold, S. (Hrsg.), *GDCP-Jahrestagung Bremen 2015*
- Hamacher, J., Erkelenz, J. & Heinke, H. (in Druck). Messunsicherheiten mit Hilfe von Lehrvideos verstehen. In: Nordmeier, V. & Grötzebauch H. (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Wuppertal*
- Lippmann-Kung, R. (2005). Teaching the concepts of measurement: An example of a concept-based laboratory course. In: *American Journal of Physics*, 73(8)
- Schwarz, I. Effertz, C. & Heinke, H. (2013). Untersuchungen zur Nachbereitungsform „Protokoll“ im Physikpraktikum für Biologiestudierende. In: Bernhold, S. (Hrsg.), *GDCP-Jahrestagung Hannover 2013*
- Séré, M., Journeaux, R. & Larcher, C. (1993). Learning the statistical analysis of measurement errors. In: *International Journal of Science Education*, 15(4)