

Analyse der Erstellung und Interpretation graphischer Auswertungen

Graphische Auswertungen in Physikpraktika

Das Durchführen graphischer Auswertungen ist eine Kernkompetenz wissenschaftlichen Arbeitens (Bowen & Roth, 2005). Diese zentrale Rolle der Darstellung, Auswertung und Interpretation von Messdaten mittels Transformation in Diagramme zeigt sich insbesondere in ihrer kontinuierlichen Thematisierung von der Grundschulzeit an bis hin zum Studium an Universitäten (MSB NRW, 2008; KMK, 2005; Planinic et al., 2013). Dabei nimmt die Komplexität der Auseinandersetzung mit Diagrammen über die verschiedenen Bildungsniveaus hinweg stetig zu. In physikalischen Praktika an Universitäten stellt für viele Studierende die Berücksichtigung von Messunsicherheiten oft eine neue und als schwierig empfundene Komponente bei der Arbeit mit Diagrammen dar. Gleichzeitig beschränken sich die beobachteten Schwierigkeiten mit Messunsicherheiten aber nicht nur auf Diagramme, sondern sind bei vielen Studierenden allgemeiner Natur (Heinicke, 2012). So wird die gesamte Thematik oft als komplex und uninteressant eingestuft, was häufig bei den Studierenden zum Nichterreichen des gewünschten Kompetenzniveaus in diesem Themenbereich bis zum Ende des Praktikums beiträgt (Hamacher et al., 2015). Allerdings ist die Berücksichtigung von Messunsicherheiten in Experimentierprozessen zwingend notwendig um die Aussagekraft der erhobenen Messdaten und somit auch der daraus abgeleiteten Ergebnisse beurteilen zu können (Hellwig et al., 2017). Jedoch sind die Probleme Studierender mit graphischen Auswertungen nicht allein auf den Umgang mit Messunsicherheiten zu reduzieren. Häufig lassen sich bereits anhand der in ihren abgegebenen Versuchsberichten enthaltenen graphischen Auswertungen Schwierigkeiten bei der Erstellung und vor allem Mängel in der Interpretation ihrer graphischen Auswertungen feststellen.

Um diesen Missständen entgegenzuwirken sollen an der RWTH Aachen adressatenspezifische Lernhilfen, wie z.B. Lehrvideos, für die Studierenden entwickelt werden, welche vor allem in der Phase der Auswertung hilfreich sein sollen, die typischerweise ohne direkte Betreuerunterstützung außerhalb der Hochschule stattfindet. Allerdings existiert bisher kaum Wissen über die konkreten Probleme der Studierenden während der Durchführung von graphischen Auswertungen, welches für die Produktion von effektiven Lernhilfen jedoch notwendig ist. Denn wie in Abbildung 1 dargestellt, ist die Anzahl möglicher Einflussfaktoren auf die Durchführung von graphischen Auswertungen sehr hoch und eine Produktion von

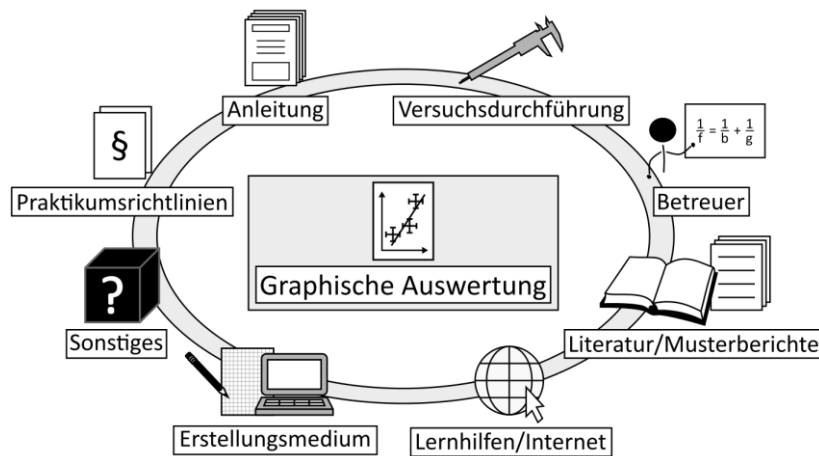


Abb. 1: Faktoren, die die Durchführung graphischer Auswertungen beeinflussen können.

Lernhilfen ohne Kenntnisse über die konkreten Schwierigkeiten der Studierenden erscheint somit nicht sinnvoll. Der Hauptgrund für diese Wissenslücke ist in der erwähnten typischen Organisationsstruktur vieler Physikpraktika zu finden, in der die meisten graphischen Auswertungen von den Studierenden in der Phase der Versuchsauswertung außerhalb der universitären Praktikumsräume durchgeführt werden. Mit klassischen Aufnahmegegeräten wie Tonbändern oder Kameras lässt sich diese Arbeitsphase daher nicht erfassen. Hier eröffnen sich durch den Einsatz neuer Aufnahmegegeräten neue Forschungsmöglichkeiten, was im Folgenden durch eine an der RWTH Aachen durchgeführte Studie verdeutlicht werden soll.

Studie zur Analyse studentischer Probleme mit graphischen Auswertungen

Im WS 2016/17 nahmen sechs Studierendenpaare des Physikpraktikums für Studierende der Biologie und Biotechnologie der RWTH Aachen freiwillig an einer Studie zur Erforschung der Erstellung von Versuchsberichten teil. Im Rahmen dieser Untersuchung erklärte sich jedes Paar dazu bereit für drei aufeinanderfolgende ausgewählte Praktikumsversuche sowohl die Versuchsdurchführung als auch die Erstellung des zugehörigen Versuchsberichts digital aufzeichnen zu lassen. Dazu erhielt jedes Studierendenteam vor dem ersten Studienversuch einen präparierten Laptop, einen Smartpen und einen Smartpen-Block. Auf jedem Laptop befand sich eine Office-Suite, ein Internetzugang, vier Lehrvideos zu graphischen Auswertungen mit Excel und eine Screen-Recorder-Software. Dabei lag es in der Eigenverantwortung der Studierenden die Aufzeichnungen der Arbeitsprozesse mit den Aufnahmegegeräten zu starten und zu beenden. Durch die Kombination von Smartpen und Screen-Recorder-Software war es möglich Daten über das Tipp- und Klick-Verhalten der Studierenden am Laptop, ihre Schreibprozesse auf dem Block und ihre verbale Kommunikation zu erheben. Im Rahmen einer Pilotstudie im vorherigen Jahr konnte die generelle Eignung dieses Erhebungsinstrumentes zur Aufnahme und Rekonstruktion der studentischen Arbeitsprozesse in der Auswertephase des Praktikums bestätigt werden (Hamacher & Heinke, 2016).

Die Auswertung der erhobenen Daten fokussierte auf die Analyse studentischer Probleme mit graphischen Auswertungen. In Abbildung 2 ist die Methodik zur Ermittlung dieser Probleme aus dem Datenmaterial dargestellt. Nach Synchronisation der Screen-Recorder- und Smartpen-Videos über die jeweiligen Audiospuren mit der Software Videograph wurden die für die graphischen Auswertungen relevanten Stellen im Datenmaterial durch ein intervallbasiertes Rating (Intervalle von 20 s) identifiziert und transkribiert. Dabei wurden aufgrund der Komplexität der zu analysierenden Prozesse Transkripte erstellt, die mit Screenshots und Aktionsbeschreibungen angereichert sind. Mit diesen Transkripten wurden anschließend die Probleme der Studierenden mit graphischen Auswertungen analysiert.

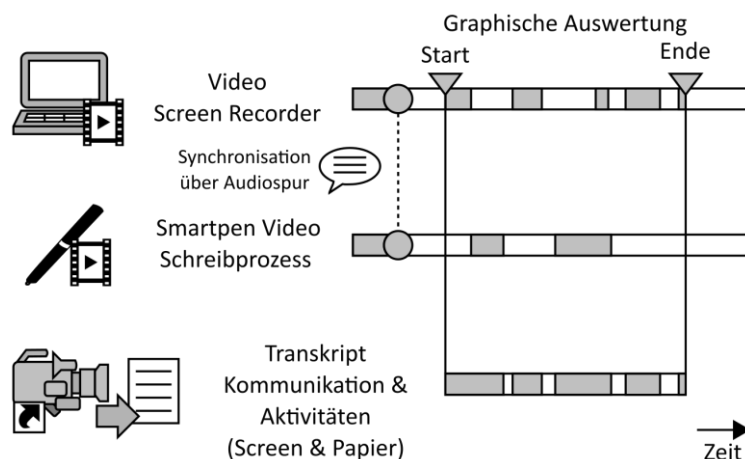


Abb. 2: Methodik zur Ermittlung studentischer Probleme während der Durchführung graphischer Auswertungen aus den erhobenen Daten.

Erste Studienergebnisse

Im Rahmen einer Bachelorarbeit (Trinenberg et al., unveröffentlicht) wurde die erste im Praktikum durchgeführte graphische Auswertung eines Studierendenteams zu einem Versuch vollständig entsprechend dem oben vorgestellten Verfahren analysiert. Während der Arbeit an dem ersten von fünf Diagrammen für den fraglichen Versuchsbericht konnten in 1,75 Stunden Videomaterial insgesamt 36 verschiedene Probleme identifiziert werden. Diese wurden in einem nächsten Schritt weiter in technische und inhaltliche Probleme unterteilt. Dabei waren technische Probleme auf Schwierigkeiten bei der Bedienung der Office Software oder auf Schwierigkeiten mit physikalischen und mathematischen Routinetätigkeiten zurückzuführen. Hingegen handelte es sich bei inhaltlichen Problemen um Schwierigkeiten, die durch mangelndes physikalisches und mathematisches Verständnis verursacht wurden. Durch diese Kategorisierung wurden 15 technische und 21 inhaltliche Probleme in der ersten graphischen Auswertung der Studierenden gefunden. Diese Zahlen geben ebenso wie die aufgewendete Zeit zu erkennen, dass die Studierenden wenig Erfahrung mit der Durchführung graphischer Auswertungen hatten und es sich folglich zu diesem Zeitpunkt um keine einfache Aufgabe für sie handelte. Zusätzlich konnte durch die Verteilung der gefundenen Probleme die Vielfalt der studentischen Schwierigkeiten in beiden Kategorien festgestellt werden. Dabei wurde beobachtet, dass manche Probleme von den Studierenden gelöst werden konnten und manche nicht. Eine Detailanalyse offenbart hier, dass 14 der 15 technischen Probleme und nur 4 der 21 inhaltlichen Probleme gelöst wurden und somit ein deutliches Ungleichgewicht in der Lösungswahrscheinlichkeit zwischen den beiden Problemtypen besteht. Ein hoher Anteil der gelösten technischen Probleme lässt sich durch die vier auf den Laptops befindlichen Lehrvideos erklären, die für die Studierenden eine nachweisbare Arbeitserleichterung darstellten. Der hohe Anteil ungelöster Probleme auf inhaltlicher Seite ist auf mangelndes Problemverständnis, fehlende Motivation und Zeitprobleme der Studierenden zurückzuführen, die für die gesamte Erstellung des Versuchsberichtes ca. 9 Stunden aufwendeten.

Insgesamt weisen die ersten Studienergebnisse die Eignung der gewählten Auswertemethodik zur Identifikation und Analyse studentischer Probleme mit graphischen Auswertungen nach. Weiter enthüllen sie für den untersuchten Arbeitsprozess eine hohe Vielfalt an aufgetretenen Problemen, die sich auch in den noch zu entwickelnden Lernhilfen widerspiegeln muss. Vor allem zur Lösung inhaltlicher Probleme scheinen die Studierenden zusätzliche Hilfen dringend zu benötigen.

Zusammenfassung und Ausblick

Um Studierende bei Problemen mit graphischen Auswertungen in physikalischen Praktika effektiv unterstützen zu können, sollen an der RWTH Aachen Lernhilfen für die selbstständige studentische Arbeit außerhalb der Hochschule entwickelt werden. Allerdings fehlt es an Wissen über die konkreten Probleme, mit denen sich die Studierenden während der Arbeit an graphischen Auswertungen konfrontiert sehen. In einer Studie in einem physikalischen Nebenfachpraktikum konnten je drei Erstellungsprozesse von Versuchsberichten für sechs verschiedene Studierendenteams mit Hilfe von präparierten Laptops und Smartpens digital aufgezeichnet werden. Die Analyse einer ersten graphischen Auswertung eines Studierendenteams offenbart bereits eine hohe Vielfalt sowohl technischer als auch inhaltlicher Probleme. Außerdem bereiteten inhaltliche Probleme den Studierenden größere Schwierigkeiten als technische, da sie kaum inhaltliche, aber fast alle technischen Probleme lösen konnten. Die bisherigen Ergebnisse stellen den Anfang einer noch zu leistenden umfassenderen Analyse dar. Beispielsweise lassen sich durch das erhobene Datenmaterial neben den einzelnen Prozessanalysen auch zeitliche Entwicklungen eines Teams, Vergleiche zwischen unterschiedlichen Studierendenteams oder den drei behandelten Versuchen realisieren.

Literatur

- Bowen, G.M., & Roth, W.-M. (2005). Data and Graph Interpretation Practices among Preservice Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088
- Hamacher, J., Erkelenz, J., & Heinke, H. (2015). Messunsicherheiten mit Hilfe von Lehrvideos verstehen. In: Nordmeier, V., & Grötzebauch H. (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Wuppertal*
- Hamacher, J., & Heinke, H. (2016). Analyse studentischer Lernprozesse zu Messunsicherheiten im Physikpraktikum. In: Nordmeier, V., & Grötzebauch H. (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Hannover*
- Heinicke, S., (2012). *Aus Fehlern wird man klug. Eine Genetisch-Didaktische Rekonstruktion des "Messfehlers"*. Berlin: Logos Verlag
- Hellwig, J., Schulz, J., & Priemer, B. (2017). Messunsicherheiten im Unterricht thematisieren - ausgewählte Beispiele für die Praxis. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 2(66), 16-22
- KMK (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. München: Luchterhand
- MSB NRW (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen: Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre*. Frechen: Ritterbach Verlag GmbH
- Planinic, M., Ivanjek, L., & Susac, A. (2013). Comparison of University Students' Understanding of Graphs in Different contexts. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9, 020103
- Trinenberg, E., Hamacher, J., & Heinke, H. (unveröffentlicht). *Analyse der Erstellung von Diagrammen durch Studierende im Physikpraktikum - Eine Fallstudie für einen ersten Versuchsbericht*. Bachelorarbeit, RWTH Aachen University