

Eine explorative Laborstudie: Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge im Physikunterricht der Sekundarstufe 1

Physikalische Phänomene können mit Hilfe funktionaler Zusammenhänge mathematisch beschrieben werden. Diese werden in Form von Tabellen, Graphen, algebraischen Ausdrücken oder verbalen Beschreibungen dargestellt.

Nach Leuders & Prediger (2005) hängt das Verständnis eines funktionalen Zusammenhangs mit der Kompetenz zusammen, zwischen den jeweiligen Darstellungen zu wechseln. Um diese Kompetenz bereits im Physikunterricht der Sekundarstufe 1 zu entwickeln, ist es notwendig, die entsprechenden Voraussetzungen und Denkprozesse der SchülerInnen zu kennen.

Mit Hilfe einer explorativen Laborstudie sollen dazu folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie bearbeiten SchülerInnen physikalisch-mathematische Problemaufgaben, die verschiedene Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge erfordern?
- Welche Schwierigkeiten haben sie bei der Bearbeitung dieser Aufgaben?

Theoretischer Rahmen

Die Mathematik kann in der Physik und ebenso im Physikunterricht zwei unterschiedliche Rollen einnehmen: eine technische und eine strukturelle Rolle (vgl. Pietrocola 2008). Auch bei Darstellungswechseln funktionaler Zusammenhänge können beide Aspekte im Physikunterricht auftreten. Eine Zieldarstellung kann mit Hilfe einer technischen Übersetzung (z. B. algorithmisches Berechnen eines Wertes) und/oder einer strukturellen Übersetzung (z. B. physikalisch sinnvolles Schätzen eines Wertes) gefunden werden. Diese Unterscheidung wird im theoretischen Modell für Darstellungswechsel im Physikunterricht berücksichtigt (vgl. Abb. 1), das in Geyer & Pospiech (eingereicht) beschrieben wurde.

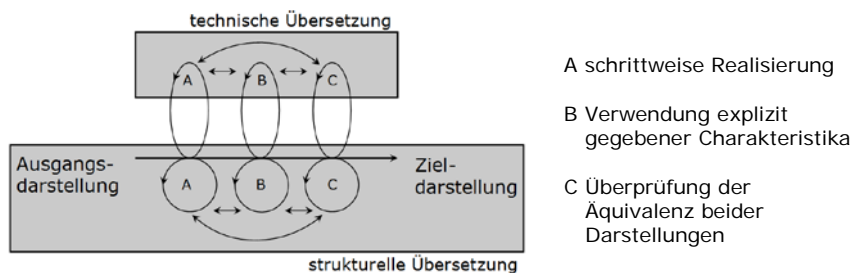


Abb. 1: Darstellungswechsel im Physikunterricht (vgl. Geyer & Pospiech, eingereicht)

Mit Hilfe dieses Modells soll die Bearbeitung von Darstellungswechseln durch SchülerInnen differenzierter beschrieben und ihre dabei auftretenden Schwierigkeiten verortet werden.

Auswahl der Erhebungsmethode

Bisher ist nicht untersucht worden, wie SchülerInnen der Sekundarstufe 1 Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge im physikalischen Kontext bearbeiten. Aus diesem Grund ist ein exploratives Vorgehen notwendig. Da sich die Beobachtung im regulären Physikunterricht nicht fokussiert und tiefgründig genug durchführen lässt, wird die Erhebung im Rahmen einer Laborstudie stattfinden.

Das Vorgehen der SchülerInnen beim Bearbeiten von Darstellungswechseln soll anhand von physikalisch-mathematischen Aufgaben untersucht werden, die sowohl technische als auch strukturelle Übersetzungselemente beim Darstellungswechsel ermöglichen. So ist es erforderlich, dass diese Aufgaben einen Problemcharakter aufweisen und von den SchülerInnen nicht mit Hilfe von Routinen gelöst werden können.

Um die subjektiven Sichtweisen und Gedankengänge der SchülerInnen zu untersuchen, kann eine qualitative Einzelbefragung mit der Methode des lauten Denkens eingesetzt werden. Die Erfahrungen von Uhden (2012) zeigen allerdings, dass es SchülerInnen der Sekundarstufe 1 in diesem Rahmen sehr schwer fällt, ihre Gedanken während der Aufgabebearbeitung zu verbalisieren. Uhden (2012) führte letztlich eine Zweier-Gruppendiskussion durch, in der sich die Probanden ihre Ideen gegenseitig an einer interaktiven Tafel erklärten. Dieses Design wird übernommen und durch eine Nachbefragung des SchülerInnenpaars ergänzt. Durch diese soll es möglich sein, beobachtete Auffälligkeiten und Schwierigkeiten während der Aufgabebearbeitung im Nachgang zu vertiefen oder zu klären.

Um die Probanden der Laborstudie bezüglich ihres Vorwissens einordnen zu können, wird außerdem eine Fragebogenerhebung mit ca. 10 Klassen durchgeführt.

Design der Laborstudie: Paarweises Bearbeiten von Problemaufgaben an einer interaktiven Tafel

Nach der Begrüßung und organisatorischen Vorbereitung bearbeiteten die SchülerInnen je nach verfügbarer Zeit drei bis vier physikalisch-mathematische Problemaufgaben aus dem Bereich der Wärmelehre. Anschließend wurde das SchülerInnenpaar zu beobachteten Auffälligkeiten und Schwierigkeiten befragt. Außerdem hatten die Probanden für zwei komplexere Aufgaben die Gelegenheit, sich zunächst in Einzelarbeit mit ihnen zu beschäftigen, um anschließend ihre Ideen in der Partnerarbeit zu diskutieren.

Um die Aufgabebearbeitung für die Probanden abwechslungsreich und für einen angemessenen Zeitrahmen zu gestalten, wurde der in Tabelle 1 dargestellte Ablauf verfolgt.

Abkühlung	Temperatur und Wärme	Physikalischer Vorgang gesucht	Luftmatratze
Abkühlungsvorgang	Grundgleichung der Wärmelehre		Zusammenhänge zwischen Druck, Temperatur und Volumen
1. Bearbeitung in Partnerarbeit an der interaktiven Tafel 2. Nachbefragung des Zweierteams	3. Bearbeitung in Einzelarbeit auf einem Blatt Papier 4. Bearbeitung in Partnerarbeit an der interaktiven Tafel 5. Nachbefragung des Zweierteams		6. Bearbeitung in Partnerarbeit an der interaktiven Tafel 7. Nachbefragung des Zweierteams

Tabelle 1: Ablauf der Bearbeitung der vier physikalisch-mathematischen Problemaufgaben

Die SchülerInnen erhielten die Anweisung, während der Partnerarbeit an der interaktiven Tafel laut zu denken. Die Tafel konnte von beiden beschrieben bzw. bedient werden. Während der gesamten Bearbeitungs- und Nachbefragungszeit wurde der Ton aufgezeichnet. Die Verschriftlichung während der Partnerarbeit (und wenn notwendig ebenso während der Nachbefragung) wurde mit Hilfe der Desktopaufzeichnung an der interaktiven Tafel videografiert. Außerdem wurde die Aufgabebearbeitung mit Hilfe eines Smartpens grob protokolliert, so dass beispielsweise auch die Gestik der Probanden bei ihren Erklärungen erfasst wurde. Die Endprodukte der Aufgabebearbeitung der Einzelarbeit sowie der Partnerarbeit liegen in verschriftlichter Form vor.

Probanden der Laborstudie

Die Studie wurde in 11 sächsischen Gymnasien vorgestellt. Zielgruppe waren dabei die SchülerInnen der 8. Klassenstufe.

In den letzten Wochen des Schuljahres 2014/15 und den ersten Ferientagen nahmen 34 SchülerInnen an der *Laborstudie* in der Professur für Didaktik der Physik, TU Dresden teil. Dabei handelte es sich um zehn weibliche und sieben männliche SchülerInnenpaare von acht Dresdner Gymnasien. Die Probanden meldeten sich stets mit einem befreundeten Teampartner an, der meist aus der eigenen Klasse kam.

Die Erhebung der letzten Physik- und Mathematikzeugnisnote zeigt, dass vorwiegend gute SchülerInnen an der Laborstudie teilnahmen (vgl. Abb. 2). Zumeist hatten beide Teampartner eines Paares ähnliche Noten.

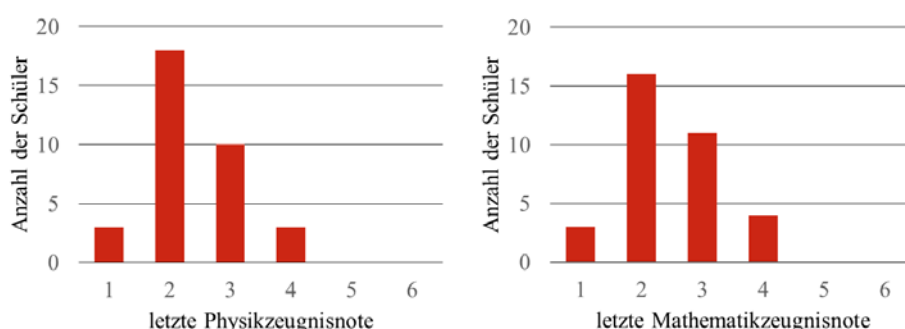


Abb. 2: Verteilung der letzten Physik- bzw. Mathematikzeugnisnote in der Laborstudie

Die Probanden der Laborstudie beteiligten sich ebenfalls an der *Fragebogenerhebung* zur Einordnung der Stichprobe, an der insgesamt 319 SchülerInnen der 8. Klassenstufe teilnahmen. Dabei wurde die Sichtweise zu Diagrammen und Formeln im Physikunterricht, das fachspezifische Selbstkonzept in Physik sowie das physikalische und mathematische Vorwissen der SchülerInnen erhoben.

Auswertung und Ausblick

Die transkribierten Gespräche während der *Laborstudie* werden mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2014) ausgewertet. Dabei werden die Bearbeitungsschritte der SchülerInnen mit Hilfe induktiver Kategorien strukturiert und den Konstrukten im Modell für Darstellungswechsel (vgl. Abb. 1) zugeordnet. Bezüglich der SchülerInnenschwierigkeiten soll ebenso verfahren werden. Die Auswertung der *Fragebogenerhebung* zur Einordnung der Stichprobe vor allem bezüglich des physikalischen und mathematischen Vorwissens steht noch aus.

Literatur

- Geyer, M.-A. & Pospiech, G. (eingereicht). Darstellungen funktionaler Zusammenhänge im Physikunterricht. Darstellungswechsel in der Sekundarstufe 1. In: PhyDid B. Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Wuppertal 2015.
- Kuckartz, U. (2014). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Leuders, T. & Prediger, S. (2005). Funktioniert's? – Denken in Funktionen. In: Praxis der Mathematik in der Schule, Jg. 47, S. 1-7.
- Pietrocola, M. (2008). Mathematics as structural language of physical thought. In: Vicentini, M. & Sassi, E. (Hrsg.), Connecting Research in Physics Education with Teacher Education, Bd. 2. ICPE.
- Uhdén, O. (2012). Mathematisches Denken im Physikunterricht. Berlin: Logos Verlag.