

## **Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren zum Hooke'schen Gesetz**

### **Motivation und Forschungsanliegen**

Meyer (2009) zählt die *individuelle Förderung der Lernenden* zu einem Merkmal guten Unterrichts, für deren Umsetzung nach Helmke (2010) *diagnostische Fähigkeiten der Lehrperson* notwendige Voraussetzungen sind. Diese werden jedoch im Lehramtsstudium kaum entwickelt und gefördert. Auch die Lehrkräfte selbst empfinden einen Fortbildungsbedarf bzgl. der Anwendung von Methoden zur individuellen Förderung sowie der Diagnose von Lernschwierigkeiten (Solzbacher, 2010). Für den Bereich der Schülerexperimente konnte Draude (in diesem Band) bei Physiklehrkräften ebenfalls ein Defizit bzgl. der Diagnose von Schülerschwierigkeiten nachweisen. Im Rahmen des DiSiE-Projektes der Universität Kassel wird daher der Frage nachgegangen, inwieweit Physiklehrkräfte bei der Diagnose von Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren unterstützt werden können. Zur Beantwortung dieser Frage wurde theoriebasiert ein erster Modellansatz zur Beschreibung und Einordnung der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren entwickelt, bei dem die unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten den Experimentierphasen des Experimentierprozesses zugeordnet werden (vgl. Kechel & Wodzinski, 2015).

### **Methodisches Vorgehen**

Zur empirischen Überprüfung des Modells wurden zehn Schülerpaare aus zwei 8. Gymnasialklassen bei der Bearbeitung einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz in einer laborähnlichen Umgebung videographiert. Die Aufgabe bestand darin, innerhalb von 35 Minuten die Masse einer Bonbontüte unter Verwendung des Hooke'schen Gesetzes und mit Hilfe von Stativmaterial, einer Feder, eines Zollstocks sowie dreier Referenzmassen (Alltagsgegenstände mit Massenangaben) möglichst exakt zu bestimmen. Mittels einer ersten Kodierung der Videos wurde der Experimentierprozess jedes Schülerpaares näher beschrieben, um die in einer zweiten Kodierung herausgearbeiteten, unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten entsprechend des Experimentierprozesses einordnen zu können.

#### *Erste Kodierung: Experimentierphasen*

Hierbei handelt es sich um eine niedrig- bis mittel-inferente Kodierung der Videos, orientiert am Ablaufmodell der inhaltlichen Strukturierung (Mayring, 2010), bei der die sieben Teilkompetenzen aus dem Modell experimenteller Kompetenz von Nawrath, Maiseyenko & Schecker (2011) deduktiv als Kategorien zur Beschreibung der Experimentierphasen angewandt wurden. Beide Experimentierpartner wurden separat intervallbasiert von zwei Kodierern mit guten bis sehr guten Übereinstimmungen (im Mittel:  $\kappa = .87$ ; für die einzelnen Kategorien:  $.66 \leq \kappa \leq .94$ ) kodiert, so dass das Kodiersystem als reliabel angesehen werden kann.

#### *Zweite Kodierung: unmittelbar beobachtbare Schülerschwierigkeiten*

Diese hoch-inferente Kodierung der Videos erfolgte ebenfalls separat für beide Experimentierpartner, orientiert am Ablaufmodell der induktiven Kategorienbildung (Mayring, 2010). Die Überprüfung des Kodiersystems durch einen zweiten Kodierer steht z. Zt. noch aus. Als Selektionskriterium für die Kodierung einer unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeit wurde folgende Definition entwickelt und angewandt: *Eine unmittelbar beobachtbare Schülerschwierigkeit beim Experimentieren liegt dann vor, wenn die Schülerinnen und Schüler ein für das erfolgreiche Bearbeiten der Experimentieraufgabe erforderliches Teilziel nicht, in unbefriedigendem Maße oder nur mit großer Mühe erreichen oder wenn der*

*Experimentierprozess von unerwünschten Nebenwirkungen im (Sozial-)Verhalten oder beim Erleben (motivational, emotional, volitional) begleitet wird. Die hierin angesprochenen Teilziele wurden normativ gesetzt.*

### Ergebnisse beider Kodierungen

Stellt man auf Ebene eines Schülerpaars den mittels der ersten Kodierung erhaltenen Experimentierprozess graphisch dar und markiert hierin die in der zweiten Kodierung herausgearbeiteten Schülerschwierigkeiten entsprechend der zugeordneten Experimentierphasen, so ergibt sich beispielsweise folgende Darstellung (Abb. 1):

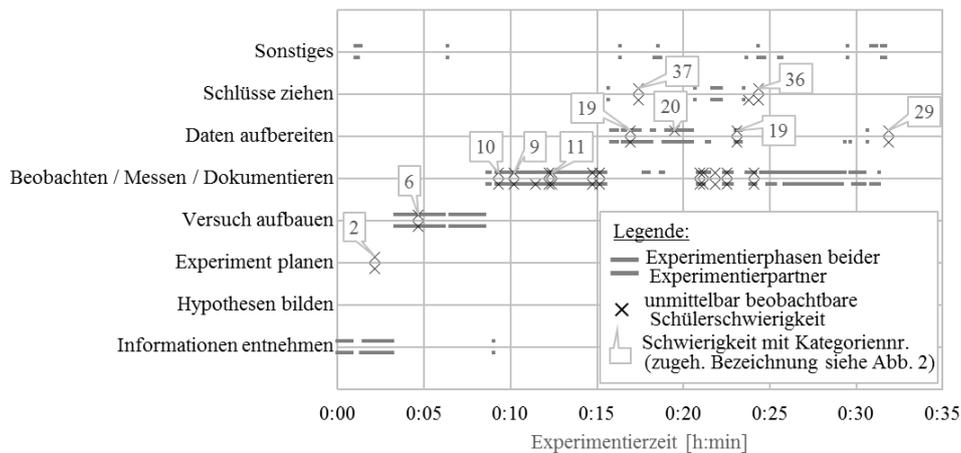


Abb. 1: Experimentierprozess und unmittelbar beobachtbare Schwierigkeiten eines Paares

Diese Visualisierung eignet sich insbesondere dazu, den Experimentierprozess sowie die unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten komplexitätsreduziert darzustellen, sie vergleichbar zwischen einzelnen Schülerpaaren zu machen und Besonderheiten aufzudecken – wie in diesem Beispiel die Vielzahl an Schwierigkeiten im Bereich des Messens.

Auf Ebene aller Schülerpaare können die unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten wie in Abb. 2 dargestellt werden. Aus dieser Darstellung lassen sich zahlreiche Schlussfolgerungen ableiten, wie z.B.:

- Es existieren bei diesem Experiment einige zentrale Schwierigkeiten, die mehr als die Hälfte aller Schülerpaare besitzen (Schülerschwierigkeiten 9, 11, 19, 29).
- Fast die Hälfte aller aufgedeckten Schülerschwierigkeiten sind bei diesem Experiment sehr speziell und tauchen nur bei einzelnen Schülerpaaren auf (Schülerschwierigkeiten 1, 4, 7, 12, 13, 17, 21-28, 32, 36, 38).

### Fazit und Ausblick

Eine Lehrkraft, die das vorgestellte Experiment im Unterricht einsetzen möchte, sollte einerseits die o.g. zentralen Schülerschwierigkeiten kennen, um bereits im Voraus geeignete Hilfen für die Lernenden entwickeln zu können. Zur angemessenen und situationsgerechten Intervention zur Unterstützung der Lernenden während des Experimentierens sollte sie sich andererseits auch darüber bewusst sein, dass zahlreiche der auftretenden Schülerschwierigkeiten sehr individuell und verschieden sein können. Das vorgestellte Modell scheint geeignet, Lehrkräfte bei eben diesen beiden Aufgaben zu unterstützen und z.B. bei Lehrerfortbildungen zur Förderung der Diagnosekompetenz bzgl. Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren eingesetzt werden zu können. Es bleibt zu prüfen, inwiefern sich dieser Ansatz auf weitere Experimentierumgebungen und andere Stichproben übertragen lässt.



Abb. 2: relative Häufigkeiten der unmittelbar beobachtbaren Schwierigkeiten aller Schülerpaare ( $n=10$ ) nach Experimentierphasen sortiert

#### Literatur

- Helmke, A. (2010). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Kechel, J.-H. & Wodzinski, R. (2015). Methoden zur Erfassung von Schwierigkeiten bei Schülerexperimenten. In S. Bernholt (Hrsg.), Heterogenität und Diversität – Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014. Kiel: IPN, 304-306.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken (11. Aufl.). Weinheim: Beltz
- Meyer, H. (2009). Was ist guter Unterricht? (6. Aufl.) Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Nawrath, D.; Maisyenko, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz. Ein Modell für die Unterrichtspraxis. Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule, 60 (6), 42-49.
- Solzbacher, C. (2010). Positionen von Lehrerinnen und Lehrern zur individuellen Förderung in der Sekundarstufe I – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In I. Kunze & C. Solzbacher (Hrsg.), Individuelle Förderung in der Sekundarstufe I und II (3. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, 27-42.