

## Schülervorstellungen zum viskosen Verhalten von Flüssigkeiten

In vielen Alltagssituationen lässt sich ein viskoses Verhalten von Flüssigkeiten beobachten (z. B. beim Herauslöffeln von Honig aus einem Glas). Es ist daher plausibel anzunehmen, dass Schüler\*innen der Sekundarstufe (vorunterrichtliche) Vorstellungen besitzen, die sie zur Erklärung derartiger Phänomene heranziehen. Nach unserem Kenntnisstand mangelt es jedoch bislang an empirischen Untersuchungen über Schülervorstellungen zu viskosem Verhalten von Flüssigkeiten. So finden sich beispielsweise in der Schülervorstellungen-Bibliographie von Duit (2009) keine Einträge zu Schülervorstellungen zum Thema „Viskosität“. Den einzigen expliziten Hinweis auf bisherige Forschung, den wir in der Literatur finden konnten, ist ein Konferenzbeitrag, der erste Entwürfe für ein Testinstrument zur Erfassung von Schülervorstellungen zu Dichte und Viskosität von Flüssigkeiten vorstellt (Bystrianska, 2012).

Im vorliegenden Projekt widmen wir uns diesem Desiderat in zweierlei Hinsicht. In einem ersten bereits abgeschlossenen Teilprojekt wurden Vorstellungen von Neuntklässler\*innen zum viskosen Verhalten von Flüssigkeiten exploriert (Faltin & Feser, 2021). In einem zweiten Teilprojekt – ein Kooperationsprojekt der Physikdidaktiken der Universität Hamburg und der Pädagogischen Hochschule Steiermark – erfolgt die Entwicklung und Ersterprobung eines Lernangebots für Physiklehramtsstudierende, in dem Artefakte aus Teilprojekt 1 als Lernmaterial für die Diagnose von Schülervorstellungen, die in physikdidaktischen Lehrwerken nicht abgebildet sind, genutzt werden. In diesem Beitrag geben wir einen zusammenfassenden Überblick zu beiden Teilprojekten und berichten ausgewählte Ergebnisse.

### Teilprojekt 1: Exploration von Schülervorstellungen

*Ziel und methodisches Vorgehen:* Das Ziel des Teilprojekts 1 bestand darin zu explorieren, welche Schülervorstellungen sich aus Erklärungen von Schüler\*innen der Sekundarstufe zu Alltagsphänomenen, in denen Flüssigkeiten ein viskoses Verhalten zeigen, ableiten lassen. Hierzu wurden im Juni 2020 strukturierte Online-Interviews geführt, wobei eine Gelegenheitsstichprobe von  $N = 12$  Neuntklässler\*innen von drei Hamburger Gymnasien befragt wurde. Im Rahmen dieser Interviews wurden den Schüler\*innen nacheinander drei Videos von alltäglichen Viskositätsphänomenen gezeigt (siehe Abbildung 1). Nachdem die Schüler\*innen ein Video gesehen hatten, sollten sie in eigenen Worten zunächst das im Video gezeigte Phänomen beschreiben und anschließend dieses (physikalisch) erklären. Zur Analyse wurden die Interviews videographiert und transkribiert. Anschließend erfolgte mit Hilfe eines induktiven Kategoriensystems ( $\kappa = 0.82$ ) eine inhaltsanalytische Auswertung mit Fokus auf die sich in den Interviews manifestierenden Schülervorstellungen (Kuckartz, 2016).



Abbildung 1: Screenshots der drei Videos, die den Schüler\*innen gezeigt wurden: (i) ein Salatdressing aus vier flüssigen Zutaten zubereiten; (ii) einen Löffel in ein Honigglas fallen lassen; (iii) Ketchup aus einer Flasche herausbekommen.

*Zentrale Ergebnisse:* In den erhobenen Interviewdaten konnten vier zentrale Schülervorstellungen identifiziert werden, die sich zusammengefasst wie folgt charakterisieren lassen (für eine ausführliche Charakterisierung siehe Faltin & Feser, 2021):

1. Schüler\*innen führen das viskose Verhalten einer Flüssigkeit auf deren Dichte zurück, wobei manche Schüler\*innen die Massendichte, andere hingegen die Teilchendichte einer Flüssigkeit für ihre Erklärung heranziehen.
2. Schüler\*innen führen das viskose Verhalten einer Flüssigkeit auf deren Zusammensetzung zurück. Sie argumentieren, dass Flüssigkeiten sich zähflüssig verhalten, wenn sie aus bestimmten (submikroskopischen) Bestandteilen zusammengesetzt sind.
3. Schüler\*innen führen das viskose Verhalten einer Flüssigkeit auf deren Klebrigkeit zurück. Sie argumentierten, dass „dickflüssige“ Stoffe auch „klebrig“ sind, können dies aber nicht weiter ausführen.
4. Schüler\*innen führen das viskose Verhalten einer Flüssigkeit darauf zurück, inwieweit diese „zusammengepresst“ ist. Insbesondere beim dritten Video (siehe Abbildung 1) argumentieren sie, dass der Ketchup so stark in die Flasche „gepresst“ wurde, dass er nur schwer von selbst herausfließen kann.

Besonders hervorzuheben ist, dass die Ergebnisse unserer Explorationsstudie nicht zu vernachlässigenden Limitationen unterliegen, insbesondere da sie auf einer sehr kleinen Gelegenheitsstichprobe von Schüler\*innen der neunten Jahrgangsstufe beruhen. Zukünftige physikdidaktische Forschung ist daher unseres Erachtens in jedem Fall erforderlich, um die eben aufgeführten Ergebnisse zu replizieren und ggf. zu erweitern.

## **Teilprojekt 2: Entwicklung und Ersterprobung eines Lernangebots für Lehramtsstudierende zur Diagnose von Schülervorstellungen**

*Ausgangspunkt:* Lernprozesse im Physikunterricht sind mit (individuell geformten) Vorstellungen der Schüler\*innen zum jeweiligen Lerngegenstand verknüpft, die fachliches Lernen (z. T.) erschweren können (Jung, 1978; Niedderer & Schecker, 1992). Ausgeprägte Diagnosefähigkeiten von Lehrkräften bzgl. fachlicher Lernprozesse stellen daher eine Basis für adaptiven (Fischer et al., 2014) und damit qualitativ hochwertigen (Physik-)unterricht dar (von Aufschnaiter et al., 2017). Viele Schülervorstellungen, die im Physikunterricht vorkommen, sind in fachdidaktischen Lehrwerken ausführlich beschrieben (vgl. z. B. Driver et al., 1985; Schecker et al., 2018; Stavy & Tirosh, 2000). Genauso gibt es aber auch eine Vielzahl an Schülervorstellungen, denen Lehrkräfte im Unterricht begegnen, die in Physikdidaktiklehrwerken nicht zu finden sind (z. B. zu curricular eher randständigen Themen, wie dem viskosen Verhalten von Flüssigkeiten). Folglich ist die Diagnose von Schülervorstellungen (insb. von Schülervorstellungen, die in physikdidaktischen Lehrwerken nicht abgebildet sind) eine alltägliche und wichtige, sowie anspruchsvolle Aufgabe von Physiklehrkräften. Angehende Physiklehrkräfte sollten daher bereits im Studium auf diese Aufgabe vorbereitet werden.

*Ziel:* In Teilprojekt 2 steht die Entwicklung und Erprobung eines Lernangebotes für das Bachelor Physiklehrstudium zur Diagnose von Schülervorstellungen, die in Physikdidaktiklehrwerken nicht zu finden sind, im Fokus. Hierzu werden Artefakte aus Teilprojekt 1 genutzt (Videographien und Transkripte). Ziel des Lernangebotes für Lehramtsstudierende ist es, den für Lehrkräfte quasi alltäglichen Diagnoseprozess (exemplarisch) zu üben.

*Entwicklung des Lernangebots:* Das entwickelte Lernangebot schließt an eine existierende Lernumgebung zur Diagnose von Schülervorstellungen an, die einem Design Based Research Ansatz folgend (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020; Barab & Squire, 2004) an der Universität Graz entwickelt wurde (für Details siehe Krumphals & Haagen-Schützenhöfer, 2021). Dabei wurde die ursprüngliche Lernumgebung, welche ausschließlich auf die Diagnose

von Schülervorstellungen fokussierte, die in Physikdidaktiklehrwerken zu finden sind, um das Lernangebot zur Diagnose von Schülervorstellungen zum viskosen Verhalten von Flüssigkeiten erweitert (als ein Beispiel für Schülervorstellungen, die in physikdidaktischen Lehrwerken nicht zu finden sind).

#### Design des Lernangebots:

Das Lernangebot zur Diagnose von Schülervorstellungen zum viskosen Verhalten von Flüssigkeiten wurde als eine 2½ stündige Seminareinheit entwickelt. Der Ablauf der Seminareinheit ist in Abbildung 2 zusammengefasst dargestellt.



Abbildung 2: Lernangebot zur Diagnose von Schülervorstellungen zu viskosem Verhalten von Flüssigkeiten.

#### Ersterprobung des Lernangebots:

Das Lernangebot wurde im Sommersemester 2021 als Online- und Teamteaching-Einheit mit Studierenden an der Pädagogischen Hochschule Steiermark (6. Semester; N = 11) erstmalig erprobt. Die gesamte Seminareinheit wurde videographiert und am Ende mittels eines Kurzfragebogens evaluiert. Letzteres dient hierbei als grobes Feedback der Studierenden bzgl. der von ihnen als gelungen bzw. weniger gelungen empfundene Elemente der Seminareinheit. Außerdem sollen die Auskünfte aus den Kurzfragebögen erste Richtungshinweise für die noch ausstehende qualitative Analyse der Videodaten liefern.

#### Ausgewählte Befunde des Kurzfragebogens:

Das Lernangebot wurde von den Studierenden im Median mit 5.0 „Sternen“ insgesamt positiv bewertet (Skala: 1–6 Sterne; N = 9). Darüber hinaus zeigt sich in den Ergebnissen allerdings auch eine ausgeprägte Streuung bezüglich des durch die Studierenden empfundenen Schwierigkeitsgrades fachlicher, fachdidaktischer und schulpraktischer Inhalte der Seminareinheit (siehe Abbildung 3).

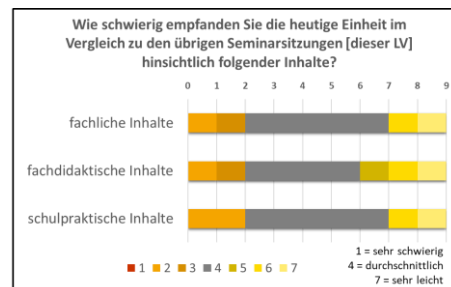


Abbildung 3: Schwierigkeitseinschätzungen der Studierenden bzgl. unterschiedlicher Inhalte des Lernangebots (N=9).

#### Ausblick

Die Kurzfragebogen-Evaluation des Lernangebots aus Teilprojekt 2 liefert insbesondere Hinweise auf ein heterogenes Schwierigkeitsempfinden der Studierenden. Dies könnte darauf hinweisen, dass das entwickelte Angebot für bestimmte Studierende nicht nur lernförderliche Elemente, sondern auch (ungewollte) Lernbarrieren umfasst. Der Fokus der noch ausstehenden qualitativen Analyse der Seminarvideographie wird daher auf der Identifikation solcher Lernbarrieren liegen. Darüber hinaus ist in Bezug auf Teilprojekt 1 geplant, weitere Untersuchungen von Schülervorstellungen zum viskosen Verhalten von Flüssigkeiten durchzuführen (u. a. in der Primarstufe).

## Literatur

- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14.
- Bystrianska, M. (2012). Testing misconceptions in physics for elementary school. *13th International Scientific Conference of PhD Students and Young Scientists and Pedagogues – Book of Scientific Papers*, 358–363.
- Duit, R. (2009). *Bibliography – STCSE. Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Hrsg.). (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press.
- Faltin, L., & Feser, M. S. (2021). Secondary school students' conceptions about the viscous behaviour of liquids. *Physics Education*, 3(56), Article 035018.
- Fischer, C., Veber, M. & Rott, D. (2014). Adaptive Lehrkompetenz und pädagogische Haltung. In Kiel, E., Esslinger-Hinz, I. & Reusser, K. (Hrsg.), *Thementeil: Allgemeine Didaktik für eine inklusive Schule* (S. 16–34). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Haagen-Schützenhöfer, C., & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), Article 020152.
- Jung, W. (1978). *Zum Problem der „Schülervorstellungen“*. *Physica didactica* 5, 125–126.
- Krumphals, I., & Haagen-Schützenhöfer, C. (2021). Development of a Learning Environment to Enhance Preservice Physics Teachers' Diagnostic Competence in Terms of Students' Conceptions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6), Article em1972.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. Aufl.). Beltz Juventa.
- Niedderer, H., & Schecker, H. (1992). Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning. In R. Duit, H. Goldberg, & H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning—Theoretical Issues and Empirical Studies*. IPN.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (Hrsg.). (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum.
- Stavy, R., & Tirosh, D. (2000). *How students (mis-)understand science and mathematics: Intuitive rules*. Teachers College Press.
- von Aufschnaiter, C., Selter, C., & Michaelis, J. (2017). Nutzung von Vignetten zur Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenzen - Konzeptionelle Überlegungen und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. In Selter, C., Hußmann, S., Höble, C., Knipping, C., Lengnink, K. & Michaelis, J. (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (S. 85–106). Münster, New York: Waxmann.