

### **Schülervorstellungen in der Mechanik und ihre kriteriengeleitete Diagnose in Videos**

Die hohe Bedeutung von Schülervorstellung für das Lernen von Physik ist in der Physikdidaktik anerkannt (vgl. Duit, 2015; Hopf et al. 2011). Auch herrscht ein Konsens über zentrale Forschungsergebnisse dieses Bereichs (vgl. Niedderer & Schecker, 1992; Wodzinski, 1996). Trotz der über Jahrzehnte intensiven Forschungsaktivitäten in diesem Bereich und des frühen Appells von Walter Jung (1982) für eine einheitliche Terminologie, fällt bei genaueren Betrachten auch heute noch eine beträchtliche Divergenz bei den Beschreibungen und Repräsentationen von Schülervorstellungen, insbesondere in der Mechanik, auf. Dieses Problem, auf das die Autoren gestoßen sind, als es darum ging, ein Instrument für die Kriterien geleitete Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik in einer Expertenbefragung zu validieren, soll im Folgenden entfaltet werden. Berichtet wird außerdem über einen Lösungsansatz.

#### **Heterogene Darstellungen des Forschungsstands zu Schülervorstellungen in der Mechanik**

Exemplarisch für die Darstellungsvielfalt (Fehlkonzepte, p-prims, alternative frameworks, Sichtweisen) und die unterschiedlichen inhaltlichen Breite gleicher Termini sei hier der geläufige Begriff „Präkonzept“ aufgeführt. Walter Jung (1979, 1982) versteht unter diesem Begriff spezifische Vorstellungen, kontextunspezifische Denkschemata sowie Schwierigkeiten, die aufgrund des Kategorienproblems zwischen der Alltagssprache und der Physik entstehen. Präkonzepte sind überdauernd, typisch (z.B. für eine Altersgruppe) sowie verbalisierbar und können dem Lernenden bewusst gemacht werden. Mit der Vorsilbe „Prä“ legt Jung die Betonung auf den Zustand vor dem Erkenntnisprozess. Es handelt sich daher um keine zeitliche Vorstufe von Schulunterricht, wie dies Dieter Nachtigall (1986) beschreibt. Für letzteren sind Präkonzepte ausschließlich vor dem Unterricht anzutreffen, sind nach diesem noch falsche Vorstellungen bei den Lernenden vorhanden, so spricht Nachtigall von Misskonzepten. Hierbei umfasst sein Begriffsverständnis ausschließlich kognitive Aspekte zu physikalischen Begriffen und Konzepten. Horst Schecker (1985) hingegen definiert den Begriff „Präkonzept“ als emotional besetztes Erklärungsmuster für stabile inhaltliche Repräsentationen bzw. inhaltliche Ausprägungen von Begriffen inklusive deren affektiver Besetzungen und stellt erstmalig eine Systematisierung der von ihm verwendeten Begrifflichkeiten auf.

Alle drei Autoren haben Schülervorstellungen untersucht und Klassifizierungen dieser in der Mechanik aufgestellt, die sich jedoch erheblich voneinander unterscheiden. Diese Diskrepanz lässt sich durch die verschiedenen Begriffsauffassungen, Blickrichtungen und Forschungsinteressen begründen. Jung hat vorwiegend durch strukturierte Probleminterviews und schriftliche Befragungen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der 8. bis zur 13. Klasse über Begriffe der Newtonschen Mechanik erhoben (vgl. Jung 1982; Jung et al. 1981). Sein Hauptuntersuchungsinteresse lag auf der Fähigkeit der Lernenden physikalische Sachverhalte, speziell Alltagsphänomene, begriffliche zu erfassen und diese zu beschreiben. Anhand seiner empirischen Daten klassifizierte Jung Schülervorstellungen in 6 Blöcken mit insgesamt 12 Vorstellungen. Nachtigall (1986) hat aus mehreren internationalen und nationalen empirischen Studien zu Schülervorstellungen in der Mechanik die Daten zusammengefasst und aus einem fachwissenschaftlichen Blickwinkel 6 Kategorien von defizitären kognitiven Bestandteilen bei den Vorstellungen

von Lernenden aufgeführt. Bei der Beschreibung des bei Lernenden aus der Sekundarstufe II empirisch untersuchten Vorverständnisses unterscheidet Schecker (1985) 6 bzw. 8 Präkonzepte, die jeweils durch fehlerhafte (Teil-)Vorstellungen näher charakterisiert werden und in Wechselbeziehungen zu Interessen, Denkrahmen und Erfahrungen gesetzt werden. Diese beispielhaft aufgeführten Kataloge von Schülervorstellungen in der Mechanik unterscheiden sich nicht nur durch oberflächliche Merkmale, wie beispielsweise die Anzahl und Benennung von Kategorien, sondern auch in ihrer Körnung und Graduierung. Letzteres führt dazu, dass die einzelnen Schülervorstellungen nicht deckungsgleich sind und sich auch nicht ineinander überführen lassen.

### **Probleme bei der Validierung von Instrumenten zur Diagnose von Schülervorstellungen**

Diese hier kurz skizzierte Problematik ist zum einen ein Indiz dafür, wie heterogen der gemeinhin als gesichert und kongruent geltender Forschungsstand zu Schülervorstellungen (in der Mechanik) sich verhält. Darüber hinaus birgt diese Problematik auch erhebliche Schwierigkeiten, wenn es darum geht in Forschungskontexten die Grundlage für eine valide Diagnose von Schülervorstellungen zu schaffen, beispielsweise bei der Entwicklung eines Kategorien basierten Instruments zur Beurteilung von Schülervorstellungen in videographierter Gruppenarbeit von Lernenden im Physikunterricht. Die uneinheitlichen Darstellungen von Schülervorstellungen in der Physikdidaktik, d.h. die beträchtliche Divergenz der verwendeten Termini und der verschiedenen Klassifizierungen, führt in solchen Fällen zu uneinheitlichen diagnostischen Urteilen von (externen) Experten darüber, welche Schülervorstellungen in den Videos konkret auftreten. Konsequenterweise führt dann eine Expertenbefragung als Validierungsstrategie und Grundlage für die Erstellung eines Gütemaßstabes zu keinem befriedigenden Ergebnis. Dies hat sich aktuell bei der Entwicklung eines videobasierten, leidfadengestützten Testinstrumentes zur Erhebung der diagnostischen Performanz mit Schülervorstellungen in der Mechanik als Diagnosegegenstand (vgl. Rath & Reinhold 2014, 2015a, 2015b) gezeigt. Als Alternative eine abgeschwächte Strategie zu verfolgen und eine Validierung durch Orientierung an nur einem der oben aufgeführten Autoren (Jung, Nachtigall, Schecker) herbeizuführen, führt ebenfalls zu keinem befriedigenden Gütemaßstab für ein diagnostisches Urteil der Schülervorstellungen in Videos. Gründe liegen in der Formulierung der einzelnen Repräsentationsklassen und der teilweise nicht möglichen Zuordbarkeit von für die Diagnose wichtigen semantischen Einheiten zu den Kategorien. Offenbar enthalten die jeweiligen Kataloge immer noch auch „Färbungen“ ihres Entstehungskontextes (z.B. Begrenzung auf eine bestimmte Altersstufe oder spezifische Forschungsinteressen und Blickrichtungen der Autoren).

### **Vorschlag eines Lösungsansatzes**

Im zugrundeliegenden Projekt zur Erfassung der diagnostischen Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften ist ein (valider) Gütemaßstab für die Analyse von Schülervorstellungen zwingend notwendig. Daher wurde ein theoriegeleiteter Katalog von Schülervorstellungen in der Mechanik speziell für die Diagnose eben dieser in Videos erstellt. Dieser Katalog stellt eine Synthese aus den Klassifizierungen von Jung (1982), Schecker (1985), Nachtigall (1986) und Wodzinski (1996) da und weist (ausschließlich) kontextspezifische Vorstellungen zu Phänomenen, Begriffen und Gesetzen über den gesamten Schulstoff der Mechanik auf. Ein weiterer Unterschied zu den bisherigen Katalogen ist die für Diagnosezwecke angepasste Formulierung der einzelnen Schülervorstellungen und deren Indikatoren, die in Anlehnung an die (Teil-)Vorstellung von Schecker (1985) vorgenommen wurde.

Dieser auf bereits bestehenden Klassifizierungen aufbauende Katalog wurde auf die drei Videos des Instruments zur Erhebung der diagnostischen Performanz angewendet (vgl. Rath & Reinhold 2015b). Bei Einsatz des Instruments durch zwei unabhängige Rater wurden gute bis sehr gute Werte bei der prozentualen Übereinstimmung sowie ähnlich gute Kappa-Werte erreicht. Der gefundene Katalog stellt damit einen projektbezogenen Lösungsansatz für die heterogene Darstellung der Forschungsergebnisse zu Schülervorstellungen in der Mechanik dar. Die Projektbezogenheit des Gütemaßstabs ist allerdings mit Einschränkungen in der Verallgemeinerbarkeit der mit dem o.g. Erhebungsinstrument gewonnenen Ergebnisse verbunden. Es bleibt zu diskutieren, ob dies ein inhärentes Problem von Maßstäben ist, die auf noch nicht vollständig kanonisiertem Wissen (wie dies oft in der Fachdidaktik der Fall ist) basieren.

#### Literatur

- Duit, R. (2015): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In: Kircher, E.; Girwitz, R.; Häußler, P. (Hrsg.): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Springer-Verlag. S. 657-680.
- Hopf, M.; Schecker, H.; Wiesner, H. (Hrsg.) (2011): Physikdidaktik kompakt. Aulis Verlag.
- Jung, W.; Reul, H.; Schwedes, H. (1977): Untersuchung zur Einführung in die Mechanik in den Klassen 3-6. Frankfurt/Main: Disterweg.
- Jung, W. (1979): Aufsätze zur Didaktik der Physik und Wissenschaftstheorie. (Beiträge zur Methodik und Didaktik der Physik) 1. Auflage. Frankfurt am Main, Berlin, München: Diesterweg.
- Jung, W.; Wiesner, H.; Engelhardt, P. (1981): Vorstellungen von Schülern über Begriffe der Newtonschen Mechanik. Empirische Untersuchungen und Ansätze zu didaktisch-methodischen Folgerungen. (Texte zur mathematisch-naturwissenschaftlichen-technischen Forschung und Lehre; Bd. 8)
- Jung, W. (1982): Vorstellung der Schüler zu physikalischen Begriffen. In: Fischler (Hrsg.): Lehren und Lernen im Physikunterricht. Didaktik des Physikunterrichts. Bestandaufnahme. Köln, Aulis-Verlag. Deuber. S. 70-104.
- Nachtigall, D. (1986): Vorstellungen im Bereich der Mechanik. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik/ Chemie. Heft 13. 34. Jg. S. 16-21
- Niederer, H.; Schecker, H. (1992): Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning. In: Duit, R.; Goldberg, F.; Niederer, H. (Hrsg.): Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies: proceedings of an international workshop. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. S. 74- 98.
- Rath, V.; Reinhold, P. (2014) : Diagnosekompetenz von Physiklehrantsstudierenden. In S. Bernholt, (Hrsg.): Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München 2013. Münster: Lit.
- Rath, V.; Reinhold, P. (2015a): Modellierung diagnostischer Kompetenz von Physiklehrantsstudierenden. In S. Bernholt, (Hrsg.): Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Bremen 2014. Münster: Lit.
- Rath, V.; Reinhold, P. (2015b): Diagnostische Kompetenz von Physiklehrantsstudierenden\_2 GEBF-Tagung, Bochum
- Schecker, H. (1985): Das Schülervorverständnis zur Mechanik. Eine Untersuchung in der Sekundarstufe II unter Einbeziehung historischer und wissenschaftstheoretischer Aspekte.
- Wiesner, H. (2008):
- Wirtz, M.; Caspar, F. (2002): Beurteilungsübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Hogrefe.
- Wodzinski, R. (1996): Untersuchungen von Lernprozessen beim Lernen Newtonischer Dynamik im Anfangsunterricht. Münster: LIT-Verlag.