

Messung der Einstellungen von Lernenden zu Experimenten im Unterricht

Einleitung

Empirische Untersuchungen zeigen, dass sich im Verlauf der Mittel- und Oberstufe sowohl das Interesse von Lernenden als auch die Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern negativ entwickeln (George, 2000; Potvin & Hasni, 2014). Einstellungen werden dabei als erfahrungsbasierte Reaktion gegenüber einem Einstellungsobjekt beschrieben und im Sinne des „ABC model of attitudes“ als dreidimensionales Konstrukt definiert. Dieses umfasst affektive Einstellungen („affective“ – EA), verhaltensbezogene Einstellungen („behavioral“ – EB) und kognitive Einstellungen („cognitive“ – EC; Breckler, 1984; Millar & Tesser, 1989). Für Einstellungen im Sinn dieser Definition ist weiterhin bekannt, dass diese das Engagement von Lernenden unmittelbar beeinflussen können (Trumper, 2006). Folglich lassen sich die geringen Belegungszahlen und Wahlentscheidungen gegen naturwissenschaftliche Fächer, insbesondere gegen das Fach Physik, auch auf die negativen Einstellungen der Lernenden zurückführen (z.B. Köller & Klieme, 2000). Um jedoch möglichst vielen Lernenden ein Mindestmaß an naturwissenschaftlicher Grundbildung (Scientific Literacy) zu vermitteln (Fensham, 2007), erscheint es notwendig „to identify those aspects of science teaching that make school science engaging for pupils“ (Osborne, Simon, & Collins, 2003, p. 1049).

Forschungsstand

Eine Meta-Analyse zu Einstellungen der Lernenden zeigt, dass diese durch Variablen seitens der Lernenden selbst, der Lehrenden sowie der Lehr-Lernumgebung beeinflusst werden (Haladyna, Olsen, & Shaughnessy, 1982). Hinsichtlich Einflüssen der Lehr-Lernumgebung deuten unterschiedliche Untersuchungen an, dass der Einbezug vielfältiger Instruktionsmethoden die Einstellungen von Lernenden gegenüber den Naturwissenschaften positiv beeinflussen kann (Myers & Fout, 1992; Piburn & Baker, 1993). Dabei scheinen bisherige Studien jedoch nur in Ansätzen die Wahrnehmung spezifischer Lehr-Lernaktivitäten durch die Lernenden zu analysieren. So werden bisher die Einstellungen von Lernenden im Hinblick auf Lehr-Lernaktivitäten im Physikunterricht u.a. auf Lernformen, wie Gruppenarbeit, oder auf Medien, wie Arbeitsblätter, bezogen (Owen, Dickson, Stanisstreet, & Boyes, 2008). Mit Blick auf den Physikunterricht liegen jedoch keine Erkenntnisse darüber vor, welche Einstellungen Lernende gegenüber dem Experiment als zentralem Unterrichtsmedium aufweisen und wie diese Einstellungen wiederum die Einstellungen gegenüber dem Unterrichtsfach Physik beeinflussen. Während in anderen Fächern und mit Blick auf andere Einstellungsobjekte entsprechende Instrumente entwickelt wurden, u.a. Einstellungen gegenüber Technologie zum Lernen von Mathematik (Fogarty, Cretchley, Harman, Ellerton, & Konki, 2001), existieren keine Instrumente zur Messung der Einstellungen von Lernenden gegenüber Experimenten als Unterrichtsmedium.

Forschungsfragen

Um untersuchen zu können, inwiefern sich Einstellungen gegenüber Physik als Unterrichtsfach in Zusammenhang mit Einstellungen von Lernenden gegenüber Experimenten

als einem zentralen Medium des Physikunterrichts stehen, erscheint es zunächst notwendig, ein entsprechendes Messinstrument zu entwickeln. Damit ergibt sich folgende Forschungsfrage für die vorliegende Untersuchung: Wie lassen sich die Einstellungen von Lernenden gegenüber Experimenten als Medium im Physikunterricht messen?

Methode

Die Entwicklung eines Instruments zur Messung von Einstellungen gegenüber Experimenten als Medium im Physikunterricht in Form eines Fragebogens umfasste sowohl die initiale Entwicklung von Items (Studie 1) sowie nachfolgend die Auswahl geeigneter Items (Studie 2).

In Studie 1 wurden zunächst Items für die drei Dimensionen des Einstellungskonstrukts in strukturähnlichen Instrumenten anderer Fächer und Einstellungsobjekte ausgewählt und adaptiert (MTAS: Pierce, Stacey, & Barkatsas, 2007; MTech: Fogarty et al., 2001; E-CLASS: Zwickl et al., 2014). Beispielhaft können folgende Items genannt werden:

- *Affektiv*: „Der Physikunterricht ist spannender, wenn wir mit Experimenten arbeiten.“
- *Verhaltensbezogen*: „Im Physikunterricht möchte ich Experimente direkt ausprobieren.“
- *Kognitiv*: „Durch Experimente wird der Physikunterricht verständlicher.“

Die insgesamt 24 entwickelten Items, deren Erhebung auf einer 6-stufigen Likert-Skala erfolgte und die anteilmäßig gleich den drei Einstellungsdimensionen zuzuordnen waren, wurden nachfolgend empirisch analysiert. Dazu wurden Daten von $N=262$ Lernenden im Physikunterricht für sämtliche Items erhoben (Alter: $M(SD) = 14.28(1.02)$) Zur Prüfung der theoretischen Struktur und als Grundlage für die Reliabilitätsprüfung wurde eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt. Zur Validitätsprüfung wurde das Verfahren der konsensuellen Validierung (Bortz & Döring, 2007) gewählt und als Expert*innenbefragung realisiert.

In Studie 2 erfolgte eine Auswahl von Items sowie eine Überarbeitung des Fragebogens auf Grundlage empirischer Befunde der Reliabilitäts- und Validitätsprüfung. Auf Grundlage der Daten von $N=390$ Lernenden (Alter: $M(SD) = 13.95(1.81)$) wurde wiederum zur Überprüfung der theoretischen Struktur sowie als Grundlage für eine Reliabilitätsprüfung eine konfirmatorische Faktorenanalyse durchgeführt.

Ergebnisse & Diskussion

Die Ergebnisse für Studie 1 ergaben für die explorative Faktorenanalyse (Varimax-Rotation; $KMO = .915$, Bartlett-Test: $\chi^2(153) = 2118.37$, $p < .001$) zunächst eine 4-Faktor-Lösung. Dabei erfolgte die Entscheidung unter Berücksichtigung des Kaiser-Guttman-Kriteriums sowie Betrachtung der rotierten Komponentenmatrix (gegen den Screeplot). Die auf Faktor 1 ladenden Items (8 Items, Faktorladungen .555 bis .733) lassen sich den beiden Dimensionen EA und EB zuordnen. Auch die auf Faktor 2 ladenden Items (5 Items, Faktorladungen .543 bis .795) gehören zu den Dimensionen EA und EB. Die beiden Faktoren unterscheiden sich jedoch dadurch, dass auf Faktor 1 (mit einer Ausnahme) ausschließlich positiv formulierte Items laden, während auf Faktor 2 ausschließlich negativ formulierte Items laden. Faktoren 3 (3 Items, Faktorladungen .519 bis .761) und Faktor 4 (2 Items, Faktorladungen .705 bis .793) erfassen jeweils ausschließlich Items der Dimension EC. Insgesamt erscheinen die beiden Mischfaktoren 1 und 2 durch das Vorhandensein negativer (invertierter) Items beeinflusst, sodass eine inhaltliche Interpretation kaum sinnvoll erscheint. Da gerade für jüngere Personen teilweise Schwierigkeiten hinsichtlich der Interpretation invertierter Items bekannt sind

(Woods, 2006) wurde entschieden in Studie 2 grundsätzlich keine invertierten Items zu nutzen. Neben der Analyse der theoretischen Struktur umfasst Studie 1 auch eine Validitätsprüfung. Die konsensuelle Validierung (Bortz & Döring, 2007) wurde als Gruppendiskussion mit sieben Expert*innen der Physikdidaktik unter Beteiligung der Studienleitenden durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass angeregt wurde insbesondere das individuelle und persönliche Verhalten in den Formulierungen der verhaltensbezogenen Einstellungen zur Abgrenzung gegenüber affektiven Einstellungen stärker hervorzuheben. Weiterhin wurden vereinfachte und gekürzte Formulierungen empfohlen, um die Items auch für jüngere Lernende verständlich zu gestalten. Weiterhin erfolgt spezifisches Feedback zur Differenzierung der Dimensionen für einzelne Items.

Aufgrund der Erkenntnisse aus Studie 1 wurden ursprünglich invertierte Items umformuliert bzw. aus dem Item-Pool entfernt, wenn die Anpassung der Formulierung zu einem bereits vorhandenen Item führte. Zudem wurden die Erkenntnisse der Validitätsprüfung berücksichtigt. Somit wurden von ursprünglich 24 Items insgesamt 4 Items gestrichen und 9 Items umformuliert, sodass 20 Items (6 Items EA, je 7 Items EB und EC) für Studie 2 genutzt wurden.

Die Ergebnisse für Studie 2 bestätigten die theoretisch erwartete 3-Faktor-Struktur der Einstellungen unterteilt in EA, EB und EC bei Ausschluss von 5 weiteren Items ($CFI = 0.972$, $TLI = 0.966$, $RMSEA = 0.055$, $SRMR = 0.029$). Die drei identifizierten Faktoren umfassen jeweils 5 Items für alle drei Einstellungsdimensionen. Eine Reliabilitätsprüfung in Form interner Konsistenz ausgedrückt durch Cronbach's Alpha ergab gute bis exzellente Werte für die drei Subskalen (EA: $\alpha = .924$, EB: $\alpha = .831$, EC: $\alpha = .863$).

Ausblick

Im Rahmen von zwei empirischen Teilstudien konnte ein Fragebogeninstrument (15 Items, 6-stufige Likert-Skala) zur Messung der Einstellungen von Lernenden gegenüber Experimenten als Medium im Physikunterricht entwickelt und validiert werden. Da Instrument erfasst dabei Einstellungen über drei Subskalen für affektive, verhaltensbezogene und kognitive Einstellungen.

Mithilfe dieses Instruments kann zukünftig analysiert werden, inwiefern die Einstellungen von Lernenden gegenüber Experimenten als zentralem Medium des Physikunterrichts z.B. die Einstellungen gegenüber dem Unterrichtsfach selbst beeinflussen. Diese Erkenntnisse könnten einen Beitrag leisten, um das Ziel der Vermittlung einer angemessenen Scientific Literacy in der Schule zu erreichen.

Weiterhin erscheint es möglich das Instrument für andere naturwissenschaftliche Fächer zu adaptieren oder Einstellungen gegenüber anderen Unterrichtsmedien bei Adaption der nun vorhandenen Grundlage zu messen.

Literatur

- Breckler, S. J. (1984). Empirical Validation of Affect, Behavior, and Cognition as Distinct Components of Attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47 (6), 1191-1205
- Fensham, P. J. (2007). Competences, from Within and Without: New Challenges and Possibilities for Scientific Literacy. In C. Lindner, L. Ostman, & P. Wickman (Eds.), *Proceedings Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction*. Uppsala: Geotryckeriet, 113-119
- Fogarty, G., Cretchley, P., Harman, C., Ellerton, N., & Konki, N. (2001). Validation of a Questionnaire to Measure Mathematics Confidence, Computer Confidence, and Attitudes towards the Use of Technology for Learning Mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 13 (2), 154-160
- George, R. (2000). Measuring Change in Students' Attitudes Toward Science Over Time: An Application of Latent Variable Growth Modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 9 (3), 2000
- Haladyna, T., & Shaughnessy, J. (1982). Attitudes toward science: A quantitative synthesis. *Science Education*, 66 (4), 547-563
- Köller, O., & Klieme, E. (2000). Geschlechterdifferenzen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungen. In J. Baumert, W. Bos, & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III. Dritte International Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie*. Opladen: Leske + Budrich, 373-404
- Millar, M. G., & Tesser, A. (1989). The effects of affective-cognitive consistency and thought on the attitude-behavior relation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 25 (2), 189-202
- Myers & Fout, 1992
- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079
- Owen, S., Dickson, D., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2008). Teaching physics. Students' attitudes towards different learning activities. *Research in Science & Technological Education*, 26 (2), 113-128
- Piburn, M. D., & Baker, D. R. (1993). If I were the teacher... qualitative study of attitude toward science. *Science Education*, 77 (4), 393-406
- Pierce, R., Stacey, K., & Barkatsas, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education*, 48 (2), 285-300
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 784-802
- Trumper, R. (2006). Factors Affecting Junior High School Students' Interest in Physics. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (1), 47-58
- Woods, C. M. (2006). Careless Responding to Reverse-Worded Items: Implications for Confirmatory Factor Analysis. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 28 (3), 189-194
- Zwickl, B. M., Hirokawa, T., Finkelstein, N., & Lewandowski, H. J. (2014). Epistemology and expectations about experimental physics: Development and initial results. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10, 010120