

Hendrik Härtig<sup>1</sup>  
 Claudia von Aufschnaiter<sup>2</sup>  
 Christoph Gut<sup>3</sup>  
 Susanne Metzger<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IPN Kiel  
<sup>2</sup>Justus-Liebig-Universität Gießen  
<sup>3</sup>PH Zürich

### **Symposium: Experimentelle Kompetenzen diagnostizieren und fördern**

Lernende sollen in allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern unter anderem experimentelle Kompetenzen aufbauen. Für Deutschland sehen die Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss in Biologie, Chemie und Physik im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten vor (KMK, 2005 a, b, c). Auch die Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften in der Schweiz berücksichtigen beispielsweise im Handlungsaspekt „Fragen und Untersuchen“ experimentelle Kompetenzen (EDK, 2011).

Eine Modellierung dieser Kompetenzen ist notwendig, um sie angemessen erfassen und gezielt fördern zu können (vgl. Bell et al., 2003). Aktuell werden verschiedene Modelle beschrieben, meistens als Strukturmodelle (Maiseyenko, Nawrath, & Schecker, 2013; Wellnitz et al., 2012; Schreiber, Theyßen, & Schecker, 2011), z. T. auch als Entwicklungsmodelle (Metzger et al., 2014). Die Modelle berücksichtigen mitunter sehr unterschiedliche Teilaspekte und Operationalisierungen. Beispielsweise fokussiert das zugrunde liegende Kompetenzstrukturmodell bei der Evaluation der Bildungsstandards für den Bereich Erkenntnisgewinnung ausschließlich auf kognitive Aspekte des Experimentierens; selber Experimente aufzubauen und durchzuführen wird nicht berücksichtigt (Wellnitz et al., 2012). Diese, auf den eigentlichen Prozess bezogene Kompetenzen, werden in der Kompetenzstruktur der Evaluation der Bildungsstandards zusätzlich um übergeordnete Aspekte, wie Modellbildung oder Reflexion über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen ergänzt (ebd.). Im Gegensatz dazu beziehen beispielsweise Maiseyenko, Nawrath und Schecker (2013) in ihre Kompetenzstruktur auch Fertigkeiten im Sinne der Durchführung des Experiments mit ein, verzichten aber unter anderem auf die Reflexion über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen.

Neben den Teilaspekten der Struktur unterscheidet sich auch die Erhebungsmethode mitunter. Durch die Eingrenzung auf kognitive Aspekte kann die Evaluation der Bildungsstandards ausschließlich mit Paper-Pencil Tests erfolgen. Im Gegensatz dazu beziehen sowohl Maiseyenko, Nawrath und Schecker (2013) als auch Schreiber, Theyßen und Schecker (2014) experimentbezogene Fertigkeiten explizit in die Modellierung mit ein. Gleichzeitig stellt dies die empirische Forschung vor Schwierigkeiten, weil die Erfassung mittels Realexperimenten notwendig wird. Schreiber, Theyßen und Schecker (2011) zum Beispiel verwenden zu diesem Zweck eine programmierte Experimentierumgebung am PC. Im Rahmen der Entwicklung und Validierung der Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften in der Schweiz wiederum wurden zur Erfassung der experimentellen Kompetenzen Realexperimente eingesetzt (Labudde, Metzger, & Gut, 2009). Auch in weiterführenden Projekten wie beispielsweise ExKoNawi werden ausschließlich reale Experimente eingesetzt (Gut, Hild, Metzger, & Tardent, 2014).

Sowohl in der Breite des erfassten Konstrukts (z. T. ausschließlich Experimente, z. T. auch Reflexion über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen) als auch in der Erfassungsmodalität (z. T. reine Paper-Pencil Tests, z. T. Hands-On Tests) unterscheiden sich aktuelle Arbeiten folglich. Auch wenn man innerhalb der erfassten

Konstrukte detaillierter betrachtet, wie die Arbeiten den Experimentierprozess operationalisieren, werden Unterschiede deutlich. Obwohl sich die Mehrzahl der Arbeiten an der Prozessstruktur nach Klahr und Dunbar orientieren (vgl. Emden, 2011), finden sich unterschiedliche bzw. unscharfe Operationalisierungen einzelner (Teil-)Kompetenzen. Dies erschwert einen systematischen Vergleich der verschiedenen Untersuchungen zur Struktur experimenteller Kompetenzen (u. a. Vorholzer, von Aufschnaiter & Kirschner, in Vorbereitung). Zudem sind mit Blick auf die Förderung experimenteller Kompetenzen im Unterricht die Annahmen und empirischen Befundlagen zur Ausgestaltung und Wirksamkeit von Fördermaßnahmen heterogen. So zeigen Schwichow und Kollegen (2014) im Rahmen einer Meta-Analyse zur Variablenkontrollstrategie, dass es kaum eindeutige Indikatoren für eine lernwirksame Intervention zur Variablenkontrollstrategie gibt. Vielmehr erweist sich als ein starker Prädiktor für die Effektstärke die Testmodalität zur Erfassung des Interventionserfolgs im Post-Test.

Für das Symposium wurden Arbeiten ausgewählt, die unterschiedliche Zugänge zu experimentellen Kompetenzen und deren Förderung wählen, um mit den Beitragenden und dem Auditorium Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Modellierungen und daraus resultierender Effekte diskutieren zu können. P. Hild fokussiert auf die Kompetenzentwicklung. A. Vorholzer und M. Schwichow befassen sich mit Gelingensbedingungen für eine Förderung experimenteller Kompetenzen.

Das im Rahmen des Projektes ExKoNawi entstandene Kompetenzentwicklungsmodell versucht Kompetenzprogressionen der Schüler/-innen der Sekundarstufe I bei fächerübergreifenden Problemtypen zu beschreiben. Die Vorvalidierung belegt, dass auf der Basis des entwickelten Kompetenzstrukturmodells und der typenspezifischen Progressionsmodellierung Tests mit guten Fitwerten entwickelt werden können, die insbesondere auf tiefem Leistungsniveau signifikante und interpretierbare Leistungsdifferenzen messen.

In der Studie von Vorholzer werden die Lernprozesse von Schüler/innen bei der Bearbeitung von Lernaufgaben mit dem Schwerpunkt „naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten“ sowohl mit einem Pre-Post-Test-Design als auch videogestützt analysiert. Insbesondere soll dabei untersucht werden, welchen Einfluss eine explizite Adressierung der angestrebten Konzepte auf den Kompetenzaufbau hat.

Die Fähigkeit durch Experimentieren Erkenntnisse zu generieren bzw. einen Erkenntnisprozess nachzuvollziehen setzt u. a. ein Verständnis der Variablen-Kontroll-Strategie voraus. In einer experimentellen Studie vergleicht Schwichow die Lernwirksamkeit von Hands-On und Paper-Pencil Übungen. Erste Ergebnisse der Studie werden vorgestellt und unterrichtliche Implikationen abgeleitet.

#### Literatur

- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487–509.
- EDK (2011). Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften - Nationale Bildungsstandards. (Online zugänglich unter [http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp\\_nawi\\_d.pdf](http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp_nawi_d.pdf) [20.September 2011]).
- Emden, M. (2011). Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens: eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I (Vol. 118). Logos Verlag Berlin GmbH.
- Gut, C., Hild, P., Metzger, S. & Tardent, J. (2014). Projekt ExKoNawi: Modell für hands-on Assessments experimenteller Kompetenzen. In S. Bernholt (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht* (S. 171 - 173). Kiel: IPN.
- Labudde, P., Metzger, S. & Gut, C. (2009). Bildungsstandards: Validierung des Schweizer Kompetenzmodells. In D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (S.

- 308-317). Münster: LIT-Verlag. Bühner, M. (2006). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (2nd ed.). München, Don Mills: Pearson Studium.
- Maiseyenko, V., Schecker, H., & Nawrath, D. (2013). Kompetenzorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts-Symbiotische Kooperation bei der Entwicklung eines Modells experimenteller Kompetenz. *PhyDid A-Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(12), 1-17.
- Metzger, S., Gut, C., Hild, P. & Tardent, J. (2014): Modelling and assessing experimental competence: An interdisciplinary progress model for hands-on assessments. E-Proceedings of the ESERA 2013 conference.
- Schreiber, N., Theyßen, H., & Schecker, H. (2011). Auswertungsmethodik im Projekt „Diagnostik experimenteller Kompetenz“. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Schreiber, N., Theyßen, H., & Schecker, H. (2014) Diagnostik experimenteller Kompetenz: Kann man Realexperimente durch Simulationen ersetzen?. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1-13.
- Schwichow, M. & Härtig, H. (2014). Merkmale einer effektiven Vermittlung experimentellen Strategiewissens. In S. Bernholt (Hrsg.): *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science und Fachunterricht*. Kiel: IPN.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (Hrsg.) (2005 a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. München, Neuwied: Luchterhand.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (Hrsg.) (2005 b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München, Neuwied: Luchterhand.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (Hrsg.) (2005 c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München, Neuwied: Luchterhand.
- Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C. & Kirschner, S. (in Vorbereitung). Entwicklung und Erprobung eines Tests zur Erfassung des Verständnisses naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. In Vorbereitung zur Wiedereinreichung bei der *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.
- Wellnitz, N., Fischer, H. E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., et al. (2012). Evaluation der Bildungsstandards—eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 261-291.