

Learning Progressions – Einführung in das Symposium

Einleitung und Ziel des Symposiums

Wie Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Inhalte erlernen ist eine zentrale Frage der Naturwissenschaftsdidaktik. Entsprechend umfangreich, aber auch verschieden sind die Arbeiten in diesem Bereich. Sie reichen von grundlegenden Überlegungen zur Bedeutung des Vorwissens über die Entwicklung von Spiralcurricula bis zu empirischen Arbeiten zu „Learning Pathways“, oder „curricularen Entwicklungsperspektiven“. Seit einigen Jahren erfährt diese Forschung unter der Bezeichnung „Learning Progressions“ verstärkt Aufmerksamkeit im US-amerikanischen Raum. Dabei ist unklar inwieweit „Learning Progressions“ auf bisherigen Ansätzen aufsetzen, ob es sich um eine Fortführung bisheriger Arbeiten unter neuer Bezeichnung handelt, oder ob eine theoretische Weiterentwicklung stattgefunden hat.

Lernpsychologische Grundlagen und naturwissenschaftsdidaktische Forschung

Einen Ausgangspunkt naturwissenschaftsdidaktischer Lehr-Lern-Forschung bilden lernpsychologische Konzeptionen der 1960er und 1970er Jahre. Diese verstehen Lernen u.a. als den Aufbau eines zunehmend komplexen Wissens und betonen einerseits die Bedeutung des Vorwissens und andererseits die Bedeutung von Zielen für den Lernprozess (vgl. Krapp und Weidenmann, 2001). Zudem werden dem Lerner und der Lernumgebung zentrale Bedeutung beigemessen. In diesem Kontext entwickelte Bruner (1970) die Idee des Spiralcurriculums. Durch wiederholte Betrachtung des Lerngegenstands auf jeweils höherem Abstraktionsniveau soll der kumulative Aufbau einer hierarchischen Wissensbasis – wie sie sich in den Naturwissenschaften findet – unterstützt werden.

In den 1980er Jahren gewann der Conceptual-Change-Ansatz (Strike & Posner, 1985) mit zunehmenden empirischen Erkenntnissen über die Lernrelevanz von Schülervorstellungen für das Lernen massiv an Bedeutung. In der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr-Lern-Forschung kristallisierten sich in der Folge zwei Forschungszweige heraus. Unter dem Begriff „Learning Pathways“ entwickelt sich eine umfangreiche Forschung zur Entwicklung des Verständnisses naturwissenschaftlicher Konzepte über mehrere (Unterrichts-)stunden oder -einheiten hinweg. Diese Forschung versteht Lernen in den Naturwissenschaften als Veränderung von Schülervorstellungen (z.B. Niedderer et al., 2007). Durch Integration der Erkenntnisse aus Sachstrukturanalysen und zu Schülervorstellungen und deren Veränderung entstehen didaktische Rekonstruktionen einzelner Unterrichtsstunden sowie größerer -einheiten zu ausgewählten Themen bzw. Themenbereichen (siehe auch Duit et al., 2012).

Der zweite Forschungszweig stellt eine (naturwissenschaftsdidaktisch geprägte) Weiterentwicklung lernpsychologischer Ansätze dar (z.B. von Aufschnaiter & von Aufschnaiter, 2003). Wesentliches Ziel ist die empirische Fundierung der jeweiligen Ansätze. Diese Forschung findet mal mehr, mal weniger systematisch Berücksichtigung bei der Konzeption von Spiralcurricula und der Formulierung von Lehrplänen, wobei Spiralcurricula vor allem in der Chemie verankert sind (vgl. Pfeifer et al., 2002). So wird etwa das Thema Säuren und Basen zunächst rein phänomenologisch und über erste experimentelle Klassifikationen eingeführt, später durch Verknüpfungen zu Teilchenmodellen und chemischen Reaktionsprinzipien erweitert und in der Sekundarstufe II schließlich quantitativ durch das chemische Gleichgewicht erklärt und in verschiedene Kontexten angewendet.

Die neuere Forschung rund um die Frage der Struktur und Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz, die sich in Folge der Einführung von Bildungsstandards entwickelt hat, greift vor allem lernpsychologische Konzeptionen und naturwissenschaftsdidaktische Wei-

terentwicklungen derselben auf. So wird Kompetenz bzw. Kompetenzentwicklung als Verfügbarkeit bzw. Fähigkeit zur Anwendung einer zunehmend komplexen Wissensbasis beschrieben (z.B. Kauertz, 2008; Bernholt & Parchmann, 2011). Der überwiegende Teil der Forschung fokussiert dabei auf die Modellierung der Kompetenzstruktur (für einen Überblick siehe Bernholt, Nentwig & Neumann, 2012). Nur wenige Ansätze beschäftigen sich explizit mit der Kompetenzentwicklung (z.B. Neumann et al., 2007; Pollmeier et al., 2009).

Learning Progressions im internationalen Kontext

Unter Learning Progressions werden empirische validierte Modelle des Lernens in einer bestimmten Domäne über einen gewissen Zeitraum hinweg verstanden (Duschl, Maeng & Sezen, 2011). Learning Progressions bestehen dabei im Kern aus einer Hierarchie von Stufen, die ein zunehmend elaborierteres Verständnis der Domäne charakterisieren. Sie sind nach oben begrenzt durch Zielvorgaben das Verständnis betreffend (z.B. durch Standards für die jeweilige Domäne) und nach unten durch das Verständnis, dass Schülerinnen und Schüler vor Eintritt in die Learning Progression besitzen (z.B. typische Alltagsvorstellungen in der Domäne). Die Beschreibung, wie Schülerinnen und Schüler von der untersten zur obersten Stufe gelangen können, soll sich gleichermaßen aus der inhärenten Struktur der Domäne als auch aus empirischer Forschung zum Lernen in der Domäne speisen (vgl. Duschl et al., 2007). Learning Progressions gelten als Instrument, um Kohärenz zwischen Standards, Unterricht und Assessments herzustellen (Duncan & Hmelo-Silver, 2009). Die besondere Beachtung die Learning Progressions erfahren, muss dabei vor dem Hintergrund der bildungspolitischen Geschichte der USA betrachtet werden. Sowohl die Bestrebungen in den 1960er Jahren, die Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts durch die Entwicklung qualitativ hochwertiger Curricula zu steigern, wie auch die Einführung von Standards für den naturwissenschaftlichen Unterricht sind durch die stark föderale Struktur ausgebremst worden (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). In der Folge unterscheiden sich Standards und Curricula von Bundesstaat zu Bundesstaat teilweise innerhalb eines Bundesstaates von Schuldistrikt zu Schuldistrikt. Die meisten dieser Curricula sind unabhängige Instruktionseinheiten, die auf spezifische Themen und einzelne Jahrgänge ausgerichtet sind. Sie zielen eher die Vermittlung von Wissen oder einzelner Fähigkeiten als einen systematischen Aufbau von Kompetenz. Sie sind „a mile wide and an inch deep“ (Schmidt, McKnight & Raizen, 1997). Die Einführung von Standards für den naturwissenschaftlichen Unterricht ab Ende der 1980er Jahre hat dieses Problem nicht behoben, sondern eher verstärkt.

Fazit und Aspekte für eine weiterführende Diskussion

Learning Progressions adressieren also zunächst ein speziell US-amerikanisches Problem. Allerdings sind Standards, Curricula und (insbesondere Large-Scale) Assessments auch in anderen Ländern durch Inkohärenzen und Inkonsistenzen charakterisiert. Dies trifft in unterschiedlich starker Weise auch auf die naturwissenschaftlichen Fächer in Deutschland zu. Die Curricula (der einzelnen Länder) sind für das Fach Chemie stark an der Idee eines Spiralcurriculums orientiert. In der Physik ist dies seltener der Fall. Dass es in allen naturwissenschaftlichen Fächern noch an einer Abstimmung zwischen Standards, Unterricht und Assessments mangelt, belegen Large-Scale Untersuchungen (Pant et al., 2012). Insofern besitzt die Diskussion um Learning Progressions auch für die Weiterentwicklung des Unterrichts in den naturwissenschaftlichen Fächern in Deutschland Potential. So erscheint z.B. der Standpunkt, dass Learning Progressions Beschreibungen instruktionaler Komponenten enthalten sollten, die die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler von einer Stufe zur nächsten unterstützen können (Krajcik et al., 2012) vor dem Hintergrund häufig unabhängig vom konkreten Unterricht bzw. Unterrichtsgang formulierten Kompetenz(entwicklungs)modellen von Bedeutung. Eine geeignete Basis bieten u.a. die Arbeiten zur Didaktischen Rekonstruktion, die ebenfalls

Erkenntnisse der Schülervorstellungsforschung mit curricularen Zielsetzungen und konkreten übergeordneten instruktionalen Ansätzen verbinden (Duit et al., 2012).

Es bleiben jedoch theoretische Grundsatzfragen zu klären: Stehen primär Entwicklungen von Lernprozessen im Fokus? Oder sind Lernergebnisse (im Sinne zunehmender Kompetenzen) gemeint? Oder liegt der Fokus auf dem Lehren bzw. der *curriculare Entwicklungsperspektive* im Verlauf der Schulzeit und die damit verbundene Gestaltung einzelner Lernumgebungen und Lernprozesse? In bisherigen Arbeiten sind die Bedeutungen nicht immer klar abgegrenzt, hier wäre es wünschenswert, eine präzise Zuordnung vorzunehmen. Ebenso existieren unterschiedliche Bezeichnungen, die vermutlich ähnliches bedeuten, aber wiederum nicht klar abgegrenzt sind, wie „Lernlinien“ (Parchmann et al., 2006), „Learning Pathways“ (Niedderer, 2001) oder „Kompetenzentwicklungsmodelle“ (Schecker & Parchmann, 2006). Auch daher erscheint aus unserer Sicht eine weiterführende Einordnung und Abgrenzung des Ansatzes der „Learning Progressions“ von anderen Arbeiten notwendig.

Literatur

- von Aufschnaiter, C. & von Aufschnaiter, S. (2003). Theoretical framework and empirical evidence on students' cognitive processes in three dimensions of content, complexity, and time. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 616-648.
- Bernholt, S., Neumann, K., & Nentwig, P. (Eds.). (2012). *Making it tangible. Learning outcomes in science education*. Waxmann Verlag.
- Bernholt, S. & Parchmann, I. (2011). Assessing the complexity of students' knowledge in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice (CERP)*, 12(2), 167-173.
- Bruner, J.S. (1970). *Der Prozess der Erziehung*. Berlin: Berlin-Verlag.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* Vol. (5) (S. 13-37). Rotterdam: Sense Publisher.
- Duncan, R. G., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 606-609.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking Science to School:: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. National Academies Press.
- Kauertz, A. (2008). *Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungsaufgaben*. Berlin: Logos.
- Krapp, A. & Weidenmann, B. (2001). *Pädagogische Psychologie*. 4. vollst. überar. Aufl., Weinheim: Beltz.
- Krajcik, J. S., Sutherland, L. M., Drago, K., & Merritt, J. (2012). The promise and value of learning progression research. *Making it tangible: Learning outcomes in science education*, 261-284.
- Neumann, K., Kauertz, A., Lau, A., Notarp, H., & Fischer, H. E. (2007). Die Modellierung physikalischer Kompetenz und ihrer Entwicklung [Modelling structure and development of students' physics competence]. *ZfDN*, 13, 103-123.
- Niedderer, H., Budde, M., Givry, D., Psillos, D., Tiberghien, A. (2007). Learning process studies. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 159-171). Amsterdam: Springer.
- Niedderer, H. (2001). Physics learning as cognitive development. Bridging Research Methodology and Research Aims. Student and Faculty Contributions from the 5th ESERA Summerschool in Gilleleje, Denmark., Gilleleje, Denmark., The Danish University of Education.
- Parchmann, I., Bünder, W., Demuth, R., Freienberg, J., Klüter, R. & Ralle, B. (2006). Lernlinien zur Verknüpfung von Kontextlernen und Kompetenzentwicklung: *CHEMKON* 13(3), 124-131.
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T., & Pöhlmann, C. (2013). IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I.
- Pfeifer, P., Lutz, B. und Bader, H. J. (Hrsg.) (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Neubearb., München, Düsseldorf, Stuttgart: Oldenbourg Schulbuchverlag.
- Pollmeier, Judith, et al. *Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz in der Grundschule (Science-P): Naturwissenschaftliches Wissen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2009.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *ZfDN* 12, 45-66.
- Schmidt, W. H., McKnight, C. C., Raizen, S. A. (1997). *Splintered vision: An investigation of US mathematics and science education*. Norwel, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. *Cognitive structure and conceptual change*, 211, 231.