

Sebastian KOLLHOFF, Bielefeld

## **Analyse von Transferprozessen in der Entwicklung des Bruchzahlbegriffs**

Die Lösung von Transferaufgaben wird sowohl im schulischen Kontext wie auch in empirischen Studien häufig zur Bewertung des Erfolgs oder Misserfolgs von Lernprozessen herangezogen und das Gelingen von Transferprozessen gilt gemeinhin als ein wesentliches Kriterium für die Permanenz des Gelernten. Tragfähige, hinreichend vernetzte, flexible und bereichsunabhängig aktivierbare Wissensstrukturen zeichnen sich dadurch aus, dass sie auch in unbekanntem wie komplexen Situationen und Lernanforderungen angewandt werden können.

In der pädagogischen Psychologie werden Transferprozesse im Wesentlichen auf Grundlage von drei Paradigmen erklärt:

- Traditionell kognitive Theorien auf Grundlage von Informationsverarbeitungsmodellen beschreiben Transferprozesse als den Abruf von Vorwissensstrukturen, die als Schemata im Langzeitgedächtnis abgelegt sind. Entscheidend für ihre Aktivierung sind zum einen Gemeinsamkeiten in elementaren Eigenschaften (vgl. Singley & Anderson, 1989) sowie Ähnlichkeiten in der Oberflächen- und Tiefenstruktur (vgl. Holyoak, 2012) von Lern- und Anforderungssituation.
- Aus Perspektive der Situierten Kognition wird Lernen als ein aktiver Sozialisationsprozess beschrieben, in dem Wissen in bereichs- und situationsspezifischen Aushandlungen mit der Umwelt entsteht und somit an diese gebunden ist. Durch aktives Handeln entwickeln Lernende situative Handlungsmodelle als Werkzeuge zum mentalen Operieren (vgl. Greeno, Smith & Moore, 1993), die eine Aktivierung in funktional ähnlichen Anforderungssituationen ermöglichen.
- Konstruktivistisch-orientierte Transferrezeptionen beschreiben den Wissensaufbau im Allgemeinen durch Übertragungen von Vorwissensstrukturen (vgl. Bransford, Brown & Cocking, 2000; Lobato, 2012). Neben der direkten Nutzung des Vorwissens bedarf es insbesondere einer stetigen Restrukturierung und Neuinterpretation bestehender Wissensstrukturen, die individuelle Generalisierungen der Schüler zur Folge haben, die als Produkt von Transferprozessen betrachtet werden.

In der experimentalpsychologischen Literatur findet sich eine Vielzahl von Studien zu Transferprozessen mit mathematischen Konzepten als Untersu-

chungsgegenstand. Die Betrachtung dieser Untersuchungen wirft jedoch auch Fragen auf und offenbart Forschungsdesiderata.

Die psychologische Forschung konzentriert sich häufig auf schematische Inhalte und Problemlösesituationen, wie etwa das Umformen von Gleichungen (vgl. Sweller & Cooper, 1985) oder die Anwendung von Pfadregeln in der Stochastik. Es wird in der Regel ein Verfahren gelernt und in einer späteren Transferphase gemessen, wie das Verfahren in einer neuen Lernsituation angewendet wird. Aufgrund der Fertigungsorientierung dieser Studien bleibt zumeist offen, ob die Probanden ein tiefergehendes Verständnis für das Verfahren entwickelt haben oder lediglich gelernt haben, die Bedingungen zur Anwendung eines Lösungsalgorithmus zu erkennen und diesen fehlerfrei anzuwenden. Daher stellt sich die Frage, inwieweit sich Transferprozesse im Aufbau inhaltlicher Vorstellung und dem Verständnis mathematischer Strukturen und Begriffe darstellen.

Zudem folgen die Studien im Wesentlichen zwei Paradigmen: Einerseits haben sie einen Laborcharakter und es wird in kontrollierten instruktionalen Settings eine spezifische Verhaltensänderung der Probanden gefördert. Dementgegen stehen Einzelfallstudien (z.B. Wagner, 2006), die zum Teil ebenfalls unter Laborbedingungen Wahrnehmungs- und Verhaltensänderungen einzelner Probanden über einen mehrstündigen Lehrgang verfolgen. Die Studien werden zumeist mit Studierenden und nicht mit Schülern durchgeführt. Inwieweit sich die hier gewonnenen Kenntnisse auf einen schulischen Lernkontext übertragen lassen, ist nicht geklärt.

Ungeachtet der theoretischen Vielfalt und Vielzahl empirischer Studien zu Transferprozessen mit mathematischen Konzepten als Untersuchungsgegenstand erlauben diese nur wenige Übertragungsmöglichkeiten auf schulische Lernprozesse. Für das schulische Mathematiklernen bedarf es differenzierter Erkenntnisse über Transferprozesse, die zum einen eine Grundlage für die Planung von Unterricht bilden und zum anderen für die Analyse von Lernentwicklungsverläufen bei Schülern zur konstruktiven Erarbeitung von Fördermaßnahmen dienen.

In diesem Zusammenhang bietet das Modell der Grundvorstellungen als eine genuin mathematikdidaktische Theorie (vom Hofe, 1995) einen Rahmen, der diese beiden Aspekte vereint. Zum einen können Analysen auf einer normativen stoffdidaktischen Ebene von Schülervorstellungen, die im Hinblick auf ein didaktisches Ziel aus inhaltlichen Überlegungen hergeleitet werden und Deutungsmöglichkeiten eines Sachzusammenhangs und dessen inhaltlich mathematischen Kerns beschreiben, erfolgen. Zum anderen können deskriptive Analysen Aufschluss über die individuellen und subjektiven Erklärungsmodelle der Schüler geben.

## **Anlage einer Studie zur Untersuchung von Transferprozessen bei der Entwicklung des Bruchzahlbegriffs**

In vielen empirischen Studien stellt sich die Zahlbereichserweiterung von den natürlichen Zahlen zu den Bruchzahlen als ein schwieriger Prozess dar, der konzeptuelle Umbrüche und Erweiterungen von Zahl- und Operationsvorstellungen erfordert. Insbesondere wurden in diesen Studien wesentliche Hürden und Schwierigkeiten in den Lernprozessen der Schüler (vgl. z.B. Wartha, 2007) über ausbleibenden Transfer in Bezug auf die Erweiterung von Grundvorstellungen sowie die Entwicklung von Fehlvorstellungen durch die fälschliche Übertragung von Struktureigenschaften der natürlichen Zahlen erklärt. Auf Grundlage stoffdidaktischer Überlegungen sowie empirischer Befunde lassen sich auf normativer Ebene erforderliche Transferprozesse in der Entwicklung tragfähiger Grundvorstellungen zu Bruchzahlen beschreiben, die einerseits im Zuge der fortschreitenden Begriffsbildung und andererseits im Hinblick auf die Erweiterung von bestehenden Vorstellungen durch Repräsentationswechsel und Variationen der kontextuellen Einbettung erforderlich bzw. wünschenswert sind.

In der geplanten Studie soll untersucht werden, inwieweit und vor allem wie sich die normativ intendierten Transferprozesse in deskriptiven Analysen der individuellen Lernprozesse der Lernenden abbilden und welche Rolle sie in der Grundvorstellungsentwicklung und Begriffsbildung einnehmen. Ferner soll dabei untersucht werden, ob sich neben erwarteten und intendierten auch andere individuelle Transferprozesse beobachten lassen, die Einfluss auf die Entwicklung des inhaltlichen Verständnisses nehmen. Von besonderer Bedeutung wird für die Analyse von Transferprozessen die Nutzung von Repräsentationen als Träger von Vorstellungen sein. Dabei stellt sich die Frage, welche Repräsentationen in der Arbeit der Schülerinnen und Schüler verwendet werden und wie sich ihre Nutzung in Transfer-situationen darstellt und auf diese auswirkt.

Die Studie wird im Rahmen einer unterrichtlichen Einführung der Bruchzahlen in einer fünften Klasse durchgeführt, in der zunächst elementare Vorstellungen zu einfachen Brüchen aufgebaut und im weiteren Verlauf zu komplexeren Bruchzahlvorstellungen erweitert werden sollen.

Zu Beginn und zum Ende der Unterrichtseinheit wird in schriftlichen Tests der Wissenstand der Schüler erhoben. Der Schwerpunkt der Datenerhebung liegt jedoch auf der qualitativen Erfassung der individuellen Entwicklungsverläufe der Schüler. Zu diesem Zweck werden in ausgewählten Sitzungen die Kommunikations- und Argumentationsprozesse der Schüler in Partnerarbeiten auf Video aufgezeichnet. Diese Aufzeichnungen dienen zusammen mit den schriftlichen Schülerdokumenten als Analysegrundlage zur Rekon-

struktion und Beschreibung ihrer individuellen Lern- und Transferprozesse im Verlauf der Unterrichtseinheit.

In den Partnerarbeiten arbeiten die Schüler an Übungsaufgaben zu zuvor im Unterricht eingeführten Inhalten. In den Aufgaben werden einerseits die Oberflächenmerkmale hinsichtlich der genutzten Repräsentationen und Kontexteinbettungen der unterrichtlichen Einführung variiert, um so lösungsrelevante Merkmale herauszustellen (nahe Transferaufgaben). In weiterführenden Aufgaben werden neben den Oberflächenmerkmalen auch andere konzeptuelle Strukturmerkmale fokussiert, die zum Teil stark von den bisher bearbeiteten Aufgaben abweichen (weite Transferaufgaben).

### **Literatur:**

- Bransford, J.D., Brown A.L. & Cocking, R.R. (2000): Learning and Transfer. In: J.D. Bransford, A.L. Brown & R.R. Cocking (Hg.): *How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School*. Washington D.C.: National Academy Press, S. 31-50.
- Greeno, J.G., Smith, D.R. & Moore, J.L. (1993): Transfer of Situated Learning. In: D.K. Dettermann & J.R. Sternberg (Hg.): *Transfer on Trial: Intelligence, Cognition, and Instruction*. Norwood, NJ: Ablex, S. 99-167.
- Holyoak, K.J. (2012): Analogy and Relational Reasoning. In: K.J. Holyoak & R.G. Morrison (Hg.): *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. New York: Oxford University Press, S. 234-259.
- Lobato J. (2012): The Actor-Oriented Transfer Perspective and Its Contributions to Educational Research and Practice. In: *Educational Psychologist* 47(3), S. 232-247.
- Singley, M.K. & Anderson, J.R. (1989): *The Transfer of Cognitive Skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sweller, J. & Cooper, G. (1985): The Use of Worked Examples as a Substitute for Problem Solving in Learning Algebra. In: *Cognition and Instruction*, 2(1), S. 59-89.
- vom Hofe, R. (1995): *Grundvorstellungen mathematischer Inhalte*. Heidelberg u.a.: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- Wagner, J.F. (2006): Transfer in Pieces. In: *Cognition and Instruction*, 24(1), S. 1-71.
- Wartha, S. (2007): *Längsschnittliche Untersuchungen zur Entwicklung des Bruchzahlbegriffs*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.