Stefan SCHUMACHER, Jürgen ROTH, Landau

Darstellungskompetenz – Ein Schlüssel zum forschenden Lernen?!

1. Forschendes Lernen

Eine erste Definition von forschendem Lernen in der Schule könnte lauten: Schülerinnen und Schüler (SuS) lernen forschend, wenn sie sich einen für sie subjektiv neuen Inhalt selbsttätig erarbeiten (vgl. u.a. Roth/Weigand 2014). Auch der kooperative Austausch mit anderen „Forschern“ in einer Gruppe spielt beim forschenden Lernen eine entscheidende Rolle. Der Prozess des forschenden Lernens lässt sich, ausgehend von einer zentralen Fragestellung in drei Phasen gliedern, die von Roth und Weigand in diesem Band näher beschrieben werden.

In der vorgestellten empirischen Untersuchung arbeiten die SuS an einer Laborstation des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ der Universität Landau mit enaktiven Materialien, anschaulichen Beispielen und dynamischen GeoGebra-Simulationen. Das Ziel ist hier inhaltlich-anschaulich Muster und Strukturen im Themengebiet der Bruchrechnung selbsttätig zu entdecken und zu erforschen. Aus didaktischer Perspektive ist demnach das Ziel, durch Eigenaktivität, anhand vielfältiger Anschauungsmittel, den Aufbau von Grundvorstellungen zum Bruchzahlbegriff und ausgewählten Rechenoperationen der Bruchrechnung zu fördern.

Die verwendeten Arbeitsmaterialen werden u.a. in Schumacher & Roth 2013 und Roth 2013 näher beschrieben und können unter der Adresse www.mathe-labor.de/stationen/mathematik_und_kunst/ abgerufen werden.

2. Darstellungskompetenz

Darstellungen lassen sich nach Schnotz und Kollegen (2011) in Depiktionen und Deskriptionen unterscheiden. Depiktionen zeichnen sich durch eine strukturelle Analogie zum zu repräsentierenden Gegenstand aus. So ist eine „Pizzadarstellung“ einer Bruchzahl als Depiktion zu verstehen, da eine strukturelle Analogie besteht: Ein Ganzes wird in drei deckungsgleiche Teilflächen zerlegt. Die Bruchschreibweise hingegen ist als Deskription zu verstehen, da das Zeichen 1/3 nur über eine vorher festgelegte Konvention richtig zu entschlüsseln ist. Sowohl die Pizzadarstellung als auch das Zeichen 1/3 sind direkt wahrnehmbar und somit externe Repräsentationen. Das Konzept der Depiktionen und Deskriptionen lässt sich auch auf interne Repräsentationen übertragen und kann herangezogen werden, um die Grundvorstellung „Teil eines Ganzen“ aus kognitionspsychologischer Sicht theo-

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1123–1126). Münster: WTM-Verlag

retisch zu fundieren. Die Grundvorstellung „Teil eines Ganzen“ lässt sich als Zusammenspiel mehrerer interner Repräsentationen beschreiben. Wenn die interne Repräsentation des Zeichens 1/3 mit einer depiktionalen, internen Darstellung, einem mentalen Modell z.B. einer Pizzadarstellung und der dazu passenden mentalen Beschreibung/Deskription verknüpft ist, kann die Grundvorstellung als aufgebaut betrachtet werden. Die Schüler/innen können das Zeichen 1/3 dann auf eine semantisch reichhaltige Weise interpretieren. Auf diese Grundvorstellung zurückgreifend können sie z. B. Probleme lösen, oder syntaktische Operationen auf deren inhaltliche Bedeutung hin überprüfen.

Zur Darstellungskompetenz gehört neben der Fähigkeit vorgegebene Darstellungen zu interpretieren und mental zwischen Darstellungen zu wechseln als weitere Dimension die Fähigkeit eigenständig adäquate Darstellungen zu einem Inhalt zu erzeugen (vgl. Schnotz et al. 2011). Die beiden Dimensionen sind in Abbildung 1 durch Pfeile repräsentiert. Im Fall der ersten Dimension führen die Pfeile von Depiktionen bzw. Deskriptionen ins kognitive System während sie im Fall der zweiten Dimension aus dem kognitiven System zu Depiktionen und Deskriptionen führen.

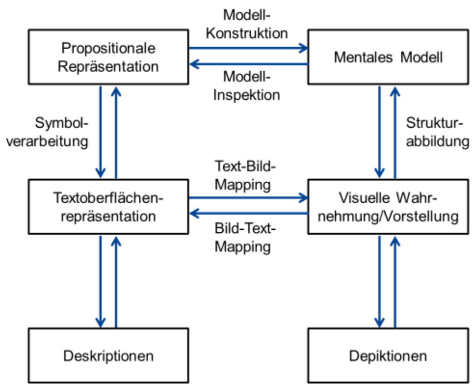

Abb. 1: Integriertes Modell des Text- und Bildverstehens aus Schnotz et al. 2011

3. Darstellungskompetenz und forschendes Lernen

In allen Phasen des forschenden Lernens ist mindestens eine der beiden Dimensionen der Darstellungskompetenz ausschlaggebend. In diesem Artikel soll die Bedeutung der zweiten Dimension hervorgehoben werden, denn „Forschendes Lernen kann nur gewinnbringend sein, (…) [wenn] Vorgehensweisen und Ergebnisse dargestellt werden.“ (Roth 2013, S. 2). Um Vorgehensweisen und Ergebnisse (extern) darzustellen, müssen Schüler/innen in der Lage sein, externe Darstellungen zu erzeugen. Unsere Erfahrungen aus dem Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ haben gezeigt, dass Schüler/innen selten intrinsisch motiviert sind, Ergebnisse festzuhalten und z.T. auch große Schwierigkeiten mit der adäquaten Darstellung der Vorgehensweisen und Ergebnisse haben.

Eine Lösung dieses Problems sehen wir, in der gezielten Gestaltung der Labor-Lernumgebung, denn „die Gestaltung experimenteller Lernumgebungen erfordert klare Vorstellungen darüber, was gelernt werden soll und wie das Labordesign das Arbeitsverhalten, die Lernprozesse sowie die Kooperation und Kommunikation der Lernenden beeinflusst.“ (Euler 2010, S. 811)

Deshalb geht die hier vorgestellte empirische Untersuchung der Frage nach, durch welche Gestaltungselemente die Schüler/innen bei der Darstellung der Vorgehensweisen und Ergebnisse unterstützt werden können. Eine Möglichkeit Schüler/innen zum Festhalten der Ergebnisse anzuregen, sind Prompts, die in den Arbeitsheften des Mathematik-Labors an geeigneten Stellen platziert werden. Nach Berthold, Eysing und Renkel (2008 S.347) sind Prompts Aufforderungen an die SuS, die Lerninhalte auf eine bestimmte Art zu verarbeiten. In der hier vorgestellten Untersuchung wurden Prompts auf zwei verschiedenen Instruktionsniveaus eingesetzt:

Instruktionsniveau 1: Aufforderung Ergebnisse festzuhalten

Instruktionsniveau 2: Aufforderung Ergebnisse festzuhalten und Vorgabe von Satzanfängen bzw. Ansätzen zu Skizzen

Dabei wurden sechs Schulklassen in zwei Untergruppen geteilt. Die erste Untergruppe (E1, N = 59) arbeitete im Mathematik-Labor mit Arbeitsheften mit Prompts auf Instruktionsniveau 1 während die zweite Unterruppe (E2, N = 65) mit Prompts auf Instruktionsniveau 2 arbeitete. Eine dritte Gruppe, die Kontrollgruppe (KG, N = 30), besuchte nicht das Mathematik-Labor und wurde regulär, zu gleichen Inhalten, in der Schule unterrichtet.

4. Empirische Ergebnisse

In der Untersuchung wurden Daten zu drei Messzeitpunkten (Pre-, Post- und Follow-Up-Test) erhoben. Zum einen wurde die Leistung und zum anderen die Fähigkeit erfasst, zentrale Inhalte eines Problemlöseprozesses zu identifizieren und darzustellen, die im Folgenden als Protokollierfähigkeit bezeichnet wird. Die Leistung wurde mit einem klassischen Leistungstest erhoben. Die Messung der Protokollierfähigkeit basiert auf der Idee, den Schüler/inne/n in der Testsituation ein ca. 2 minütiges Video, ein sogenanntes Video-Item, zu präsentieren, in dem anhand von Legematerialien ein Problemlöseprozess

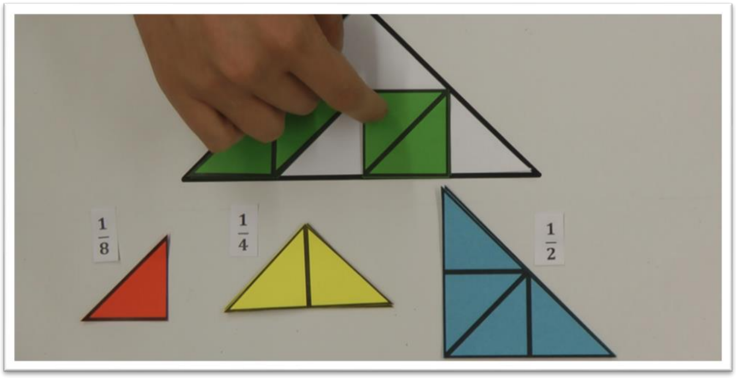

Abb. 2: Screenshot eines Video-Items

aus dem Bereich der Bruchrechnung beschrieben wird (siehe Screenshot Abb.2).

Der Auftrag an die Schüler/innen lautete, den Inhalt des Videos so darzustellen, dass die Aufzeichnungen zur Vorbereitung auf die nächste Klassenarbeit genutzt werden können.

Für alle Gruppen (E1, E2, KG) kann ein hoch signifikanter Leistungszuwachs nachgewiesen werden (Anova mit Messwiederholung: $F(2,302) = 395{,}98$; $p < .01$). Bezogen auf die Leistungsentwicklung ergeben sich, über die drei Messzeitpunkte hinweg, keine signifikanten Unterscheide zwischen den drei Gruppen. Daraus kann geschlossen werden, dass selbständig-forschendes Lernen ebenso erfolgreich sein kann, wie klassischer, lehrerzentrierter Unterricht.

Erste Ergebnisse bezogen auf die Entwicklung der Protokollierfähigkeit deuten darauf hin, dass Schüler/innen, die im Mathematik-Labor forschend gelernt haben, tendenziell mehr Inhalte des Video-Items erfassen und diese darstellen können (vgl. Abb. 3). Die Unterschiede der Gruppen sind allerdings nicht signifikant. Hervorzuheben ist allerdings, dass die Schüler/innen der KG zum dritten Messzeitpunkt wieder auf ihr Ausgangsniveau zurückfallen, während dies bei den Schüler/innen der beiden Experimentalgruppen nicht der Fall ist.

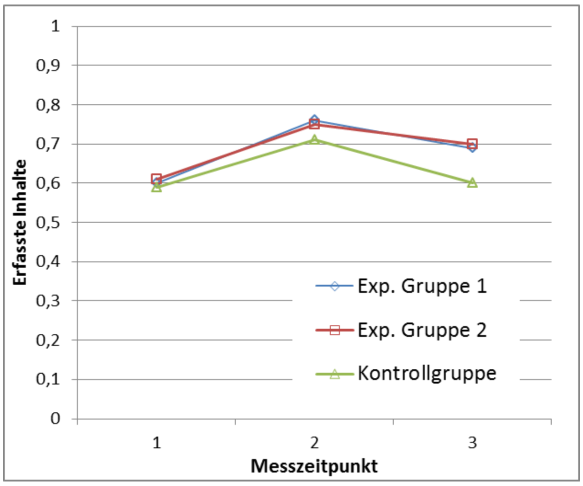

Abb. 3: Entwicklung bezogen auf den relativen Anteil erfasster Inhalte

5. Literatur

Berthold, K., Eysink, T. H. S., & Renkl, A. (2008). Assisting self-explanation prompts are more effective than open prompts when learning with multiple representations. *Instructional Science*, *37*(4), 345-363.

Euler, M. (2010): Schülerlabore: Lernen durch Forschen und Entwickeln. – In: Kircher, E./ Girwidz, R./ Häußler, P. (Hrsg.) (2010): Physikdidaktik - Theorie und Praxis. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 799-818.

Roth, J. (2013): Vernetzen als durchgängiges Prinzip – Das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr". In: Anna S. Steinweg (Hrsg.): Mathematik vernetzt. Band 3 der Reihe "Mathematikdidaktik Grundschule", UBP (University of Bamberg Press), Bamberg. S. 65-80.

Roth, J., & Weigand, H.-G. (2014). Forschendes Lernen im Mathematikunterricht: Eine Annäherung. Erscheint in mathematik lehren, (184).

Schnotz, W.; Baadte, C.; Müller, A.; Rasch, R. (2011):Kreatives Denken und Problemösen mit bildlichen und beschreibenden Repräsentationen. In: Sachs-Hombach, K.,Totzke, R. (Hrsg.): Bilder-Sehen-Denken. Herbert von Halem Verlag,Köln. S.204-252

Schumacher, S., & Roth, J. (2013). Bruchzahlbegriff und Bruchrechnung - Grundvorstellungen im Schülerlabor erarbeiten. In G. Greefrath, F. Käpnick, & M. Stein (Eds.), BZMU 2013. Vorträge auf der 47. Tagung für Didaktik der Mathematik. Münster: WTM, Verl. für Wiss. Texte und Medien. S. 926-929.