Prediger, Susanne (2015). Sprachförderung im Mathematikunterricht - Ein Überblick zu vernetzten Entwicklungsforschungsstudien. In: Franco Caluori, Helmut Linneweber-Lammerskitten, Christine Streit (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht. Münster: WTM, 720-724.

Susanne PREDIGER, Dortmund

Sprachförderung im Mathematikunterricht - Ein Überblick zu vernetzten Entwicklungsforschungsstudien

Sprache muss auch im Mathematikunterricht gefördert werden, aber welche Sprachmittel genau? Und wie? Der Kurzbeitrag gibt einen Überblick über Entwicklungsforschungsstudien aus dem Dortmunder MuM-Projekt, in denen für unterschiedliche mathematische Themen spezifiziert wird, welche Sprachmittel tatsächlich benötigt werden und mit welchen sprach- und fachdidaktischen Designprinzipien diese erarbeitet werden können.

1. Ausgangspunkt: Hürden für sprachlich schwache Lernende in Prüfungs- und Lernprozessen verstehen und überwinden

Fragt man Lehrkräfte, bei welchen Tätigkeiten im Unterricht sprachlich schwache Schülerinnen und Schüler besondere Schwierigkeiten haben, so werden meist Lesen und Formulieren genannt. Auch empirische Studien fokussieren oft auf das Lesen in Prüfungssituationen und betonen etwa, dass die Leistungsunterschiede zwischen sprachlich Schwachen und Starken bei Textaufgaben besonders groß seien. Ein Test zu Prozentrechnung in Klasse 7 (Pöhler, Prediger, Weinert 2015) zeigt dagegen, dass bei gleichbleibenden mathematischen Anforderungen die Textaufgaben zu bekannten Aufgabentypen zwar von allen Lernenden schlechter gelöst werden als in entkleideten oder graphisch gestützten Aufgabenformaten. Doch sind die Leistungsunterschiede zwischen den Sprachgruppen für Textaufgaben nicht größer als für die anderen Aufgabenformate. Auch in den Zentralen Prüfungen der Klasse 10 erweisen sich (speziell für sprachlich Schwache) konzeptuelle und prozessuale Hürden als größere Herausforderung als reine Lesehürden (Prediger et al. i.V).

Diese Befunde verweisen darauf, dass Sprache neben einer kommmunikativen Funktion (Sprache als Mittel zum Austausch, z.B. Lesen, Schreiben, mündlich Formulieren) auch eine kognitive Funktion hat, also ein kognitives Werkzeug in Lern- und Denkprozessen bildet. Gerade in konzeptuell oder prozessual anspruchsvollen Prozessen können sich Einschränkungen in der Sprachkompetenz daher besonders bemerkbar machen (ebda.).

Um mögliche Wirkungsweisen der kognitiven Funktion von Sprache in den Lern- und Denkprozessen genauer zu untersuchen, sind daher Lernprozessstudien erforderlich. Dazu müssen die Lernprozesse, z.B. zum Aufbau von konzeptuellem Verständnis, zunächst durch ein geeignetes Design von Lern-Lernarrangements angeregt werden. Durch qualitative Analyse von Designexperimenten können die Hürden in Lernprozessen identifiziert und

In F. Caluori, H. Linneweber-Lammerskitten & C. Streit (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2015*. Münster: WTM-Verlag

darauf aufbauend fach- und sprachintegrierte Förderansätze zu ihrer Überwindung ausgearbeitet werden (Prediger 2013a, b).

2. Überblick zu vernetzten Teilprojekten

Ein solches sprach- und prozessbezogenes Forschungs- und Entwicklungsprogramm wird im Dortmunder MuM-Projekt (Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit) in mehreren Teilprojekten für unterschiedliche Teilbereiche verfolgt, die sich jeweils methodologisch in der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung verorten (Prediger 2013a). Dabei werden jeweils verschiedene Aspekte der kommunikativen und kognitiven Funktion von Sprache verknüpft, z.B.:

- Brüche verstehen - Vorstellungsentwicklung durch Darstellungsvernetzung, Scaffolding und forcierter Verbalisierung (Teilprojekt MuM-Brüche, Prediger 2013, Prediger & Wessel 2013, Wessel 2015)
- Terme interpretieren und aufstellen - Vorstellungsentwicklung und Lesestrategien durch konzeptuelles und strategisches Scaffolding (Teilprojekt MuM-Terme, Prediger & Krägeloh 2015, Krägeloh & Prediger 2015)
- Prozente verstehen und nutzen – durch konzeptuelles und lexikalisches Scaffolding (Teilprojekt MuM-Prozente, Prediger & Pöhler 2015)
- Fehler bei Prozenten schriftlich erklären – in durch vorstellungsbezogene Schreibarrangements mit Sprachgerüsten (Zwetzschler in diesen BzMU15)
- Funktionale Zusammenhänge verstehen und mathematisieren (MuM-Funktionen, Zindel in diesen BzMU15)

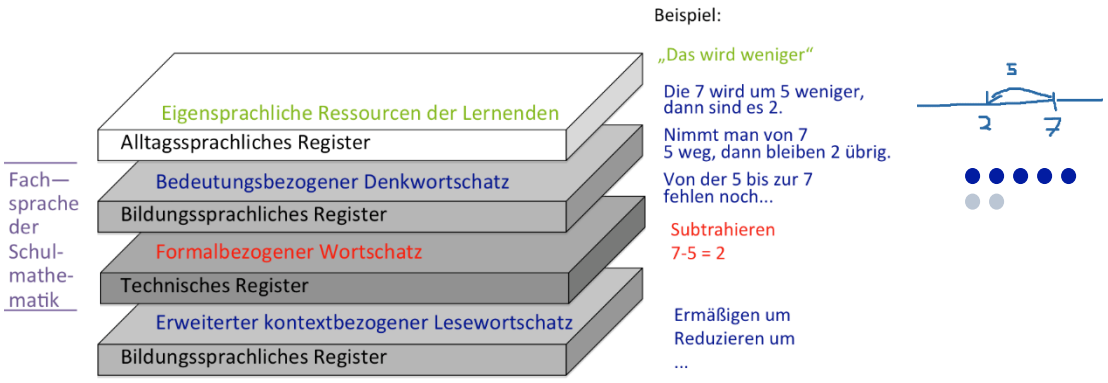
In zwei Mixed-Methods-Interventionsstudien werden darüber hinaus effektbezogene Wirksamkeit und prozessbezogene Wirkungen ausgewählter sprach- und fachintegrierter Designprinzipien genauer untersucht:

- einsprachige versus zweisprachige Förderung (BMBF-Projekt MuM-Multi, 2014-2017)
- ganzheitliche versus fokussierte Förderung (DFG-Projekt MESUT, 2014-2017; zum Unterschied vgl. Meyer & Prediger 2012)

Im nächsten Jahr werden daher auch empirisch belastbare Aussagen zur Lernwirksamkeit bestimmter Designprinzipien auf das fachliche und sprachliche Lernen zu erwarten sein. Sie bauen auf dem zuvor herausgearbeiteten Prinzip zur Strukturierung der sprachlichen Lerngegenstände auf:

3. Exemplarisches Ergebnis der Entwicklungsforschung: Strukturierungsprinzip für gestufte Sprachschatzarbeit

Bevor mit den Designprinzipien das WIE der fach- und sprachintegrierten Förderung entwickelt und beforscht werden kann, muss das WAS der Förderung geklärt werden. Beim Spezifizieren und Strukturieren sprachlicher Lerninhalte für die Unterstützung von Vorstellungsentwicklungsprozessen hat es sich bewährt, nicht nur die formalbezogenen Sprachmittel im technischen Register in den Blick zu nehmen, sondern auch die bedeutungsbezogenen Sprachmittel, die zur mentalen Konstruktion und Verbalisierung von Bedeutungen gebraucht werden (vgl. Abbildung sowie Prediger 2015). Die relevante Fachsprache der Schulmathematik umfasst demnach neben formalbezogenen Sprachmitteln (wie z.B. Subtrahieren oder 7-5 = 2) auch viele Sprachmittel des bildungssprachlichen Registers. Für das Beispiel Subtrahieren gehören dazu neben graphischen Darstellungen in Punktebildern und Zahlenstrahlen auch Satzbausteine wie „ich nehme ... weg von ...“. Diese werden ausgehend von den eigensprachlichen Ressourcen der Lernenden aus dem alltagssprachlichen Register aufgebaut. Zum Beispiel enthält die Formulierung eines Kindes „Es wird weniger“ zwar schon eine wichtige Idee der Veränderung; sie muss aber ausgebaut werden zu „Die 7 wird um 5 weniger, dann sind es 2“, um nicht nur die Richtung der Veränderung, sondern auch ihre genaueren Quantitäten ausdrücken zu können.



Für gezielte, themenspezifische Sprachschatzarbeit im Unterricht wird zu jedem mathematischen Thema ein bedeutungsbezogener Denkwortschatz spezifiziert, um die sprachlichen Voraussetzungen zur Vorstellungsentwicklung zu identifizieren und gezielt anbieten zu können. Dazu werden in den genannten Teilprojekten die Vorstellungsentwicklungsprozesse von sprachlich schwachen und starken Lernenden vergleichend analysiert.

Durch korpuslinguistische Analysen wird zudem der notwendige erweiterte kontextbezogene Lesewortschatz bestimmt, zu dem weitere Synonyme für die gleichen Konzepte erfasst werden wie „reduzieren um“. Diese werden in einer gestuften Sprachschatzarbeit sukzessive erarbeitet (Prediger 2015).

4. Ausblick

Da die Frage der notwendigen Sprachschatzarbeit bislang vorrangig für den Aufbau inhaltlicher Vorstellungen im verstehensorientierten Unterricht bearbeitet wurde, besteht weiterer Spezifizierungsbedarf für andere Wissens- und Könnensfacetten der Mathematik. Auch für diese ist die Methodologie der Entwicklungsforschung (mit ihrer iterativen Vernetzung von Entwicklung erster Förderangebote und Beforschung ihrer Wirkungen und Gelingensbedingungen) sehr geeignet und verspricht weitere interessante Forschungs- und Entwicklungsergebnisse.

Literatur

(viele auf der Homepage der Autorin verfügbar, ggf. nach einer Sperrfrist)

Webseite des MuM-Projekts: http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger → Projekte → MuM

Krägeloh, N. & Prediger, S. (2015, im Druck). Der Textaufgabenknacker – Ein Beispiel zur Spezifizierung und Förderung fachspezifischer Lese- und Verstehensstrategien. Erscheint in MNU 68(3).

Meyer, M. & Prediger, S. (2012). Sprachenvielfalt im Mathematikunterricht - Herausforderungen, Chancen und Förderansätze. Praxis der Mathematik i.d.S., 54(45), 2-9.

Pöhler, B., Prediger, S. & Weinert, H. (2015, im Druck). Cracking percent problems in different formats. Erscheint in Proceedings of CERME 8, Prag.

Prediger, S. (2013a). Sprachmittel für mathematische Verstehensprozesse – Einblicke in Probleme, Vorgehensweisen und Ergebnisse von Entwicklungsforschungsstudien. In A. Pallack (Hrsg.), Impulse für eine zeitgemäße Mathematiklehrer-Ausbildung. MNU-Dokumentation der 16. Fachleitertagung (S. 26-36). Neuss: Seeberger.

Prediger, S. (2013b). Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutungen und Beziehungen. In M. Becker-Mrotzek et al. (Hrsg.). Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen (S. 167-183). Münster et al.: Waxmann.

Prediger, S. (2015, im Druck). „Kapital multiplizirt durch Faktor halt, kann ich nicht besser erklären"- Sprachschatzarbeit für einen verstehensorientierten Mathematikunterricht. Erscheint in I. Petersen, T. Tajmel, B. Lütke (Hrsg.), Fachintegrierte Sprachbildung. Berlin: de Gruyter.

Prediger, S. & Krägeloh, N. (2015, im Druck). "x-arbitrary means any number, but you do not know which one". The epistemic role of languages while constructing meaning for the variable as generalizers. Erscheint in A. Halal & P. Clarkson (Hrsg.), Teaching & Learning Mathematics in Multilingual Classrooms. Rotterdam: Sense.

Prediger, S. & Wessel, L. (2013). Fostering German language learners' constructions of meanings for fractions – Design and effects of a language- and mathematics-integrated intervention. Mathematics Education Research Journal, 25(3), 435-456.

Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Benholz, C. & Gürsoy, E. (i.V., eingereicht 2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen.

Wessel, L. (2015). Fach- und sprachintegrierte Förderung durch Darstellungsvernetzung und Scaffolding. Ein Entwicklungsforschungsprojekt zum Anteilbegriff. Heidelberg: Springer Spektrum.