

Gabriele KAISER, Inga SCHWARZ, Hamburg

Mathematiklernen bei einer sprachlich und kulturell heterogenen Schülerschaft

Die unumstrittene Bedeutung der sprachlichen Lernvoraussetzungen für den Bildungserfolg erweist sich für Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund auf eine besondere Weise ausschlaggebend: Der u.a. in PISA 2000 festgestellte Leistungsrückstand dieser Population in Bezug auf das Leseverständnis in deutscher Sprache wirkt sich kumulativ in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungsbereichen aus.

Im Folgenden wird über einige Ergebnisse einer Studie berichtet, die unter besonderer Berücksichtigung der Erstsprache von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund untersucht, in welcher Weise die unterschiedlichen sprachlichen Voraussetzungen deren Verarbeitung mathematischen Lehrstoffs beeinflussen¹. Der Fokus dieser Untersuchung liegt auf der fachbezogenen Sprachstandsanalyse und der Auswertung der Lese- und Verstehensmuster. Eine solche Auswertung erfolgt eingebettet in die Rekonstruktion des Modellierungskreislaufs, wobei die Vorstellungen der Lernenden von der realen Situation und ihre Übersetzung ins mathematische Modell untersucht werden.

Der Datenkorpus der Untersuchung bezieht sich auf Sprachproben von 20 Jugendlichen mit russischem Sprachhintergrund. Die Sprachproben beinhalten Paraphrasen einer mathematischen Textaufgabe sowie das entsprechende Lösungsvorgehen. Bei der Vorlage handelt es sich um eine Textaufgabe aus dem Lehrbuch für Mathematik (Mathe live 7, 2000, S. 19):

Im Salzbergwerk Bad Friedrichshall wird Steinsalz abgebaut. Das Salz lagert 40 m unter Meereshöhe, während Bad Friedrichshall 155 m über Meereshöhe liegt. Welche Strecke legt der Förderkorb bis zur Erdoberfläche zurück?

Dieser Aufgabentext wurde als Elizitierungsvorlage ausgewählt, da er viele Charakteristika der Bildungssprache aufweist: Der Inhalt wird meist durch zusammengesetzte Substantive vermittelt; der Strukturwortschatz in Form von Präpositionen hat eine zentrale Funktion; die Konjunktion „während“ wird nicht temporal (wie geläufig), sondern konfrontativ verwendet. Darüber hinaus entstammt der Sachkontext der Aufgabe nicht der Alltagswelt der Kinder.

Das durch die Sprachproben gewonnene Datenmaterial wurde in qualitativ orientierten Fallstudien ausgewertet mit dem Ziel, Muster als theoretische Beschreibungen zu entwickeln, in denen exemplarisch Umgangsweisen mit realitätsbezogenen Aufgaben deutlich werden.

¹ Diese Studie geht auf das DFG-Projekt von Gogolin, Kaiser, Roth „Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität“ zurück.

Ergebnisse - Muster in der Bearbeitung von Textaufgaben

In allen untersuchten Fällen konnten zwei Phänomene rekonstruiert werden, die eine zentrale Stellung bei der Auseinandersetzung der russischsprachigen Schülerinnen und Schüler mit der mathematischen Textaufgabe einnehmen. Diese Phänomene sind zum einen **das Aufbauen des Aufgabenverständnisses über Substantive** und zum anderen **die Vernachlässigung des Strukturwortschatzes**.

Der Zugriff auf einen Text über das Verstehen von Substantiven, die Inhalte transportieren, ist charakteristisch für die Auseinandersetzung von Mehrsprachigen mit Texten in der Zweitsprache. Auffällig in den vorliegenden Sprachproben ist, dass zentrale Begriffe der verwendeten Textaufgabe den Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten bereiten bzw. nicht bekannt sind. Hierzu im Folgenden einige Beispiele:

- Interpretation von „Salzbergwerk“²

D: (4 Sek.) in einem Berg wird Salz abgebaut

I: hm [bestätigend]...

D: und und dies/ dieses Berg ist hundertfünfundfünfzig Meter über dem/ der Meereshöhe

- Verständnis von „Meereshöhe“

I: hm (4 Sek.) [...] Meereshöhe – was kannst du dir drunter vorstellen ...

D: ist eine Linie [lacht] so na ja

I: ja

D: das Wasser bleibt ja stehen \$ sie hat ja keine – Hügel \$

I: \$ aha \$

D: Meereshöhe – na wie hoch das Wasser ist

Es wird deutlich, dass insbesondere Komposita bei der Erschließung der Wortbedeutungen problematisch sind. Eine Analyse der Verstehensmuster zeigt eine durchgehend gleiche Art und Weise, mit solchen Verständnisschwierigkeiten umzugehen. Die Probanden **zerlegen die Komposita** in ihre Bestandteile und verwenden die Einzelbedeutungen für die weitere Auseinandersetzung mit der Textaufgabe. Dieses Muster wird im Folgenden eingehender dargestellt: Dabei werden zunächst die Ausprägungen dieses Musters und anschließend die funktionale Bedeutung seiner Anwendung beschrieben.

Das Muster wird hauptsächlich in Bezug auf die Begriffe „Meereshöhe“ und „Erdoberfläche“ aktiviert. Es zeigt sich, dass in keinem der Fälle das ebenfalls zusammengesetzte Substantiv „Förderkorb“ durch diese Vorgehensweise erschlossen wurde. Aus diesem Grund kann die Hypothese auf-

² Die Transkriptauszüge sind geglättet und gekürzt.

gestellt werden, dass das Muster der Kompositazerlegung nur dann angewendet wird, wenn die Bedeutungen der Einzelteile der zusammengesetzten Wörter Schülerinnen und Schülern bekannt sind, und diese Einzelbedeutungen im Kontext der Textaufgabe aus der Sicht der Probanden Sinn ergeben bzw. sie bei der Aufgabenlösung weiterführen.

Das Muster konnte in drei Ausprägungen beobachtet werden: **1)** Verwendung von lediglich dem ersten Teil des Kompositums in der weiteren Bearbeitung; **2)** Reduktion des Kompositums auf den bekannten/ Sinn machenden Teil; **3)** Schaffung einer neuen Wortbedeutung, indem die Teilbedeutungen des zusammengesetzten Substantivs wörtlich genommen werden (vgl. den Transkriptauszug zu „Meereshöhe“).

Eine Analyse der Sprachproben mit dem Fokus auf funktionale Aspekte des Mustergebrauchs ergibt, dass dieser den mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern einen aktiven Gebrauch der Komposita erleichtert bzw. überhaupt ermöglicht. Dies gilt sowohl für das Leseverstehen als auch für die Paraphrase mit eigenen Worten. Das **Weglassen von Teilbedeutungen** „sorgt“ außerdem dafür, dass den Probanden überhaupt Begriffe zur Verfügung stehen.

Auf der **textuellen Ebene** ermöglicht die Anwendung des Musters die Konstruktion eines subjektiv sinnvollen Sachkontextes. In einigen Fällen reichte dieser Kontext aus, um auf dessen Grundlage eine Mathematisierung vorzunehmen, im anderen Fall bedurfte es jedoch des „episodischen Erzählens“ (Malle 1993), d.h. einer Erweiterung des gegebenen Sachkontextes, damit eine Mathematisierung erfolgen konnte.

Ein weiteres Muster, das bei der Bearbeitung der Textaufgabe in allen untersuchten Sprachproben eine Rolle spielt, stellt die **Vernachlässigung des Strukturwortschatzes**³ dar. Dieses Phänomen ist gleichermaßen wie der Zugriff auf einen Text über Substantive charakteristisch für das Zweitsprachverstehen von Mehrsprachigen (vgl. z.B. Rösch 2003). Allen untersuchten Fällen gemeinsam ist, dass die Bedeutung der Präpositionen für eine zielführende Lösung nicht in ihrer Tragweite erkannt wurde. Die Ausdifferenzierungen im Auftreten dieses Musters in den Sprachproben manifestieren sich entlang zweier Dimensionen: **der Phase im Modellierungskreislauf**, in der es auftritt, und der **Intensität seiner Auswirkung auf das Verständnis** der gesamten Textaufgabe. Je nachdem, ob die Bedeutung der Präpositionen bereits in der mentalen Situationsrepräsentation berücksichtigt wurde oder nicht, ist ein nicht zielführendes Realmodell – im ersteren

³ Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf den Umgang mit den Präpositionen „unter“ und „über“ (vgl. Aufgabentext).

Fall - oder eine Mathematisierung, der die entscheidenden mathematischen Bedeutungskomponenten von „über“ und „unter“ fehlen, die Folge. Die rekonstruierten Muster beeinflussen sich zum Teil gegenseitig: So bedingt in einigen Fällen der Zugriff auf die Aufgabe über Substantive eine Nicht-Beachtung der strukturtragenden Elemente des Textes. In diesem Fall ist es für ein zielführendes Lösungsvorgehen entscheidend, ob die Lernende die Fachbegriffe kennen: Ist es der Fall, wirkt sich die Vernachlässigung des Strukturwortschatzes nicht nachteilig auf den Lösungserfolg aus. Fehlt diese Kenntnis allerdings, können die Probanden die Gesamtbedeutung des Textes aus dem Kontext, mit Hilfe von Präpositionen, nicht erschließen.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Verlauf der Untersuchung ließen sich drei unterschiedliche Ursachen für die Probleme der zweisprachigen Jugendlichen aus den Sprachproben rekonstruieren: **1)** Schwierigkeiten beim Herausbilden von theoretischen Begriffen (Dörfler 1988) **2)** fehlende mentale Vorstellung von theoretischen Konstrukten wie z.B. „Meereshöhe“ **3)** Schwierigkeiten mit implizit gegebenen Informationen. Als ein weiteres besonderes Hindernis erweist sich der deutschlandspezifische Kontext der eingesetzten und vieler realitätsbezogener Aufgaben, der nicht zu einem gesicherten Wissensbereich bei zugewanderten Schülerinnen und Schülern gezählt werden kann.

Als mögliche Konsequenz der vorliegenden Untersuchungsergebnisse erscheint aus mathematikdidaktischer Sicht eine sorgfältige Analyse der Aufgabentexte in Bezug auf Komposita als inhaltstragende Elemente und des Strukturwortschatzes notwendig. Eine nicht minder große Rolle kommt der Analyse von implizit verwendetem Wissen und Regeln zu mit dem Ziel, das gemeinsame Verständnis durch entsprechende Explizierungen zu sichern.

Literatur

Dörfler, W. (1988): Begriff als Tätigkeitsstruktur – Zur Unterscheidung von empirischem und theoretischem Begriff. In: Bender, P. (Hrsg.): Mathematikdidaktik: Theorie und Praxis. Berlin: Cornelsen, S. 29-36.

Gogolin, I. et al. (2004): Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität. Unveröffentlichter Abschlussbericht an die DFG. Hamburg, Universität Hamburg.

Kietzmann, U., Kliemann, H. & Pongs, R. (2000): Mathe live 7. Stuttgart: Klett.

Malle, G. (1993): Didaktische Probleme der elementaren Algebra, Braunschweig: Vieweg.

Rösch, H. (Hrsg.) (2003): Deutsch als Zweitsprache. Grundlagen, Übungsideen, Kopiervorlagen zur Sprachförderung. Hannover: Schroedel.