

Angela STACHELBERGER, Wien

## **Mathematik Lernen im bilingualen Diskurs – Sprachliche Dimensionen von Problemlöseprozessen**

### **1. Hintergrund der Studie**

Im Lichte wachsender Globalisierung stellen politische, ökonomische und soziale Entwicklungen nationale Bildungssysteme vor die Herausforderung, die zu vermittelnden Fachkompetenzen im interkulturellen Diskurs anwendbar zu machen. Die Symbiose von Fach- und Fremdsprachenunterricht, die europaweit unter dem Begriff *Content and Language Integrated Learning* (CLIL) subsumiert wird, scheint ein viel versprechender Weg, dieser Herausforderung gerecht zu werden. Quintessenz dieses Ansatzes ist die integrative Sprach- und Inhaltsvermittlung, wobei rigide Grenzen zwischen Unterrichtsgegenständen durchbrochen werden und Sach- und Sprachlernen in ein gleichberechtigtes Miteinander treten. Coyle u.a. (2010) zufolge ist CLIL 'a dual-focussed educational approach in which an additional language is used for the learning and teaching of both content and language' (Coyle u.a., 2010, S.1).

Die für den CLIL-Unterricht konstitutiven Zielformulierungen beziehen sich vorwiegend auf die Bereiche Kultur, Sprache, Inhaltslernen und Kognition. Wurde traditionell vor allem die Verbesserung der Sprachkompetenz durch verstärkten Kontakt mit der Zielsprache als primärer Mehrwert des CLIL-Unterrichts in den Vordergrund gestellt, so rücken nicht zuletzt durch zunehmende interdisziplinäre Aktivitäten aktuell inhaltliche und lerntheoretische Dimensionen stärker ins Bewusstsein. Zum einen eröffnet das Arbeiten in zwei Sprachen die Möglichkeit der Auseinandersetzung mit Lehrinhalten aus verschiedenen Perspektiven, da bilinguales Lehren und Lernen ein größeres Repertoire an Darstellungs- und Betrachtungsformen bietet (vgl. Darn, 2006). Zum anderen wirkt das Lernen in der Fremdsprache positiv auf die kognitive Entwicklung, da insbesondere das wechselseitige in Bezug setzen und Vergleichen zweier semantischer Systeme zusätzliche kognitive Ressourcen beansprucht und Vorteile für die Denk- und Lernfähigkeit sowie kognitive Flexibilität der SchülerInnen bringt (vgl. Coyle u.a., 2010; Jäppinen, 2005). Weiters eröffnen sprachliche Barrieren das Potential einer intensiveren Auseinandersetzung mit Lehrinhalten. Da in der Fremdsprache dargebrachte Inhalte eine zusätzliche Herausforderung darstellen, sind größere kognitive Bemühungen erforderlich als in der Erarbeitung von Lehrstoff in der Muttersprache (vgl. Van de Crean u.a., 2007). Auch

Studien mit speziellem Bezug zur Didaktik der Mathematik zeigen, dass die Sinnkonstruktion in fremdsprachlichen Textaufgaben mathematisches Denken unterstützt (vgl. Barwell, 2009) bzw. bilinguale LernerInnen über ausgeprägte metakognitive Fähigkeiten verfügen, die es ihnen ermöglichen, Problemlöseprozesse effektiver zu reflektieren (vgl. Clarkson, 2007). Daher könnte mit Wolff (2007) gefolgert werden, dass bilinguale LernerInnen generell die besseren InhaltslernerInnen sind, da sie Inhalte in der Fremdsprache tiefer verarbeiten und komplexere Konzepte und Schemata konstruieren.

Lerntheoretisch entspricht die wachsende Bedeutung von CLIL dem Paradigmenwechsel zu soziokulturellen und sozialkonstruktivistischen Lerntheorien, die die Rolle der Sprache als soziales Phänomen hervorheben und den Prozess des Wissenserwerbs durch Teilnahme an sozialen Beziehungen definieren. Grundlage dafür bildet die Ansicht, dass kognitive Entwicklung nicht ohne soziale Interaktion gedacht werden kann, und Lernen durch Ko-Konstruktion in sozialer Umgebung stattfindet. Da CLIL-Unterricht, ausgelöst durch den Einsatz der Fremdsprache, eine Intensivierung der Bedeutungsaushandlung in direkter Interaktion mit sich bringt und Lernen sozial situiert, wird demnach eine ideale Lernumgebung geschaffen (vgl. Dalton-Puffer und Smit, 2007). Gleichzeitig tritt die Grundfrage der Beziehung zwischen Sprache und Lernen im Mathematikunterricht verstärkt in den Vordergrund.

Während die einschlägige Forschung bislang vorwiegend Ergebnisstudien in Bezug auf den Einfluss bilingualen Unterrichts auf Lernerfolge in Mathematik, d.h. das *Produkt* des CLIL-Unterrichts, hervorbrachte (vgl. Barwell, 2009; Clarkson, 2006), sind Untersuchungen der eigentlichen Denk- und Arbeitsprozesse noch recht rar. Doch könnte gerade die genauere Untersuchung der *Prozesse* bilingualer Sinnkonstruktion näheren Aufschluss über das Potential der Fremdsprache für das Mathematiklernen geben. Diese Lücke füllt die vorliegende Arbeit, wenn sie versucht, Antworten auf folgende Forschungsfragen zu finden:

1. Wie beeinflusst die Dimension der Fremdsprache das Lernen und Arbeiten der SchülerInnen?
2. Wie werden Inhalte und Arbeitsprozesse *versprachlicht*?
3. Wie gestalten sich Bedeutungskonstruktion und Problemlöseprozesse?
4. Wie erleben und bewerten SchülerInnen den englischsprachigen Mathematikunterricht?

## **2. Methodik und Design der Studie**

Zum Zwecke der Datensammlung wurden 11 SchülerInnen der zweiten Klasse (6. Schulstufe) an einem Bundesgymnasium nahe Wien, welches als Teil des Schulprofils so genannte *International Classes* mit Englisch als Arbeitssprache führt, in videografierten Einzelinterviews Arithmetik- und Textaufgaben in der Fremdsprache vorgelegt. Die SchülerInnen wurden dazu angehalten, ihre Gedanken während der Bearbeitung der Aufgaben laut zu äußern, um den Prozess der Bedeutungskonstruktion und des Problemlösens bzw. die Versprachlichung der Lösungsprozesse zugänglich zu machen. Das Protokoll der gedanklichen Formulierungen liefert Informationen zu Vorgehen, logischem Denken und Schlussfolgern während des Arbeitens und vermag Einsicht in das Spezifikum der Bedeutungskonstruktion in der Fremdsprache zu geben.

Die Analyse umfasst im Wesentlichen vier Schritte. Zu Beginn wurde der Lösungsprozess in fünf Arbeitsphasen eingeteilt, um die Beschreibung des Vorganges zu erleichtern. Im Anschluss daran erfolgte die qualitative Datenanalyse im Rahmen des Grounded-Theory-Ansatzes (Glaser und Strauss, 1967), der davon ausgeht, dass hinter den empirischen Indikatoren Konstrukte stehen, aus denen allmählich Theorien entwickelt werden. Durch *Offenes Kodieren* wurden markante Datenteile identifiziert und mit handlungsorientierten, aktiven Codes wie *Sprachenwechsel*, *Wiederholen der Angabe* oder *Fehler im Rechenprozess* bezeichnet. Um strukturiert vorgehen zu können, wurde dazu ein Kodierleitfaden mit Ankerbeispielen und Kommentaren erstellt. Aus den signifikantesten Codes, wie *Übersetzung*, entstanden Kategorien zur Theoriebildung. Zusätzlich wurden Vergleiche zwischen Daten, Ereignissen und Kontexten gezogen, um diese in Beziehung zu setzen. Drittens wurden die gewonnenen Kategorien in ihre unterschiedlichen Dimensionen aufgefächert. Die so erzeugte analytische Vielfalt ermöglicht es, die Eigenschaften und Charakteristika der Kategorien zu erfassen. Viertens erfolgte die Anwendung des Kodierparadigmas, um Ursachen und Konsequenzen von sowie Beziehungen zwischen Kategorien aufzudecken. Durch die immer engere Verknüpfung der Konstrukte entstehen Theoriefragmente.

## **3. Erste Ergebnisse und Ausblick**

Nach ersten Analyseansätzen zeigen sich unter anderem drei wesentliche Phänomene. Zum einen bewirken Übersetzungen, die bewusst oder unbewusst durch Unsicherheit und Probleme im Arbeitsvorgang, durch den Wunsch nach Kontrolle oder durch Präferenz der Muttersprache ausgelöst wurden, reflektiertes, vielschichtiges Analysieren von Lehrinhalten. Somit

führt das Arbeiten in zwei Sprachräumen zu intensiver Auseinandersetzung mit Lehrinhalten. Weiters führen unverständliches Vokabular, komplexe Satzstrukturen oder Übersetzungsfehler zu Problemen, die das Lösen der Aufgabe unmöglich machen oder zur Suche nach alternativen Lösungswegen zwingen. Drittens werden metakognitive und metalinguistische Fähigkeiten sichtbar, wenn einerseits Sprache gezielt als Werkzeug fungiert, um Information zusammenzufassen und relevante Textstellen hervorzuheben, und andererseits Arbeitsschritte reflektiert oder weitere Vorgehensweisen geplant werden. In weiterer Folge soll die Analyse der Daten zum Zwecke der Theoriebildung fortgeführt und verfeinert werden. Außerdem sollen Leitfadeninterviews und Fragebögen das Bild ergänzen.

#### **4. Literatur**

- Barwell, R. (Hrsg.). (2009). *Multilingualism in mathematics classrooms: Global perspectives (Bilingual education and bilingualism)*. Bristol: Multilingual Matters.
- Clarkson, P. (2006). Australian Vietnamese students learning mathematics: High ability bilinguals and their use of their languages. *Educational studies in mathematics* 64(2), 191-215.
- Coyle, D. u.a. (Hrsg.). (2010). *CLIL: content and language integrated learning*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Dalton-Puffer, C. & Smit, U. (Hrsg.). (2007). *Empirical perspectives on CLIL classroom discourse - CLIL: Empirische Untersuchungen zum Unterrichtsdiskurs (Sprache im Kontext 26)*. Frankfurt: Lang.
- Darn, S. (2006). *Content and language integrated learning (CLIL): A European Overview*. Verfügbar unter [http://www.stevedarn.com/?Writings::CLIL%3A\\_A\\_European\\_Overview](http://www.stevedarn.com/?Writings::CLIL%3A_A_European_Overview) [14.2.2011]
- Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. New York: Aldine de Gruyter.
- Jäppinen, A.-K. (2005). Thinking and content learning of mathematics and science as cognitional development in content and language integrated learning (CLIL). *Language and Education* 19(2), 147-168.
- Van de Crean, P. u.a. (2007). Cognitive development and bilingualism in primary schools. In Marsh, D. & Wolff, D. (Hrsg.). (2007). *Diverse contexts - converging goals: CLIL in Europe*. Frankfurt: Lang, 185-200.
- Wolff, D. (2007): CLIL: Bridging the gap between school and working life. In Marsh, D. & Wolff, D. (Hrsg.). (2007). *Diverse contexts - converging goals: CLIL in Europe*. Frankfurt: Lang, 15-25.