

Kinga SZÚCS, Matthias MÜLLER, Jena

## Schwierigkeiten beim Einsatz digitaler Werkzeuge als Reaktion auf bilinguale Unterschiede

In Thüringen wurde 2011 der Einsatz von CAS im Mathematikunterricht ab der 9. Klasse verbindlich eingeführt. Die meistverbreiteten digitalen Werkzeuge wie z.B. das CAS-Handheld TI-Nspire CX werden im englischen Sprachraum entwickelt und weitestgehend ohne Übersetzung des Befehlskatalogs bzw. ohne Anpassung an die deutsche mathematische Kultur in Thüringer Schulen eingesetzt. Bei Hospitationen wurden allerdings vom Autor im Klassenraum bei Schülern Schwierigkeiten beobachtet, die auf Unterschiede im mathematischen Arbeiten zwischen dem englischen und deutschen Sprachraum zurückzuführen sind. Überdies wurden weitere Diskrepanzen zwischen der in Deutschland üblichen Schulmathematik einerseits und mathematischen Traditionen im englischen Sprachraum andererseits beim eigenen Einsatz von CAS zunächst auf einer intuitiven Ebene aufgedeckt. Folgende Beispiele sollen dies erläutern:

Dem deutschen Dezimalkomma entspricht ein Dezimalpunkt beim CAS, Vektoren und Matrizen werden in Deutschland in runde Klammern gesetzt, während das CAS eckige Klammern verwendet. Das in Deutschland übliche Grundintervall bei trigonometrischen Funktionen ist  $[0; 2\pi]$ , dahingegen wird im englischen Sprachraum teilweise  $[-\pi, \pi]$  bevorzugt. Dadurch gibt das CAS beispielsweise für  $\arcsin(-0.5) = -\pi/6$  an, während im deutschen Klassenraum hierfür  $11\pi/6$  berechnet wird. In der deutschen Schulmathematik gilt für alle Wurzelfunktionen die Menge der nichtnegativen reellen Zahlen als Definitionsbereich, das CAS unterscheidet zwischen geraden und ungeraden Wurzelexponenten. Bei ungeraden Wurzelexponenten können auch die Wurzeln aus negativen Zahlen gezogen werden.

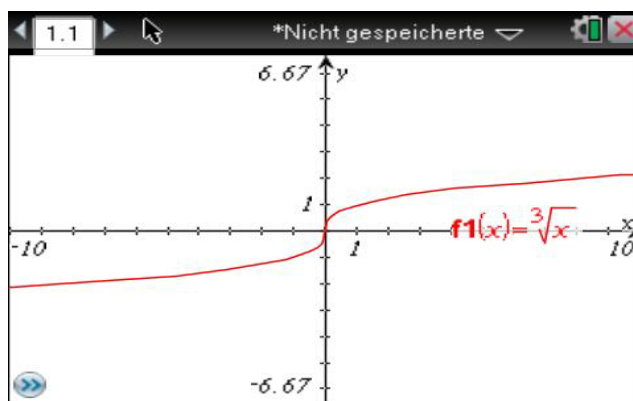


Abbildung 1: Screenshot des TI-Nspire CX – Anzeige des Graphs der Funktion  $f(x) = \sqrt[3]{x}$

Diese Erfahrungen gaben Anlass, weitere Unterschiede in der mathematischen Tradition – insbesondere in der mathematischen Fachsprache – im deutsch-englischen Kontext exemplarisch aber systematisch zu ermitteln, die beim Einsatz von CAS zu Verstehensschwierigkeiten führen können.

### **1. Theoretisches Modell: Kulturabhängigkeit der Mathematik**

Die oben genannten Erfahrungen implizieren, auf Theorien Bezug zu nehmen, die insbesondere die Kulturabhängigkeit der Mathematik betonen. Auch wenn es in der Mathematikdidaktik Meinungen gibt, die die Universalität und dadurch die Sprach- und Kulturunabhängigkeit der Mathematik aussprechen (siehe z.B. Rolka, 2004), teilen die Autoren des vorliegenden Beitrags die Meinung von Barwell, nämlich dass „doing mathematics is different in different languages“ (Barwell, 2003). Insbesondere schließen sich die Autoren der differenzierten Behauptung von Novotná&Moraová an, dass je komplizierter die Mathematik wird, die man betreibt, desto weniger spielen dabei sprachliche Probleme eine Rolle. Von dieser Behauptung ausgehend wird die Hypothese formuliert, dass sich auf der Ebene der Schulmathematik noch zahlreiche Unterschiede im deutsch-englischen Kontext finden lassen.

### **2. Praktisches Modell: Leitfadeninterviews zur Ermittlung von kulturbedingten Unterschieden in der Mathematik**

Da bisher kein entsprechendes Datenmaterial vorliegt – zumindest den Autoren bis zum Zeitpunkt des Beitrages nicht bekannt – wurden im Rahmen einer explorativen Studie Expertenbefragungen in Form von Leitfadeninterviews durchgeführt. Die Probanden wurden nach zwei Kriterien ausgewählt: Sie sollten die Mathematik von einem hohen Standpunkt aus reflektieren können und in beiden Fachsprachen (in der deutschen und in der englischen) sowie mathematischen Traditionen gleichermaßen bewandert sein. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse basierend auf der Grounded Theory (Glaser, Strauss, 2008).

Im ersten Anlauf wurde je ein Professor an der Friedrich-Schiller-Universität Jena (Juli 2012) und an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Januar 2013) in einem etwa einstündigen Interview befragt. Bei der Kodierung wurden zunächst alle Textstellen in den Transkriptionen markiert, die sich auf mathematische Unterschiede im deutsch-englischen Kontext beziehen. Diese konnten u.U. auch die Verneinung der Existenz solcher Unterschiede beinhalten. Die relevanten Textstellen wurden zu Kategorien zusammengefasst, je nachdem, welcher Aspekt des Unterschieds zum Ausdruck kommt. Alle Auswertungsschritte wurden von zwei Ratern simultan durchgeführt. Um die Validität zu erhöhen, verständigten sie sich

immer wieder über das induktive Kategoriensystem. Insgesamt konnten sechs Kategorien aufgestellt werden: kulturelle Unterschiede, Unterschiede im Fach, Unterschiede in der Notation, Unterschiede in der einen Sprache, Unterschiede zwischen zwei Fachsprachen/ Übersetzungsproblematik und Unterschiede beim CAS-Einsatz. Folgendes Beispiel soll die Vorgehensweise näher beleuchten: *„Also bei einer disjunkten Vereinigung die Leute hier wollen ein, kann ich vielleicht einfach malen? Disjunkte Vereinigung [schreibt]. Gut. Das ist einfach ein Produktzeichen auf dem Kopf. Und natürlich der andere ist der rechte Winkel [schreibt].“* (Testperson 1). Diese Textstelle wurde der Kategorie „Unterschiede in der Notation“ zugeordnet. Ein weiteres Beispiel: *„In der Topologie ist mir auch eingefallen, weil ich das manchmal falsch übersetze, also zurückübersetze, Umgebung sagt man im Deutschen und das heißt dann im Englischen neighbourhood. Ich habe das manchmal falsch zurück übersetzt mit Nachbarschaft oder so.“* (Testperson 2). Diese Textstelle wurde in die Kategorie „Unterschiede zwischen zwei Sprachen/Übersetzungsproblematik“ aufgenommen.

### 3. Ergebnisse

Es konnten insgesamt 34 relevanten Textstellen bei Testperson 1 bzw. 31 Textstellen bei Testperson 2 identifiziert werden. Etwa die Hälfte der identifizierten Textstellen – 17 bei Testperson 1 bzw. 15 bei Testperson 2 – ist aus Sicht der Autoren auch für die Schulmathematik relevant. Von diesen 32 Textstellen beinhalten zwölf in direkter oder indirekter Form – etwa durch den Verweis auf die Einheitlichkeit der Mathematik – die Verneinung solcher Unterschiede. Wegen Wiederholungen, unkonkreter Formulierungen und Überlappungen konnten letztendlich 13 Unterschiede ermittelt werden. Hiervon einige Beispiele: Beide Testpersonen erwähnen, dass das Wort *‘Körper’* im Deutschen in der Umgangssprache etwas anderes bedeutet als in der Mathematik und sogar in der Mathematik doppeldeutig ist: Körper als eine geometrische Figur und Körper als eine algebraische Struktur. Testperson 1 betont, dass die beiden mathematischen Bedeutungen im Englischen unterschiedlich zum Ausdruck gebracht werden, nämlich durch *‘body’* bzw. durch *‘field’*. Testperson 2 weist auf ein Übersetzungsproblem hin: Da das englische Wort *‘field’* in der umgangssprachlichen Bedeutung die deutsche Entsprechung *‘Feld’* hat, kann dies dazu führen, dass man irrtümlicherweise für den algebraischen Körper im Deutschen *‘Feld’* verwendet. Eine ähnliche Situation wird in der oben zitierten Textstelle mit *‘Umgebung’* - *‘neighbourhood’* und *‘Nachbarschaft’* dargestellt, an einer anderen Textstelle geht es analog um *‘Folge’*- *‘sequence’* und *‘Sequenz’*. Testperson 1 weist auf die unterschiedliche Verwendung von  $\ln$  und  $\log$  bei logarithmischen Funktionen hin.

#### **4. Diskussion**

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die zum Ausgangspunkt gewählte Theorie, dass mit zunehmender Komplexität der Mathematik die Abnahme der sprachlichen Unterschiede einhergeht. Die Autoren schlagen aber vor diese Hypothese geringfügig zu modifizieren und formulieren die Annahme, dass bei offenen Forschungsproblemen keine einheitlichen Bezeichnungen existieren und auf dieser Ebene der Mathematik die sprachlichen Unterschiede wieder zunehmen. Auch wenn aus Platzgründen hier nicht alle ermittelten schulrelevanten Unterschiede beschrieben werden konnten, sollten diese die Grundlage für einen sprach- und kultursensiblen deutsch-englischen bilingualen Mathematikunterricht liefern. Leider konnten wenig neue Unterschiede ermittelt werden, die auch beim CAS-Einsatz eine Rolle spielen können, ein konkretes Beispiel hierfür wäre die oben genannte Verwendung von  $\ln$  und  $\log$ . Ein Grund hierfür könnte sein, dass es tatsächlich keine oder kaum einige weitere solche Unterschiede gibt. Ein weiterer Grund kann eventuell an der ungeeigneten Methode (Auswahl der Zielpersonen, Methode des Leitfadenterviews) liegen.

#### **5. Ausblick**

Es sei an dieser Stelle betont, dass hier aus der laufenden Untersuchung heraus berichtet wurde. Es sind weitere Schritte in Planung um die hier vorgestellten Beobachtungen weiter zu erforschen. So ist z.B. die Durchführung und Auswertung von noch zwei weiteren Interviews geplant bzw. in einem zweiten Schritt die Zusammenstellung eines Fragebogens für Lehrkräfte und Schüler, die in Thüringen mit CAS arbeiten, anhand des erhobenen Datenmaterials. Überdies wird langfristig das Ziel verfolgt, Empfehlungen für den CAS-Einsatz zu formulieren, die auf kulturelle und sprachliche Unterschiede Bezug nehmen.

#### **Literatur**

- Barwell, R. (2003): Linguistic Discrimination: An Issue for Research in Mathematics Education. In *For the Learning of Mathematics* 23/2, 37-43.
- Glaser, B., Strauss, A. (2008): *Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung*. Bern: Huber.
- Novotná, J., Moraová, H. (2005): Cultural and linguistic problems in the use of authentic textbooks when teaching mathematics in a foreign language. In *Zeitschrift für Didaktik der Mathematik* 37/2, 109-115.
- Rolka, K. (2004): Barrieren für den Einsatz einer Fremdsprache im Mathematikunterricht. In: Heinze, A./Kuntze, S. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2004*, Hildesheim: Franzbecker, 473-476.
- Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2011): *Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Mathematik*.