

Digitale Werkzeuge als (Sprach-)Brücke im bilingualen Mathematikunterricht – Erste Ergebnisse der videogestützten Evaluation des Projektes MIT Global Teaching Lab am SFZJ

Im Jahr 2011 wurden Computeralgebra-Systeme (CAS) im Thüringer Mathematikunterricht verbindlich eingeführt. Die Einführung wurde durch eine Metastudie zum CAS-Einsatz im Mathematikunterricht (Barzel 2012) und eine empirische Untersuchung zur Schülerzentrierung im Mathematikunterricht mit CAS (Müller 2015) begleitet. Im Rahmen der Untersuchung zur Schülerzentrierung konnten Diskrepanzen zwischen der in Deutschland üblichen Schulmathematik einerseits und den mathematischen Traditionen im englischen Sprachraum andererseits (zunächst auf einer intuitiven Ebene) aufgedeckt werden. Diese Unterschiede sind teilweise kulturell begründet. Folgende Beispiele sollen dies erläutern (Szücs & Müller 2013): 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.

1. Theoretischer Rahmen

Eine tragfähige fachdidaktische Theorie zum CAS-Einsatz im Mathematikunterricht ist die Task-Technique-Theory (Drijvers 2004 / Kieran & Drijvers 2006), welche auf der instrumentalen Genese fußt. Die instrumentale Genese beschreibt die Entwicklung des CAS vom Artefakt zum Instrument. Durch die Auseinandersetzung des Lernenden mit Aufgabestellungen entwickelt er mentale Konzepte, die ihm helfen das CAS gezielt im Sinne eines Instrumentes einzusetzen. Verschiedene Autoren haben die instrumentale Genese beschrieben und unterschiedliche empirische Studien stützen sich auf diese Theorie (Rieß 2018). Dennoch bleibt der Aspekt der sprachlichen Auseinandersetzung mit den Aufgabenstellungen und den Instrumenten (CAS) subtil. An dieser Stelle bietet die Task-Technique-Theory Anknüpfungspunkte, die weiter ausgeschärft werden müssen, um sprachliche Aspekte bei der instrumentalen Genese genauer zu fassen. Die ein-

gangs skizzierten Erfahrungen implizieren, auf fachdidaktische Theorien Bezug zu nehmen, die insbesondere die Kulturabhängigkeit der Mathematik betonen. Exemplarisch kann die These von Barwell (2003) genannt werden: „Doing mathematics is different in different languages.“ Insbesondere ist der differenzierte Standpunkt von Novotná & Moraová (2005) hervorzuheben, 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 weitere Unterschiede im deutsch-US-amerikanischen Kontext finden lassen (Müller 2017). Im unmittelbaren Zusammenhang stellen sich die Fragen: Wie können CAS den bilingualen Mathematikunterricht unterstützen bzw. bereichern? Wie können CAS helfen mit (kulturell bedingten) Unterschieden im bilingualen Mathematikunterricht (fruchtbar) umzugehen? In diesem Fall ist mit bilingualem Mathematikunterricht ein Lehr-Lern-Setting gemeint, indem eine Fremdsprache (US-amerikanisches Englisch) als Arbeitssprache genutzt wird. Die Lehrenden entstammen dabei vorrangig dem US-amerikanischen und die Lernenden dem deutschen Kulturkreis (TMBWK 2013).

2. Das Projekt MIT Global Teaching Lab

Anfang 2017 und 2018 besuchten jeweils zwei Studenten des Massachusetts Institute of Technology (MIT) im Rahmen des Austauschprogrammes Global Teaching Lab das Schülerforschungszentrum Jena (SFZJ), um mit Lernenden im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zu arbeiten. Dabei inspirierten sie die Lernenden mit der Begeisterung für ihr Forschungsgebiet und gaben viele wichtige Impulse für den eigenen Lern- und Forschungsprozess. Unterstützt wird das Programm durch die Joachim Herz Stiftung, die ZEISS AG und die Stiftung für Innovation und Forschung Thüringen. Ziel ist es, MINT-Forschungsergebnisse für Lernende fachdidaktisch aufzubereiten. Die Teilnahme des SFZJ am Programm MIT Global Teaching Lab soll auch in Zukunft den Lernenden die Möglichkeit geben, mit jungen Forschern des MIT in Kontakt zu kommen und sich intensiv mit mathematisch-naturwissenschaftlicher Forschung auseinanderzusetzen. Eine Fortsetzung des Programms ist für Januar 2019 geplant. Die Lehre im Ausland ist für die jungen MIT-Studenten eine wertvolle Erfahrung, die für ihre weitere Laufbahn nützlich ist.

3. Die Studie: Methodik und Design

Ziel der Studie ist eine Evaluation des Programmes MIT Global Teaching Lab in Jena, um eine Verbesserung des bilingualen Lehr-Lern-Settings zu erreichen. Ein Schwerpunkt ist die Verwendung der CAS im Mathematik-

unterricht. Die Studie hat einen explorativen Charakter und dementsprechend ein qualitatives Design. Erfasst wird die Entwicklung des Programmes in Jena über mehrere Jahre (Jan/Feb 2017, Jan/Feb 2018, Jan/Feb 2019). Die Stichprobe umfasst alle Teilnehmer am MIT Global Teaching Lab in Jena. Das sind zurzeit 4 Lehrende und 19 Klassen. Dabei wurde der Unterricht zunächst videografiert und anschließend mit den Lehrenden in Anlehnung an die Methode der Video-Interaktionsanalyse (Knoblauch & Schnettler 2007/ Knoblauch, Schnettler, Tuma 2010) ausgewertet.

4. Ergebnisse und Diskussion

Die Verwendung von CAS im Unterricht motiviert eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem US-amerikanischen Englisch. Dabei können die CAS als (Sprach-)Brücke dienen, um Unterschiede zwischen dem deutschen und dem US-amerikanischen Mathematikunterricht zu überwinden. Die eingangs angeführten Beispiele illustrieren, wie die Brücke in der einen Richtung „begangen“ werden kann. Die Arbeit mit den CAS eröffnet einen Zugang zu mathematischen Inhalten und Konventionen, die im US-amerikanischen Mathematikunterricht verortet werden können. Für die Lernenden ist die vertiefte Auseinandersetzung damit fruchtbar und unterstützt die instrumentale Genese. Die (Sprach-)Brücke kann allerdings auch in die andere Richtung begangen werden, denn die CAS unterstützen den Erwerb von Kompetenzen in der Fremdsprache. Ein Beispiel sind die englischen Bezeichnungen der CAS-Befehle (solve, expand, rand, ...), die ein Erlernen der entsprechenden Fachtermini erleichtern. Ein weiteres Beispiel wird in der Interview-Sequenz (MIT_GTL_V_I-1) deutlich, in der die Arbeit mit dem CAS-Befehl nCr zur Berechnung des Binomialkoeffizienten erläutert wird:

I: Are there differences in notation?

S: [...] *One of the small ones I noticed was for / I like / If you say n choose 3, I think that is n over 3, but we say n choose 3. N over 3 would be divided by.* [05:55 - 06:15]

I: Do you think the use of the calculator was a help for you in this lessons?

S: *Yes, sometimes. Maybe, one of the difficult things was the problem n choose 3 I mentioned. One of the students had a different calculator, but we could do it in one way. We used the same command. We didn't need to do it in different ways on different systems. // Or, Yeah, we wouldn't know how to do // We knew how to do it by hand, but to get to the place how to do it with the calculator was difficult. The command is close to the English term. That was helpful. // It is a very useful tool for this topic.* [11:33 - 12:35]

Es kann festgehalten werden, dass CAS Brücken zwischen der Mathematik und der Fremdsprache (US-amerikanisches Englisch) in einem bilingualen Mathematikunterricht schlagen. Die CAS treten als Bindeglied auf, was in der fachdidaktischen Theorie durch die Task-Technique-Theory und die instrumentelle Genese gefasst werden könnte. Die sprachlichen Aspekte müssen an dieser Stelle noch besser theoretisch ausgeschärft werden.

Literatur

- Barwell, R. (2003). Linguistic Discrimination: An Issue for Research in Mathematics Education. *For the Learning of Mathematics* 23 (2), S. 37-43.
- Barzel, B. (2012). *Computeralgebra im Mathematikunterricht. Ein Mehrwert – aber wann?* Münster: Waxmann.
- Drijvers, P. (2004). Learning algebra in a computer algebra environment. *The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education* 11 (3), S. 77-89.
- Kieran, C; Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: a study of CAS use in secondary school algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 11 (2), S. 205-263.
- Knoblauch, H.; Schnettler, B.; Tuma, R. (2010). Interpretative Videoanalysen in der Sozialforschung. In: S. Maschke, L. Stecher (Hrsg.): *Enzyklopädie Erziehungswissenschaft Online (EEO), Fachgebiet Methoden der empirischen erziehungswissenschaftlichen Forschung*. Weinheim: Juventa.
- Knoblauch, H. ; Schnettler, B. (2007). Videographie. Erhebung und Analyse Qualitativer Videodaten. In: R. Buber, H. Holzmüller (Hrsg.): *Qualitative Marktforschung. Theorie, Methode, Analysen* (S.583-599). Wiesbaden: Gabler.
- Müller, M. (2017). Rechnet man in England anders? Eine Gleichung, mehrere Lösungsformeln. *Die Wurzel* 6, S. 137-142.
- Müller, M. (2015). *Zur Schülerzentrierung im Mathematikunterricht mit Computeralgebra. Eine empirische Studie zur CAS-Einführung an Thüringer Schulen mit Oberstufe*. Saarbrücken: Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften.
- Novotná, J.; Moraová, H. (2005). Cultural and linguistic problems in the use of authentic textbooks when teaching mathematics in a foreign language. *Zeitschrift für Didaktik der Mathematik* 37/2, S. 109-115.
- Rieß, M. (2018). *Zum Einfluss digitaler Werkzeuge auf die Konstruktion mathematischen Wissens. Studien zur theoretischen und empirischen Forschung in der Mathematikdidaktik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Szücs, K.; Müller, M. (2013). Schwierigkeiten beim Einsatz digitaler Werkzeuge als Reaktion auf bilinguale Unterschiede. In: G. Greefrath; F. Käpnick; M. Stein (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 47. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 04.03.2013 bis 08.03.2013 in Münster*. Münster: WTM Verlag, S.994-997.
- Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2013). *Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Mathematik*. Erfurt: TMBWK, S. 10.