

Maria INGELMANN, Darmstadt

## **Evaluation einer Unterrichtskonzeption für einen CAS-gestützten Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I**

Der 2005 initiierte Schulversuch CALiMERO erprobt ein Konzept zum Einsatz CAS-fähiger Taschencomputer im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I in Niedersachsen und wird von der AG Didaktik des Fachbereichs Mathematik an der TU Darmstadt unter der Leitung von Prof. Dr. Regina Bruder über die gesamte Laufzeit wissenschaftlich begleitet. Neben der Fortbildung der gebildeten Arbeitsgruppe und der Begleitung ihrer regelmäßigen Treffen ist die Evaluation zentrale Aufgabe der Forschungsgruppe. Ihr Ziel ist die Erhebung und wissenschaftliche Einordnung der Effekte, die durch den CAS-gestützten Mathematikunterricht an den Projektschulen auftreten. Durch die Begleitung über insgesamt fünf Jahre können in diesem Schulversuch auch langfristige Entwicklungen in den Blick genommen werden. Die Ergebnisse der ersten beiden Unterrichtsjahre wurden nun zusammenhängend vorgestellt (vgl. Ingelmann, 2009).

### **1. Mathematikunterricht mit Technologieeinsatz**

In seiner Anlage hat das Projekt CALiMERO insofern einen Pioniercharakter, als dass in der bisherigen Forschungsarbeit zum CAS-Einsatz mit relativ kleinen Gruppen, die intensiv betreut worden sind, gearbeitet wurde. Die Studien untersuchen mehrheitlich kürzere Abschnitte von Unterricht, in der Regel betrachten sie eine Unterrichtseinheit über die Dauer von einigen Wochen. Auf diese Weise wurden Vorstellungen darüber entwickelt, welche Möglichkeiten der CAS-Einsatz bietet und welche Besonderheiten dabei in Bezug auf die Lernenden, die Lehrenden und die Gestaltung des Unterrichts zu beobachten sind. Die wichtigsten Merkmale eines technologiegestützten Mathematikunterrichts, an die das Projekt CALiMERO anknüpft, sind demnach:

Der CAS-Einsatz im Mathematikunterricht bietet die Möglichkeiten zur Verknüpfung verschiedener mathematischer Darstellungsformen. Auf diese Weise kann ein sicherer Umgang mit algebraischen Objekten bei den Schülern erreicht werden (z.B.: Graham & Thomas, 2000). Um diese Zielsetzung zu verfolgen, ist die ständige Verfügbarkeit des Werkzeugs essentiell (z.B.: Doerr & Zangor, 2000). Daneben besteht die Notwendigkeit einer dem Einsatz dieser Technologie angemessenen Unterrichtskultur (z.B.: Tall, 1997; Stacey, 2003). Im CAS-gestützten Mathematikunterricht soll eine Abkehr von kalkülorientierten Aufgabenstellungen hin zur Behandlung von Anwendungsproblemen und zur Vermittlung mathematischer Konzepte erfolgen (z.B.: Weigand & Weth, 2002; Thomas, 2007).

Durch exploratives Arbeiten und Diskussion ihrer Lösungswege in einem neu gestalteten Mathematikunterricht können die Lernenden ihre mathematischen Fähigkeiten und ihr Selbstvertrauen ausbauen (z.B.: Hentschel & Pruzina, 1995). Für den sinnvollen Einsatz des CAS-Rechners durch die Lernenden ist die Ausbildung eines kritischen Umgangs mit dem Medium notwendig (z.B.: Guin & Trouche, 2002).

## 2. Unterrichtskonzeption des Projekts CALiMERO

Die Unterrichtskonzeption von CALiMERO stellt die Verknüpfung von Technologieeinsatz und individuell fördernder Unterrichtskultur ins Zentrum. Die Gestaltung des Mathematikunterrichts beinhaltet drei Zielsetzungen: Vermittlung eines zeitgemäßen Mathematikbildes, Langfristiger Aufbau mathematischer Kompetenzen, Entfaltung der Verantwortung der Schüler für das eigene Lernen. Um diese verwirklichen zu können, wurde der Rahmen einer Aufgabenvielfalt geschaffen, der auf dem von Bruder (2003) entwickelten Modell der Aufgabenzieltypen beruht. Die spezielle Förderung der Medienkompetenz der Lernenden und grundsätzlichen Fragen nach dem Sinn des mathematischen Handelns sind in den Mathematikunterricht des Projekts CALiMERO integriert, um den reflektierten Umgang mit dem Werkzeug sinnvoll mit den Zielen des Unterrichtskonzepts zu verknüpfen. Den Lehrkräften kommen dabei die Aufgaben zu, Problemlöseprozesse zu begleiten, Ergebnisse zusammenzuführen und Zusatzinformationen zu geben. Der von Guin und Trouche (2002) geprägte Begriff der *instrumentalen Orchestrierung* beschreibt diese Aufgaben als breites Spektrum, das darauf abzielt, ein für jeden Lernenden kohärentes System von Instrumenten zu schaffen. Sie setzt sich als Dach auf das entwickelte Schema zur Unterrichtskonzeption.



## 3. Anlage der durchgeführten Studie

Mit der empirischen Studie wurden die ersten beiden Unterrichtsjahre des Schulversuchs verfolgt. Die Projektgruppe bestand aus 29 Klassen an sechs Gymnasien, die mit CAS-fähigen TC nach der Unterrichtskonzeption von CALiMERO unterrichtet wurden (ca. 1000 Schüler und 24 Lehrer). Es wurde eine Kombination von längs- und querschnittlichen sowie prozessualen

Untersuchungen gewählt, dabei lag der Schwerpunkt auf der quantitative Herangehensweise. Auf Lehrerseite wurden zudem Fallstudien durchgeführt. Als Vergleichsgruppe dienten fünf Klassen, die an verschiedenen niedersächsischen Gymnasien mit einem GTR unterrichtet wurden.

Bei der Entwicklung der Evaluationsinstrumente wurde jeweils der besondere Aspekt des Rechnereinsatzes im Projekt CALiMERO beachtet. Außerdem wurde der ganzheitliche und kompetenzorientierte Ansatz der entwickelten Unterrichtskonzeption berücksichtigt sowie deren tatsächliche Umsetzung und ihre Auswirkungen durch entsprechende Fragestellungen gemessen. In der folgenden Tabelle sind alle Instrumente, die im Verlauf der ersten beiden Jahre des Projekts CALiMERO eingesetzt wurden, nach ihrem Forschungsgegenstand zusammengestellt:

Forschungsgegenstand	Evaluationsinstrument	Messzeitpunkte
Entwicklung der Lernenden	Schülerleistungstests	Beginn und Ende Klasse 7 Beginn und Ende Klasse 8
	Kopfrechentest	Beginn und Ende Klasse 8
	Schülerfragebögen	Beginn und Ende Klasse 7 Ende Klasse 8
Entwicklung der Lehrer	Modulfragebögen	dreimal in Klasse 7
	Modulfragebogen für den 2. Jahrgang	einmal in Klasse 7
	Lehrerfragebögen	vor Projektbeginn Mitte von Klasse 8
Unterrichtsgestaltung	Stundenberichte der Lehrer Stundenprotokolle der Schüler	fortlaufend in Klasse 7 fortlaufend in Klasse 8

#### 4. Ergebnisse der Studie

Die vorgestellte Unterrichtskonzeption ist in Klasse 7 und 8 erfolgreich umgesetzt worden, was durch die Entwicklungen der Schüler bezüglich der mathematischen Kompetenzen und ihrer rechnerfreien Fähigkeiten gezeigt werden konnte. Der Gebrauch des Taschencomputers und die neuen Formen der Unterrichtsgestaltung sind nach zwei Projektjahren an den Projektschulen etabliert. Das entwickelte Aufgabenkonzept hat sich in der Unterrichtspraxis bewährt und wird von den Lehrkräften positiv beurteilt. Die Lernenden haben eine positive Grundeinstellung zu ihrem Taschencomputer entwickelt und fühlen sich im Umgang damit sicher, zudem haben viele

Schüler eine reflektierte Medienkompetenz ausgebildet. Die erstellten Unterrichtsmaterialien (z.B. Bruder & Weiskirch, 2008) beinhalten viele Anwendungsbeispiele aus unterschiedlichen Themenfeldern, dabei kommen nur wenige Aufgaben mit binnendifferenzierendem Charakter vor. Die drei grundlegenden Zielsetzungen der Unterrichtskonzeption konnten in den untersuchten Schuljahren teilweise realisiert werden, die Aufgabe des Lehrers, ein für jeden Lernenden kohärentes System von Instrumenten zu schaffen, wurde im Projektunterricht kaum umgesetzt. Die hohe Zustimmung der Lehrkräfte zur Skala *Zielerfüllung* und die positiven Wahrnehmungen der Lernenden zeigen, dass der CAS-gestützte Unterricht insgesamt gut gelingt.

## Literatur

- BRUDER, R. (2003): Konstruieren – auswählen – begleiten. Über den Umgang mit Aufgaben. In: Friedrich-Jahresheft. Velber, 2003. S. 12-15.
- BRUDER, R. / WEISKIRCH, W. (Hrsg.) (2008): CALIMERO - Computer-Algebra im Mathematikunterricht. Band 3: Arbeitsmaterialien für Schülerinnen und Schüler: Lineare Zusammenhänge - TC-Hilfen - Kopfübungen - Basiswissen. Sek. I CAS, T<sup>3</sup> Deutschland.
- DOERR, H. / ZANGOR, R. (2000): Creating meaning for and with the graphing calculator. In: Educational Studies in Mathematics, 41, S. 143 – 163.
- GRAHAM, A. T. / THOMAS, M. O. J. (2000): Building a versatile understanding of algebraic variables with a graphic calculator. Educational Studies in Mathematics, 41, 265-282.
- GUIN, D. / TROUCHE, L. (2002): Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: necessity of instrumental orchestrations. In: ZDM Vol. 34 (5), S. 204 – 211.
- HENTSCHEL, T. / PRUZINA, M. (1995): Graphikfähige Taschenrechner im Mathematikunterricht – Ergebnisse aus einem Schulversuch in Klasse 9/10. In: JMD 1995 (3/4), S. 193 – 232.
- INGELMANN, M. (2009, in Vorbereitung): Evaluation eines Unterrichtskonzepts für einen CAS-gestützten Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I. Berlin: Logos.
- STACEY, K. (2003). Using computer algebra systems in secondary school mathematics: Issues of curriculum, assessment and teaching. In W.-C. Yang, S.-C. Chu, T. de Alwis & M.-G. Lee (Eds.), *Proc. 8<sup>th</sup> ATCM* (pp. 40-54). USA: ATCM.
- TALL, D. (1997): Functions and Calculus. In: Bishop, A. J. et al. (Eds.). *International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer. S. 289 - 325.
- THOMAS, M. / BOSLEY, J. / DELOS SANTOS, A. / GRAY, R. / HONG, Y. / LOH, J. (2007): *Technology use and the teaching of mathematics in the secondary classroom*. Wellington: Crown.
- WEIGAND, H.-G. / WETH, T. (2002): *Computer im Mathematikunterricht: Neue Wege zu alten Zielen*. Heidelberg / Berlin: Spektrum, Akademischer Verlag.