

Guido PINKERNELL, Regina BRUDER, Darmstadt

## **CAliMERO (2005-2010): CAS in der Sekundarstufe I - Ergebnisse einer Längsschnittstudie**

### **1. CAliMERO (2005-2010)**

CAliMERO ist ein Projekt des Landes Niedersachsen zum Einsatz von Taschencomputern im Mathematikunterricht, das 2005 an sechs Gymnasien in allen 7. Klassen (29) begann und 2010 abgeschlossen wurde. Ziel dieser von Texas Instruments unterstützten Studie war die Entwicklung und Erprobung eines nachhaltig wirksamen Unterrichtskonzepts für das Unterrichten mit CAS. Die wissenschaftliche Auswertung oblag der Arbeitsgruppe Bruder an der TU Darmstadt, Ergebnisse für die Klassen 7 und 8 liegen bereits vor (Ingelmann 2009).

#### **1.1 Forschungsfragen**

Das Forschungsinteresse betraf die Entwicklung der Mathematikleistung und Wahrnehmung des Unterrichts durch die Schüler sowie die Akzeptanz des Unterrichtskonzeptes durch die Lehrkräfte. Die für die nachfolgend vorgelegten Ergebnisse relevanten Fragen lauten:

- ♣ Wie entwickelt sich die Mathematikleistung?
- ♣ Gibt es Zusammenhänge zwischen der tatsächlichen Unterrichtsgestaltung und der Mathematikleistung?

#### **1.2 Unterrichtskonzept und Technologieeinsatz**

Das an der TU Darmstadt entwickelte Unterrichtskonzept unterstützt nachhaltiges und schülerorientiertes Lernens mit geeigneten Methoden. Für jede Einheit der Klassen 7 bis 10 wurde es von einer Gruppe aus Lehrern, Fachleitern und -beratern in Form von Arbeitsmaterialien konkretisiert. Diese umfassen Aufgabenhefte für Schüler und detaillierte didaktisch-methodische Hinweise für Lehrkräfte, die den Fachlehrern vor Ort zur Verfügung gestellt, evaluiert und überarbeitet wurden (Bruder & Weiskirch 2007).

## **2 Design**

Zur Erfassung der Leistungsentwicklung wurde ein jährliches quasi-experimentelles Pre-Post-Design gewählt, wobei zu Beginn sechs Kontrollklassen anderer Schulen zur Verfügung standen, in denen mit einem GTR gearbeitet wurde. Als Messinstrumente wurden in den Klassen 7 bis 10 ein jährlich angepasster Mathematikleistungstest verwendet (ab Klasse 8

mit technischen Hilfsmitteln), und in den Klassen 8 bis 10 ein jährlich angepasster Grundwissentest (ohne technische Hilfsmittel). Zur Erfassung des Unterrichtsgeschehens wurde u.a. ein standardisierter Protokollbogen verwendet, mittels dessen Schüler für die Dauer einer Einheit Auskunft über Thema, Aufgaben und die methodische Gestaltung einer Unterrichtsstunde gaben.

### **3. Erste Längsschnittergebnisse**

#### **3.1 Mathematikleistung**

Die Lerngruppen des Projekts CALiMERO weisen in jedem Schuljahr zum Teil sehr deutliche Leistungszuwächse zwischen den Vor- und Nachttests sowohl des Mathematik- als auch des Grundwissentests auf. Hierin unterscheiden sie sich aber nicht wesentlich von den Kontrollgruppen. Auch ein leistungsgruppenspezifischer Vergleich zeigt nur tendenziell höhere Zuwächse bei den Leistungsschwachen der CALiMERO-Gruppen als bei denen der Kontrollgruppen, in der Klasse 9 waren die Leistungszuwächse in allen Leistungsgruppen der CALiMERO-Gruppen tendenziell höher.

#### **3.2 Unterrichtsgestaltung und Leistungsentwicklung**

Die Protokolldaten erlauben einen differenzierten Blick auf das Unterrichtsgeschehen der CALiMERO-Gruppen, so dass die Leistungsentwicklung der Schüler in einen Zusammenhang mit der tatsächlichen methodischen Gestaltung gebracht werden kann.

##### Regelmäßige Kopfübungen

Im Unterrichtskonzept wurden Kopfübungen zum Wachhalten mathematischen Grundwissens empfohlen, die mind. alle zwei Wochen einzusetzen waren. In den Materialien waren entsprechende Übungen enthalten. Nicht alle Fachlehrer der CALiMERO-Klassen hielten sich an diese Empfehlung, wie anhand der Stundenprotokolle festgestellt werden konnte. Differenziert man die Projektgruppen hinsichtlich der Häufigkeit des Einsatzes, so lässt sich bzgl. der Leistungsentwicklung im Grundwissentest ein signifikanter Vorteil für die Gruppen mit "häufigem" Einsatz feststellen (ANOVA,  $p < 0,01$ , Abb.1). Im Mathematikleistungstest dagegen ist kein signifikanter Unterschied festzustellen.

##### Einsatzhäufigkeit des Taschencomputers

Der Einsatz von digitalen Hilfsmitteln ist gerade in Unterrichtseinheiten zu funktionalen Zusammenhängen empfehlenswert. Auf Basis der in diesen Einheiten geführten Unterrichtsprotokolle zeigt sich ein signifikanter Vorteil für die Gruppen mit "nahezu fortwährendem" TC-Einsatz (in mehr als

90% aller erfassten Stunden) sowohl im Grundwissenstest (ANOVA,  $p < 0,01$ , Abb. 2) als auch im Mathematikleistungstest. Hinzuweisen ist aber auf die große Differenz im ersten Leistungstest, die auch einen Klasseneffekt vermuten lässt.

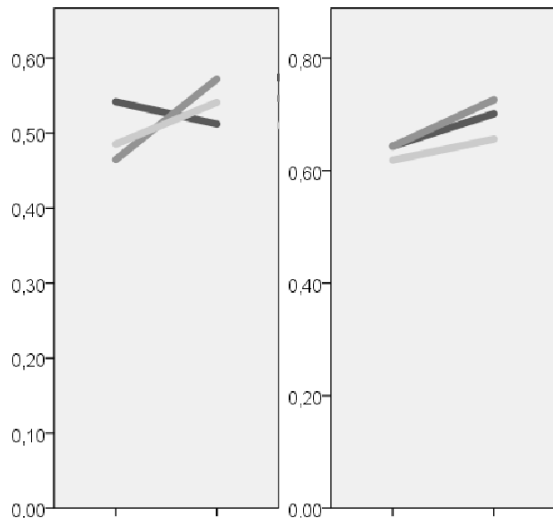


Abb.1: Erfüllungsgrade in den Vor- und Nachtests „Grundwissen“ in 9 bzw. 10 in den CALiMERO-Klassen mit häufigem (dunkel, N=68) und weniger häufigen (hell, N=81) Einsatz von **Kopfübungen**, die Kontrollen (schwarz) zum Vergleich.

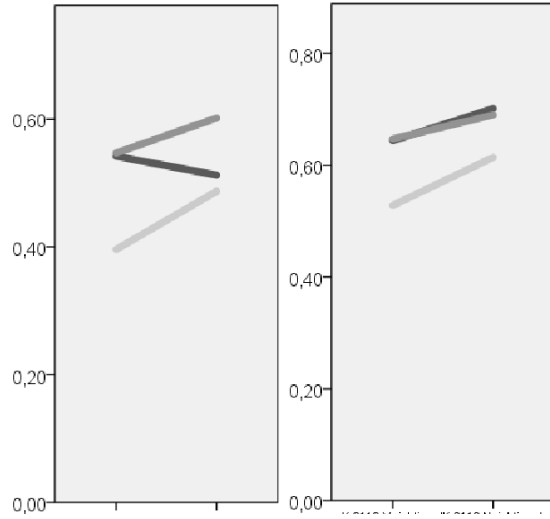


Abb.2: Erfüllungsgrade in den Vor- und Nachtests „Grundwissen“ in 9 bzw. 10 in den CALiMERO-Klassen mit nahezu fortwährendem (dunkel, N=78) und weniger häufigen (hell, N=45) **TC-Einsatz**, die Kontrollen (schwarz) zum Vergleich.

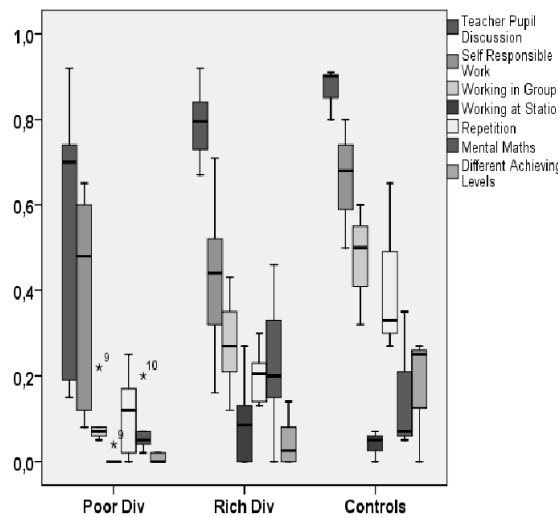


Abb.3: Eine große **Methodenvielfalt** (Mitte) zeichnet sich aus durch relativ häufiges Unterrichtsgespräch, selbständiges Arbeiten, Gruppenarbeit, Stoffwiederholung, Kopfübungen und leistungsdifferenzierende Aufgaben. Darin ähneln diese CALiMERO-Gruppen den leistungsstarken Kontrollklassen (rechts).

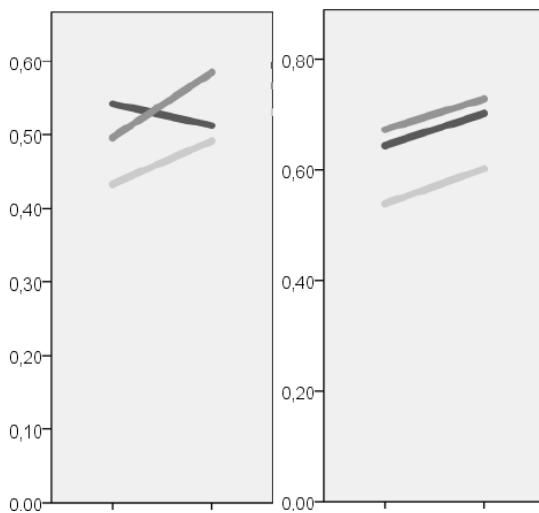


Abb.4: Erfüllungsgrade in den Vor- und Nachtests „Grundwissen“ in 9 und 10 in den CALiMERO-Gruppen mit großer (dunkel, N=78) und wenig (hell, N=45) **Methodenvielfalt**, die Kontrollen (schwarz) zum Vergleich.

## Methodenvielfalt

Die Protokolldaten erlaubten auch eine Differenzierung der CALiMERO-Klassen hinsichtlich der Vielfalt der vorkommenden Unterrichtsmethoden. Eine Klassifizierung nach der Methodenvielfalt erfolgte auf Grundlage eines modifizierten Shannon-Diversitätsindex, nach dem ein zu häufiges bzw. ein zu seltenes Vorkommen einer vorgegebenen Methode zur Abwertung führte. Auf Grundlage dieses Wertes wurden CALiMERO-Klassen mit geringer und mit hoher Methodenvielfalt identifiziert (Abb. 3). Auch hier zeigt sich: Klassen mit großer Methodenvielfalt weisen in beiden Testformen deutlich bessere Leistungen auf (ANOVA,  $p < 0,01$ , Abb.4).

### **3.3 Zusammenfassung und Diskussion**

Bzgl. der Leistungsentwicklung unterscheiden sich die CALiMERO-Klassen insgesamt nicht wesentlich von den leistungsstarken Kontrollklassen. Beide weisen zumeist parallele, zum Teil deutliche Zuwächse auf (so auch z.B. Bichler 2010). Die Präsenz von digitalen Hilfsmitteln im Unterricht führt per se nicht zu höheren Leistungen.

Bei Differenzierung bzgl. der Unterrichtsgestaltung erkennt man allerdings deutliche Leistungsunterschiede zugunsten „methodenreicher“ Klassen. Zwei Interpretationen sind möglich: Die erfasste methodische Gestaltung lässt auf ein professionelles Lehrerhandeln als eigentliche Wirkungsursache für ein höheres Leistungsniveau schließen (Lipowsky 2006). Leistungsunterschiede im Vortest Klasse 9 aber lassen auch vermuten, dass die generelle Leistungsfähigkeit einer Klasse die methodischen Entscheidungen des Lehrers beeinflusst (Arbaugh et al. 2006). Insgesamt machen unsere Ergebnisse deutlich, dass neben der Verfügbarkeit von Technologie und Materialien die Ausbildung didaktisch-methodischer Kompetenzen der Lehrkräfte wichtig ist für einen effektiven technologiebasierten Unterricht.

### **Literatur**

- Arbaugh; Lannin; Jones; Park-Rogers: (2006): Examining instructional practices in core-plus lessons. In: Journal of Mathematics Teacher Education, 9, 517-550
- Bichler (2010): Explorative Studie zum langfristigen Taschencomputereinsatz im Mathematikunterricht, Hamburg: Kovac
- Bruder, R. & Weiskirch, W. (Hrsg.)(2007ff.): CALiMERO - Computer-Algebra im Mathematikunterricht. Arbeitsmaterialien für Schüler und methodisch-didaktische Handreichungen für Lehrer, mehrere Bände. T<sup>3</sup> Deutschland
- Ingelmann, M. (2009): Evaluation eines Unterrichtskonzeptes für einen CAS-gestützten Mathematikunterricht der Sekundarstufe I. Berlin: Logos
- Lipowsky, F. (2006), Auf den Lehrer kommt es an. In C. Allemann (Hrsg.): Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern. Weinheim: Beltz