

Maria INGELMANN, Regina BRUDER, Darmstadt

Sinnvoller Einsatz von CAS in den Klassen 7 und 8

Der niedersächsische Schulversuch CALiMERO untersucht das Potenzial des Einsatzes CAS-fähiger Taschencomputer ab Klasse 7 in Verbindung mit einem ganzheitlichen Unterrichtskonzept für die mathematische Kompetenzentwicklung. Das Projekt wurde im Schuljahr 2005/2006 mit 29 Klassen der Jahrgangsstufe 7 an sechs Gymnasien gestartet, die in enger Kooperation und mit gemeinsam entwickelten Unterrichtsbausteinen arbeiten. CALiMERO wird bis zur Klasse 10 fortgesetzt.

Zielstellung und Forschungsinteresse des Projekts CALiMERO

Um nachhaltiges Lernen von Mathematik durch CAS zu unterstützen, ist nach Stacey [4] die Etablierung einer dem Einsatz von CAS angemessenen Unterrichtskultur notwendig. Um dies entsprechend vorzubereiten, wurden ein halbes Jahr vor dem Schuljahresbeginn mehrtägige Fortbildungsveranstaltungen mit Vertretern der beteiligten Schulen und niedersächsischen Experten nach dem in Niedersachsen bereits bewährten Multiplikatorenmodell gestaltet. Dabei wurden Unterrichtsmethoden erarbeitet und diskutiert, die im CAS-gestützten Unterricht eine Kompetenzentwicklung im Sinne der Bildungsstandards fördern sollen. Das gemeinsam mit den beteiligten Lehrkräften entwickelte Unterrichtskonzept will das vielschichtige Potenzial von CAS-fähigen Taschencomputern zum Entdecken von Mathematik ausnutzen und es für effektive Übungsprozesse sowie zur Verständnisförderung einsetzen. Vernetzendes Anwenden soll im Unterricht etabliert werden und mathematisches Grundkönnen ohne Rechner muss jeweils definiert und auch gefördert werden. Im Laufe des Projekts finden vierteljährlich weitere Treffen statt, um die Kommunikation zwischen den Beteiligten zu fördern, die nächsten Unterrichtsbausteine und Arbeitsmaterialien für die Schüler themenspezifisch im Team zu entwickeln und den Stand der Evaluation zu diskutieren. Zur Unterstützung der Kommunikation innerhalb des Projektes steht eine Internetplattform zur Verfügung (www.prolehre.de), auf der auch alle entwickelten Materialien bereitgestellt werden.

Die zentralen Forschungsfragen im Projekt lauten: „Wie kann ein CAS in Verbindung mit einem ganzheitlichen Unterrichtskonzept kompetenzfördernd ab Klasse 7 eingesetzt werden und welche Effekte können damit erzielt werden?“ Um diese Fragen zu beantworten, werden u.a. die Vorstellungsentwicklung der Schüler zur Mathematik, das Verhalten im Umgang mit mathematischen Problemstellungen und die mathematische Leistungsfähigkeit untersucht.

Ergebnisse des Schülerleistungstests 7 im Projekt CALiMERO

Die eingesetzten Leistungstests für die Jahrgangsstufen 7 und 8 prüfen die kompetenzbezogene Entwicklung der Lernenden durch solche Aufgaben, die von ihnen das Mathematisieren gegebener Sachverhalte bzw. innermathematische Argumentationen fordern. Die Analyse der Leistungsentwicklung der Lernenden aus dem Projekt CALiMERO und aus den mit GTR unterrichteten Vergleichsklassen von Vor- zu Nachtest der Jahrgangsstufe 7 ergibt für das Testergebnis insgesamt keine signifikanten Unterschiede. Dies ist nach dem ersten Unterrichtsjahr auch nicht erwartet worden, da sich die Lernenden und die Lehrkräfte zunächst an das CAS-Gerät in Verbindung mit dem (neuen) Unterrichtskonzept gewöhnen mussten und weil das über den GTR hinausgehende Lernpotenzial von CAS in dieser Jahrgangsstufe im gegebenen Curriculum noch als gering anzusehen ist.

Fächert man jedoch die Testergebnisse genauer auf, so lassen sich in einzelnen Bereichen signifikante Leistungssteigerungen der CAS-Klassen gegenüber den GTR-Klassen feststellen. Das trifft z.B. auf die Kompetenz „Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“ zu und wurde u.a. mit folgender Aufgabe gemessen:

Bei einem Handy mit Karte kostet eine Minute Telefonieren 0,30 €. Der Zusammenhang zwischen der Anzahl an Minuten und dem Preis soll auf drei verschiedene Arten dargestellt werden: in einer Wertetabelle, im Koordinatensystem und mit Hilfe einer Gleichung.

Diese Aufgabe verlangt neben einer einfachen mathematischen Modellbildung und der Verwendung unterschiedlicher mathematischer Darstellungsformen den sicheren Umgang mit Variablen, Termen, Tabellen und Graphen. Da die Schüler durch den Einsatz von CAS mit den verschiedenen mathematischen Elementen nachhaltig vertraut werden, führen wir die positive Entwicklung auf das beschriebene Unterrichtskonzept zurück.

Im Bereich der mathematischen Leitideen zeigt sich, dass die CAS-Klassen bei Testitems, die die Leitideen L2 „Messen“ bzw. L3 „Raum und Form“ prüfen, im Laufe des ersten Projektjahres eine deutliche Steigerung gegenüber den Vergleichsklassen erfahren. Wir führen diese Entwicklung auf die Kombination der geometrischen Fragestellungen mit Problemlöseaufgaben zurück, die den Lernenden aus dem Projekt vertrauter sein könnten als den Vergleichsschülern.

Förderung leistungsschwacher Schüler

Eine der wichtigsten Beobachtungen bei den Leistungstests in Klasse 7 ist eine überdurchschnittliche Steigerung der leistungsschwächeren Schüler vom Vor- zum Nachtest. Die Lernenden wurden entsprechend ihres Vortestergebnisses in drei Gruppen eingeteilt, um deren Leistungsentwicklung zu

untersuchen. Als Vergleichsbasis für im Mittel zu erwartende Leistungssteigerungen pro Schuljahr wurden die Ergebnisse der Studie LAU9 [3] herangezogen. Danach ist im Mathematikunterricht eines Schuljahres eine Leistungssteigerung um etwa ein Drittel der Standardabweichung pro Lerngruppe zu erwarten. Der Vergleich zwischen den gemäß dieses Erfahrungswertes berechneten und den empirisch gemessenen Nachtestwerten zeigt zum einen, dass die leistungsschwachen Lernenden, die einen CAS-gestützten Unterricht erlebten, wesentlich besser abschnitten als erwartet, und zum anderen, dass sie auch im Vergleich zu ihren Altersgenossen, die mit GTR gearbeitet haben, im Nachtest deutlich besser waren.

Die Leistungssteigerung der lernschwachen Schüler ist vor allem bei Items mit einem hohen Anteil an algebraischen Argumentationen zu beobachten. Auch bei Aufgaben zur Interpretation von Graphiken zeigt diese Gruppe eine deutliche Steigerung gegenüber den Vergleichsschülern. Wir interpretieren diese Ergebnisse so, dass der CAS-gestützte Mathematikunterricht in Kombination mit einer neuen Unterrichtskultur, die auch das Sichern von Basiskompetenzen im Blick hat, die Entwicklung dieser Kompetenzen bei den lernschwachen Schülern besonders stützt und fördert.

Fragen zum Rechnereinsatz

Im Zusammenhang mit dem Eingangstest der Jahrgangsstufe 8 im Schuljahr 2006/7 wurden die Schüler gefragt, zu welchem Zweck sie den Taschencomputer in der Testsituation eingesetzt haben. Dabei zeigte sich, dass die Lernenden das Potenzial des CAS-Rechners in einer Testsituation noch nicht voll ausschöpfen, denn die häufigsten Antworten waren „zum Ausprobieren“ und „zum Rechnen mit Zahlen“. Die vorgegebenen Antworten „zum Rechnen mit Termen“ und „zum Veranschaulichen“ wurden von den meisten Testpersonen verneint. Eine Konsequenz dieser Befragung ist eine stärkere Thematisierung der Möglichkeiten und Hilfestellungen, die das Gerät den Lernenden bietet.

Mathematische Fähigkeiten ohne Rechner trainieren

In direkter Konsequenz aus der Zielstellung des Projekts CALIMERO stellt sich die Frage, welche mathematischen Techniken von den Lernenden noch manuell beherrscht werden sollen. Das von Buchenberger [1] eingeführte Whitebox-Blackbox-Prinzip befasst sich mit der Frage, wie weit die Automation gehen soll. Im nachhaltigen Mathematikunterricht muss die Auswahl dessen, was im Sinne einer Whitebox gekonnt werden soll, fachlogisch stimmig sein und darf ein erfolgreiches Weiterlernen nicht behindern. Regelmäßige Kopfübungen zu elementaren Bereichen der Mathematik bilden einen Konzeptschwerpunkt des Projekts. Damit die Lernenden eigenständig auch rechnerfrei einfache Beispiele ausführen

können, sind so genannte erste Übungen mit Identifikations- und Realisierungshandlungen erforderlich. Die Schüler lernen beispielsweise das Gleichsetzungsverfahren zum Lösen linearer Gleichungssysteme manuell anzuwenden, die anderen Verfahren werden von ihnen nachvollzogen und dann nach dem Whitebox-Prinzip direkt vom Rechner gelöst.

Ein Evaluationsinstrument zur Prüfung mathematischen Könnens ohne Rechnerhilfe stellt ein Kopfrechentest dar, der zu Beginn des 8. Schuljahres eingesetzt wurde. Dieser zehnminütige Test prüfte mit 14 Items Kopfrechenfähigkeiten mit Grundaufgaben aus den Bereichen Bruch- und Prozentrechnung, lineare Gleichungen, geometrische Fragestellungen, den Umgang mit Größen sowie Flächen- und Volumenberechnung. Die Ergebnisse dieses Kopfrechentests zeigen, dass die Integration regelmäßiger Kopfübungen in den CAS- gestützten Mathematikunterricht das mathematische Grundkönnen der Lernenden stärkt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede der Projektklassen zu den Vergleichsklassen festgestellt werden. Auch das Lösen einfacher Gleichungen und Umformen von Termen wird von ihnen weiterhin sicher beherrscht.

Literatur

- [1] Buchenberger, B. (1989). Why Should Students Learn Integration Rules? RISC-Linz Technical Report no. 89-7.0. Linz, Austria: University of Linz.
- [2] Ingelmann, M., Bruder, R. (2006). CALIMERO – ein Modellversuch zu CAS-fähigen Taschencomputern ab Klasse 7 in Niedersachsen. In: Vorträge auf der 40. Tagung der GDM. Hildesheim: Franzbecker.
- [3] Lange, R., Lehmann, R.: Ergebnisse der Erhebung von Aspekten der Lernausgangslage und der Lernentwicklung – Klasse 9 (LAU9). <http://www.ggg-hamburg.de/Inhalt/BSJB-LAU9-2001.html>.
- [4] 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. 8th ATCM* (pp. 40-54). USA: ATCM.