

Maria INGELMANN, Darmstadt

Sinnvoller Einsatz von CAS in den Klassen 7 und 8

Der niedersächsische Schulversuch CALiMERO zum Einsatz CAS-fähiger Taschencomputer ab Klasse 7 zielt auf die Entwicklung eines Mathematikcurriculums, bei der sich unterstützt durch eine entsprechende Unterrichtskultur ein sinnvoller Rechnereinsatz etablieren kann. Der Schwerpunkt des Evaluationskonzeptes der TU Darmstadt liegt dabei auf den Problemlöseansätzen der Lernenden mit Rechner und auf ihrem mathematischen Grundkönnen ohne Rechner.

Zielsetzung und Forschungsinteresse des Projekts CALiMERO

Ausgehend von dem in Niedersachsen bereits etablierten Einsatz von grafikfähigen Taschenrechnern (GTR) begann der Schulversuch mit dem Ziel, einen sinnvollen Einsatz von CAS-fähigen Taschencomputern in der Sekundarstufe I zu verankern. Zur Verwirklichung dieses Zieles sollen ein Curriculum und Gestaltungskonzept für einen Mathematikunterricht entwickelt werden, der eine neue Aufgabenkultur unterstützt und den Rechner sinnvoll zur Förderung mathematischer Kompetenzen nutzt. Das Projekt CALiMERO wurde im Schuljahr 2005/2006 mit 29 Klassen der Jahrgangsstufe 7 an sechs Gymnasien gestartet, die in enger Kooperation mit ihren gemeinsam entwickelten Unterrichtsbausteinen arbeiten. In den kommenden Jahren wird CALiMERO bis zur Klasse 10 fortgesetzt.

Um nachhaltiges Lernen von Mathematik durch CAS zu unterstützen, ist, wie Stacey [4] beschrieben hat, die Etablierung einer dem Einsatz von CAS angemessene Unterrichtskultur notwendig. Dementsprechend fanden zum Projektstart Fortbildungsveranstaltungen mit Vertretern der beteiligten Schulen und niedersächsischen Experten unter der Leitung von Prof. Dr. Regina Bruder statt. Dabei wurden Unterrichtsmethoden 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 der Taschencomputer zum Entdecken von Mathematik ausnutzen und es für effektive Übungsprozesse mit Verständnisförderung einsetzen, daneben sollen vernetzte Anwendungen im Unterricht etabliert 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. Durch die TU Darmstadt findet außerdem eine Projektbegleitung durch eine Internetplatt-

form statt (www.prolehre.de), die zum Erfahrungsaustausch der Teilnehmer dient und auf der alle entwickelten Materialien bereitgestellt werden.

Die sich aus dieser Unterrichtskonzeption ergebende zentrale Fragestellung lautet: „Wie kann CAS in Verbindung mit einem ganzheitlichen Unterrichtskonzept kompetenzfördernd eingesetzt werden?“ Um diese zu beantworten, beschäftigt sich die Forschungsgruppe Fachdidaktik an der TU Darmstadt mit der Analyse der Schülerentwicklung bezüglich der Vorstellungen von Mathematik, des Verhaltens im Umgang mit mathematischen Problemstellungen und der mathematischen Leistungsfähigkeit.

Ergebnisse des Schülerleistungstests 7 im Projekt CALiMERO

Die eingesetzten Leistungstests für die Jahrgangsstufen 7 und 8 prüfen die kompetenzbezogene Entwicklung der Lernenden durch Problemlöseaufgaben, die von ihnen das Mathematisieren gegebener Sachverhalte bzw. innermathematische Argumentationen fordern. Die Analyse der Unterschiede in 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 i.w. keine signifikanten Unterschiede. Dies ist nach dem ersten Unterrichtsjahr auch nicht erwartet worden, da die Lernenden sich erst an das CAS-Gerät und das neue Unterrichtskonzept gewöhnen mussten. Erst langfristig wird mit einer signifikanten Steigerung der Schülerleistungen gerechnet.

Fächert man die Testergebnisse genauer auf, so lassen sich in einigen Bereichen bereits nach einem Schuljahr signifikante Leistungssteigerungen der CAS-Klassen gegenüber den GTR-Klassen feststellen. In Bezug auf die von der KMK formulierten allgemeinen mathematischen Kompetenzen zeigt sich beispielsweise, dass die Lernenden aus dem Schulversuch bei Testitems, die die Kompetenz K5 „Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“ abprüfen, eine signifikante Leistungssteigerung gegenüber ihrer Vergleichsgruppe erreichen. Diese Entwicklung führen wir auf das beschriebene Unterrichtskonzept zurück, bei dem die parallele Behandlung mathematischer Darstellungsformen mit Hilfe des Handhelds einen zentralen Schwerpunkt bildet.

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

Vergleichsschülerschülern. In den folgenden Jahren des Projekts CALiMERO wird diese Entwicklung weiter beobachtet werden.

Förderung leistungsschwacher Schüler

Eine der wichtigsten Beobachtungen bei der Evaluation der Leistungstests Klasse 7 im Projekt CALiMERO ist eine offensichtliche Steigerung der leistungsschwächeren Schüler vom Vor- zum Nachtest. Die Lernenden wurden entsprechend ihres Vortestergebnisses in drei Gruppen eingeteilt und ihre Leistungsentwicklung untersucht. Die Studie LAU9 [2] hat gezeigt, dass im Mathematikunterricht eines Schuljahres eine Leistungssteigerung um etwa ein Drittel der Standardabweichung zu erwarten ist. Der Vergleich zwischen den gemäß dieses Erfahrungswertes berechneten und den empirisch gemessenen Nachtestwerten zeigt zum einen, dass die im Anfangstest leistungsschwachen Lernenden, die einen CAS-gestützten Unterricht erlebten, wesentlich besser abschnitten als erwartet, und zum anderen, dass sie im Vergleich zu ihren Altersgenossen, die mit GTR im Mathematikunterricht gearbeitet haben, im Nachtest deutlich besser abgeschnitten haben.

Die Leistungssteigerung der schwachen 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 das Sichern von Basiskompetenzen im Blickpunkt hat, die Entwicklung der beschriebenen Kompetenzen bei den schwachen Schülern besonders stützt und fördert.

Fragen zum Rechnereinsatz

Im Zusammenhang mit dem Vorleistungstest der Jahrgangsstufe 8 wurden die Schüler gefragt, zu welchem Zweck sie den Taschencomputer in der Testsituation eingesetzt haben. Dabei zeigt sich, dass die Lernenden das Potenzial des CAS-Handhelds 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, im Unterricht.

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 manueller Fähigkeiten 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 Mathematikunterricht die manuellen Fähigkeiten 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] 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>.
- [3] Kultusministerkonferenz (Hrsg.) (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). München: KMK.
- [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.