

Maria INGELMANN, Regina BRUDER, TU Darmstadt

## **CAS-Einsatz in der Sekundarstufe I**

Der Schulversuch CALiMERO entwickelt und erprobt ein Unterrichtskonzept zum Einsatz CAS-fähiger Taschencomputer im Mathematikunterricht an Gymnasien von Klasse 7 bis 10 in Niedersachsen. Seine Grundlage ist eine kompetenzorientierte Aufgabekultur, die das vielschichtige Potenzial der Taschencomputer zum Entdecken von Mathematik ausnutzt und es für effektive Übungsprozesse mit Verständnisförderung einsetzt. Mit Hilfe von Schülerbefragungen und Leistungstests mit und ohne Rechnereinsatz wird der Erfolg dieses Konzepts überprüft. Von Schülern angefertigte Stundenprotokolle zeigen die Umsetzung des Konzepts.

### **Das Projekt CALiMERO**

Ausgehend von dem in Niedersachsen bereits etablierten Einsatz von grafikfähigen Taschenrechnern (GTR) begann der Schulversuch im Schuljahr 2005/2006 mit dem Ziel einer Konzeptentwicklung für einen CAS-gestützten Mathematikunterricht ab Klasse 7 in 29 Klassen an sechs Gymnasien mit Evaluation. Zur Verwirklichung dieses Zieles sollen ein Curriculum und Gestaltungskonzept für einen Mathematikunterricht entwickelt werden, der den Rechner sinnvoll zur Förderung mathematischer Kompetenzen nutzt. Die beteiligten Fachlehrer haben in vierteljährlichen mehrtägigen Treffen gemeinsam die Unterrichtsbausteine diskutiert und ausgearbeitet, vgl. Bruder/Weiskirch (2007a,b,c).

### **Unterrichtskonzeption**

Im Rahmen des Projekts CALiMERO soll der Einsatz moderner Technologie im Mathematikunterricht den nachhaltigen Lernprozess in mehrfacher Hinsicht unterstützen. Die Schülerinnen und Schüler sollen den Taschencomputer sowohl als Lernwerkzeug zum Entdecken mathematischer Zusammenhänge als auch als Rechenwerkzeug zum Anwenden von Mathematik nutzen. Daneben sollen sie auch die notwendige Werkzeugkompetenz erwerben, um den Rechner sicher beim Lösen mathematischer Problemstellungen einsetzen zu können. Besonderes Augenmerk wird auf die durch den Rechner gegebene Möglichkeit des Wechsels zwischen mathematischen Darstellungsformen gelegt.

Mit dem Einsatz von solchen methodischen Elementen wie Semantischen Netzen und Kontrollfragen zur Selbsteinschätzung soll Zielklarheit gefördert und die Übernahme von Verantwortung für den eigenen Lernprozess unterstützt werden. Wahlmöglichkeiten bei den Unterrichtseinstiegen und in den Übungsmaterialien helfen den Lehrkräften, die Besonderheiten der

jeweiligen Lerngruppe zu berücksichtigen. Die Schüler können in den Übungsphasen selbstständig bestimmen, wann sie den Rechner einsetzen und mit welcher der zur Verfügung stehenden Darstellungsformen sie arbeiten. Auf diese Weise findet eine Binnendifferenzierung im Sinne multipler Lösungswege statt.

Durch den Einsatz vielfältiger Unterrichtsmethoden wie Gruppenpuzzle, Stationenlernen, Spielen, Planarbeit etc. soll eine individuell fördernde Unterrichtskultur geschaffen werden. Regelmäßige Kopfübungen und Strategien zum Problemlösen wurden ebenfalls in das Konzept eingebaut.

### **Ergebnisse der Schülerfragebögen**

Der Evaluation nach zwei Projektjahren liegen die Ergebnisse der Projektschulen zugrunde (Projektgruppe N = 554). Daneben wurden fünf Vergleichsklassen an verschiedenen niedersächsischen Gymnasien in die Evaluation eingebunden, die im Mathematikunterricht mit GTR arbeiten (Vergleichsgruppe N = 106).

Eine deutliche Weiterentwicklung ist bei der Projektgruppe in Relation zur Vergleichsgruppe vor allem bei den Fragen zur Unterrichtsgestaltung zu erkennen. Nach Aussage der Lernenden wurde die Zeit für selbständige Entdeckungsprozesse sowie für das Ausprobieren verschiedener Lösungswege erhöht. Zudem bieten sich nach Schülerwahrnehmung mehr Möglichkeiten, Ergebnisse im Unterricht zu diskutieren und zu präsentieren.

Der Taschencomputer und dessen Einsatz im Mathematikunterricht werden von den Lernenden im Mittel positiv, jedoch auch sehr heterogen bewertet. Der Vergleich mit der Bewertung des GTR durch die Vergleichsgruppe zeigt, dass der CAS-Einsatz bei der Projektgruppe positivere Emotionen hervorruft. Dabei sind zwischen der Bewertung des Taschencomputers und der Mathematiknote keine signifikanten Zusammenhänge festzustellen.

### **Ergebnisse der Schülerleistungstests**

In den Tests über jeweils 45 Minuten, die als Open-Ended-Tests konzipiert wurden, wechselten sich einfachere und anspruchsvollere Aufgabenstellungen ab. In der 7. Klasse fand der Test noch rechnerfrei statt, im Test für das 8. Schuljahr wurde auch der Einfluss der Rechnernutzung untersucht. Parallel dazu wurde ein rechnerfreier Kopfrechentest eingesetzt (15 min).

Es zeigt sich, dass die Lernenden der Projektschulen in den ersten drei Tests, also schon von Anfang an schwächer abschnitten als die Vergleichsgruppe. Im Nachtest der Klasse 8 aber konnte die Projektgruppe im Mittel die Leistungen der Vergleichsgruppe erreichen. Es wird vermutet, dass die

bessere Vorstellbarkeit mathematischer Zusammenhänge durch die eingesetzten Rechner, das kompetenzorientierte ganzheitlich angelegte Aufgabenkonzept sowie die Kontrollmöglichkeiten mit dem CAS diese Effekte gerade auch bei den leistungsschwächeren Lernenden bewirkt haben.

In Bezug auf die allgemeinen mathematischen Kompetenzen zeigt der Leistungstest für Klasse 8 stärkere positive Entwicklungen der Projektgruppe in Relation zur Vergleichsgruppe vor allem im Bereich der „Modellierungskompetenz“ und der Kompetenz „mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“.

Es gibt einige interessante Detailergebnisse, die noch näherer Erklärung bedürfen: Von Anbeginn und in allen weiteren Leistungstests schneiden die Jungen der Projektgruppe im Mittel bisher besser ab als die Mädchen. Die Tests des 8. Schuljahrs zeigen, dass die Jungen der Projektschulen besonders hohe Leistungszuwächse innerhalb des Jahres erzielt haben. In den Vergleichsschulen haben sich Jungen und Mädchen parallel entwickelt.

Die im Kopfrechentest in Klasse 8 gemessenen Rechenfertigkeiten zeigen, dass sich Projekt- und Vergleichsgruppe parallel positiv entwickeln. Diese nicht selbstverständliche Entwicklung wird auf die im Unterrichtskonzept von CALiMERO verankerten ritualisierten Kopfübungen zurückgeführt.

### **Ergebnisse der Stundenprotokolle der Schülerinnen und Schüler**

Zur Auswertung lagen die Stundenprotokolle zu den Unterrichtseinheiten „Lineare Zusammenhänge“ und „Stochastik“ der Klasse 8 von jeweils zwei Schulen vor. Insgesamt wurden 404 Unterrichtsstunden protokolliert. Bei der Frage nach der Gestaltung des Unterrichts zeigt sich, dass verschiedene Elemente der Unterrichtskonzeption von CALiMERO im Unterricht etabliert sind. In 49 % der protokollierten Stunden gab es nach Aussage der Lernenden explizite selbstständige Arbeitsphasen, 26 % der Stunden enthielten Gruppenarbeitsphasen. In 15 % der Stunden wurden rechnerfreie Kopfübungen integriert.

In 54 % der dokumentierten Stunden wurde mit dem Taschencomputer gearbeitet, dabei wurde der Rechner in dem überwiegenden Teil der Stunden (81%) von den Schülern selbst benutzt. In 65% der Stunden gab es keine Probleme beim Rechnereinsatz. Probleme mit den Taschencomputern nahmen die Lernenden, wenn überhaupt, bei der Anwendung neuer Inhalte und wegen fehlender Grundkenntnisse wahr, dagegen sind die auftretenden technischen Schwierigkeiten erfreulich gering (in 11% der Stunden).

Es zeigt sich, dass es in den beiden ausgewerteten Unterrichtsbausteinen eine deutliche Abkehr vom klassischen Frontalunterricht gegeben hat und

die Lernenden im Mathematikunterricht jetzt stärker miteinander arbeiten und lernen. Dabei wird die große Unbefangenheit der Schülerinnen und Schüler gegenüber der neuen Technologie deutlich. Die von den Lernenden dokumentierte Nutzung des Taschencomputers im Unterricht lässt weiterhin den Schluss zu, dass sich das freie Ausprobieren und Experimentieren mit dem Taschencomputer im Unterricht etabliert hat.

### **Ausblick**

Insgesamt ist das Projekt CALiMERO erfolgreich angelaufen und das sich ständig im Dialog mit den beteiligten Lehrkräften weiter entwickelte Unterrichtskonzept hat sich bereits bewährt. In den folgenden Jahren wird auf eine stärkere Binnendifferenzierung im Unterricht und auf die Ausschöpfung des Rechnerpotenzials zur Kompetenzentwicklung hingearbeitet.

### **Literatur**

Bruder, Regina; Weiskirch, Wilhelm (Hrsg.) (2007a): CALiMERO - Computer-Algebra im Mathematikunterricht. Band 1: Arbeitsmaterialien für Schülerinnen und Schüler: Problemlösen lernen - Längen, Flächen- und Rauminhalte, Terme und Termumformungen - Einführung mit dem Taschencomputer (TC) - Kopfübungen - Basiswissen. Sek I CAS, T<sup>3</sup> Deutschland.

Bruder, Regina; Weiskirch, Wilhelm (Hrsg.) (2007b): CALiMERO - Computer-Algebra im Mathematikunterricht. Band 2: Arbeitsmaterialien für Schülerinnen und Schüler: Entdeckungen an Dreiecken und Vierecken - Mehrstufige Zufallsexperimente - Einführung mit dem Taschencomputer (TC) - Kopfübungen- Basiswissen. Sek I CAS, T<sup>3</sup> Deutschland.

Bruder, Regina; Weiskirch, Wilhelm (Hrsg.) (2007c): CALiMERO - Computer-Algebra im Mathematikunterricht. Band 1: Methodische und Didaktische Handreichung: Problemlösen lernen - Längen, Flächen- und Rauminhalte, Terme und Termumformungen - Einführung mit dem Taschencomputer (TC) - Kopfübungen- Basiswissen. T<sup>3</sup> Deutschland.

Ingelmann, Maria; Bruder, Regina (2007): Sinnvoller Einsatz von CAS in den Klassen 7 und 8. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007, Teil I. Hildesheim: Franzbecker.

Ingelmann, Maria & Bruder, Regina (2007b): Appropriate CAS-Use in Class 7 and 8. In: Woo, J.-H., Lew, H.-C., Park, K.-S., Seo, D.-Y. (Hrsg.): Proceedings of the 31st Conference of the International group for the Psychology of Mathematics Education.