

Robert NEUMANN, Freiburg

## **Computeralgebrasysteme und mathematische Grundfähigkeiten.**

Computeralgebrasysteme (CAS) im Schulunterricht waren in der Vergangenheit bereits Gegenstand von verschiedenen Forschungsprojekten. Hier seien exemplarisch der Bayerische Modellversuch  $M^3$  (Weigand & Bichler 2010) und CALiMERO (Ingelmann 2008) genannt. Bei diesen Untersuchungen handelte es um eine „klassische“ Interventionsstudie ( $M^3$ ) bzw. um ein mehrjähriges Projekt, in dessen Rahmen der Mathematikunterricht mit Technologieeinsatz evaluiert wurde (CALiMERO).

### **1. Forschungsfrage**

Da es bisher im deutschsprachigen Raum keine Studien gab, die das Grundwissen und die Grundfertigkeiten von SchülerInnen am Ende der Schulzeit bzw. am Anfang des Studiums untersuchten, sollte dies der Forschungsgegenstand sein. Damit verbunden ist die Erwartung, Ergebnisse zu erhalten, die Aufschluss über einen längerfristigen Einfluss des im Unterricht verwendeten Taschenrechnertyps geben können.

Die Forschungsfrage lautet: „Bestehen Unterschiede bei mathematischen Grundkompetenzen von Studienanfängern, die sich auf die Art des im Unterricht verwendeten Taschenrechnertyps „Grafikfähiger Taschenrechner“ (GTR) oder CAS zurückführen lassen?“

### **2. Untersuchungsdesign**

Es wurden Studienanfänger des Fachs Wirtschaftswissenschaften in Hannover und Oldenburg in der ersten Vorlesungsstunde im 1. Semester getestet. Insgesamt konnten so 462 Datensätze generiert werden.

Bei der Untersuchung handelt es sich um ein „nonequivalent Groups Post-test-Only Comparison Group Design“ (McMillan, 2010), da ein Prätest nicht möglich war. Es wurde ein Posttest nach der Intervention (der Unterricht mit dem CAS) durchgeführt. Daher war es nötig, Stichproben auszuwählen, die möglichst wenige Unterschiede aufweisen. Im konkreten Fall bedeutet dies, dass alle Teilnehmer der Studie das allgemeinbildende Gymnasium, bzw. die Gesamtschule in Niedersachsen besucht hatten und in der Schulzeit mit dem jeweiligen Rechnertyp unterrichtet wurden. Die Entscheidung zwischen GTR und CAS erfolgte in Niedersachsen für die gesamte Schule, so dass die SchülerInnen nicht zwischen den Geräten wählen konnten. Alle Testteilnehmer wurden in Mathematik im Abitur geprüft und hatten mit dem Studium spätestens im Folgejahr des Abiturs begonnen. Das

Fach Wirtschaftswissenschaften wurde ausgewählt, um eine möglichst große Varianz der Ergebnisse zu erreichen. Zur Messung der mathematischen Grundfähigkeiten wurde ein Fragebogen eingesetzt, der die folgenden Themenbereiche umfasste: Algebra- und Rechenaufgaben, Textaufgaben sowie Aufgaben zur Interpretation von Funktionsgraphen. Insbesondere diese letztgenannten Aufgaben dienten dazu, Themen der Sekundarstufe 2 abzufragen.

### 3. Ergebnisse

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, wurden die Datensätze mit Hilfe einer Varianzanalyse ausgewertet. Die beiden untersuchten Faktoren waren dabei die Rechnerart, d.h. der in der Schule verwendete Taschenrechner (GTR bzw. CAS), sowie das in der Schule besuchte Kursniveau (Grund- bzw. Leistungskurs). Es standen die folgenden Fragen im Fokus:

1. Welche Faktoren haben einen Einfluss auf die Fähigkeit, Funktionsgraphen richtig interpretieren zu können? (Gemessen durch die Anzahl der richtig bearbeiteten Aufgaben)
2. Welche Faktoren haben einen Einfluss auf die Anzahl der gemachten Rechenfehler?
3. Welche Faktoren haben einen Einfluss auf die Anzahl der bearbeiteten Aufgaben?

Zum 1. Punkt: Bei der Auswertung wurden richtige Antworten mit einem Punkt bewertet, teilweise richtige Aussagen mit 0,5 Punkten. Insgesamt standen für die Auswertung 11 Items zur Verfügung (Cronbachs  $\alpha = 0,72$ ).

	F	Signifikanz	Effektstärke f
Rechnerart	0,41	0,52	0,0
Kursniveau	23,3	0,00	0,23
Rechnerart*Kursniveau	6,006	0,02	0,14

Betrachtet man nur den Faktor „Rechnerart“, so zeigt dieser keine statistische Relevanz, der Faktor „Kursniveau“ hingegen ist hochsignifikant. Auch der Einfluss der Wechselwirkung ist signifikant. Durch Hinzunahme der grafischen Darstellung lassen sich diese Ergebnisse besser verstehen.

Es zeigt sich, dass die GTR-Nutzer eher zu homogenen Ergebnissen kommen, die näher am Gesamtmittelwert (gestrichelte Linie) liegen. Die CAS-Nutzer hingegen zeigen eher heterogene Ergebnisse. Dabei erreichten die

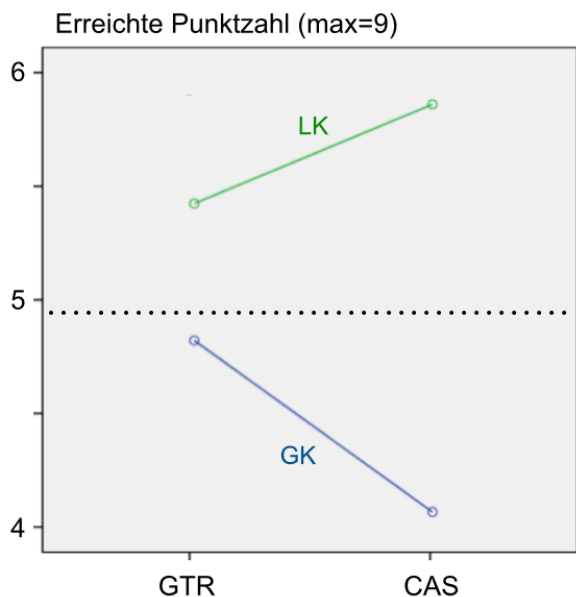


Abbildung 1: Geschätzte Randmittel, Erreichte Punkte, Interpretation von Funktionsgraphen.

CAS-Leistungskurs-SchülerInnen die meisten Punkte und die CAS-Grundkurs-SchülerInnen die wenigsten Punkte. Innerhalb des Grundkurses ist der Unterschied zwischen GTR und CAS statistisch signifikant. Es sollte allerdings erwähnt werden, dass es sich um einen eher kleinen Effekt handelt.

Zum 2. Punkt: Um die Anzahl der Rechenfehler zu erfassen, wurden die Kalkül- und Gleichungslöseaufgaben ausgewertet. Jeder Fehler wurde im Anschluss mit 1 Punkt bewertet. Nach der Reduktion der Items mit Hilfe des Schwierigkeitsindex blieben 7 Items zur Auswertung.

Eine Reliabilitätsanalyse ergab für Cronbachs  $\alpha = 0,36$ , so dass sich das Testinstrument nicht als geeignet erwies, um die Grundrechenfähigkeiten zu messen.

Zum 3. Punkt: Zur Beantwortung der Frage, welche Faktoren einen Einfluss auf die bearbeitete Aufgabenanzahl haben, wurde bei der Auswertung codiert, ob eine Aufgabe nicht oder nur teilweise bearbeitet wurde. Die Auswertung erfolgte dabei separat für die Bereiche „Grundrechenarten“ und „Interpretation von Funktionsgraphen“. In Bezug auf die Grundrechenarten ließen sich keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen feststellen. In Bezug Aufgaben zur Interpretation von Funktionsgraphen zeigten sich Unterschiede in Abhängigkeit von Kursniveau und Rechnerart:

	F	Signifikanz	Effektstärke f
Rechnerart	0,04	0,95	0,0
Kursniveau	10,4	0,00	0,25
Rechnerart*Kursniveau	5,855	0,02	0,01

Bei den GTR-Nutzern sind die Unterschiede minimal. Mit einer Effektstärke von 0,01 muss der beobachtete Effekt als klein bewertet werden. Auch in diesem Fall ist eine Betrachtung der graphischen Darstellung hilfreich. Von den CAS-Leistungskurs-SchülerInnen wurden die meisten Aufgaben bearbeitet, von den CAS-Grundkurs-SchülerInnen die wenigsten (Der Gesamtmittelwert ist gestrichelt gezeichnet).

## 5. Diskussion und Ausblick

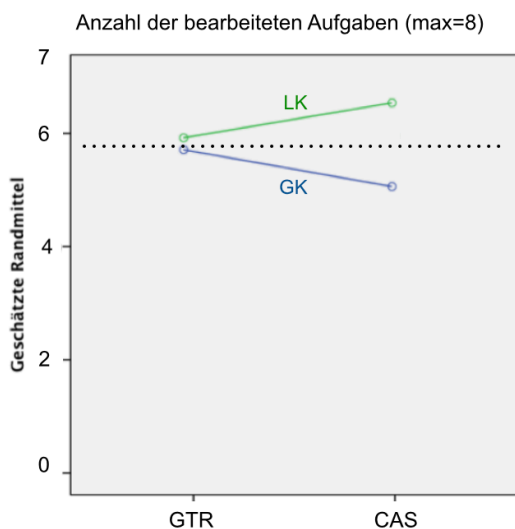


Abbildung 2: Geschätzte Randmittel, Anzahl der bearbeiteten Aufgaben.

könnte der „Lehrereffekt“ sein, d.h. die Auswirkung einer positiven oder negativen Einstellung zu Computeralgebrasystemen. Die Daten wurden in den Jahren 2010 und 2011 erhoben. Es wäre sicher eine lohnende Frage, ob eine Erhebung zum heutigen Zeitpunkt zu ähnlichen Ergebnissen führen würde, gerade auch vor dem Hintergrund einer weiten Verfügbarkeit von Smartphones und Tablet-Computern. Es wäre auch von Interesse, zu untersuchen, ob der beobachtete „Schereneffekt“ an anderer Stelle auftritt. Die Unterschiede bei der Anzahl der bearbeiteten Aufgaben wurden in der Literatur bisher nicht erwähnt, auch hier wären weitere Untersuchungen, z.B. vor dem Hintergrund von Fragen zur Selbstwirksamkeit, interessant.

### Literatur

- Ingelmann, M. & Bruder, R. (2008). CAS-Einsatz in der Sekundarstufe I. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2008 (S. 473-476). Münster: WTM-Verlag.
- McMillan, J. H. (2010). Research in education: evidence-based inquiry. (S. Schumacher, Hrsg.) (International ed., 7. ed.). Boston, [Mass.]: Pearson.
- Weigand, H.G & Bichler, E. (2010). Der Einsatz von Taschencomputern an bayerischen Gymnasien – Analyse eines langjährigen Unterrichtsversuchs. In: Beiträge zum Mathematikunterricht (S. 923-926). Münster: WTM-Verlag.

Für die dargestellten Ergebnisse, die als „Schereneffekt“ bezeichnet werden können, sind verschiedene Ursachenfelder denkbar, die an dieser Stelle nur kurz angerissen werden können: Zum einen das Gerät „an sich“, also mögliche Bedienungshürden, die gerade im Grundkurs ausgeprägter sein könnten: So beschreiben Weigand und Bichler (2010) einen Anteil der Schüler, die auch nach einem längeren Zeitraum noch Schwierigkeiten mit dem Gerät haben. Zum zweiten die Verfügbarkeit von speziellen Lehrmaterial zum Unterricht mit CAS. Ein weiterer Faktor