

Michael RIEß, Münster

Digitale Werkzeuge und funktionales Denken – Ergebnisse einer Langzeitstudie in der Sekundarstufe I

Während die groß angelegten Langzeitstudien zum Einsatz digitaler Werkzeuge in Deutschland wie CALiMERO oder M³ (vgl. Ingelmann & Bruder 2007, Bichler & Weigand 2010) an Gymnasien durchgeführt wurden, untersucht das Projekt CASI den Einsatz von Taschencomputern mit Computeralgebrasystem (CAS) an Real- und Gesamtschulen am Ende der Sekundarstufe I. Die in diesem Artikel vorgestellten Ergebnisse resultieren aus Leistungstests, die im Rahmen einer Unterrichtseinheit zu quadratischen Gleichungen und Funktionen durchgeführt wurden.

1. Computereinsatz im Mathematikunterricht und Funktionen

Das digitale Werkzeug, in diesem speziellen Fall der Taschencomputer mit CAS, besitzt die Fähigkeit schnell und unkompliziert zwischen den verschiedenen Darstellungsformen von Funktionen (Swan 1982) Tabelle, Graph und algebraischer Ausdruck wechseln zu können (Hollar & Norwood 1999). Daher gab es bereits Ende der 90er-Jahre eine große Anzahl an Veröffentlichungen, die sich dieses Themenbereichs annahmen. O’Callaghan (1998) beobachtete beispielsweise bei den mit CAS unterrichteten Schülern sowohl besseres Wissen über die einzelnen Komponenten des Modellierens, Interpretierens und Wechselns der Darstellungen als auch ein generell besseres Verständnis des Funktionskonzepts. Schwarz und Hershkowitz (1999) berichten von einem umfassenderen „concept image“ von Funktionen, wenn man Schüler mit CAS unterrichtet.

Auch in deutschen Studien wurden in diesem Themenfeld Ergebnisse berichtet. Bichler und Weigand (2007) beobachten bessere Ergebnisse der Projektschüler bei dem Wechsel zwischen Graph und Funktionsgleichung. Sie berichten auch über Probleme bei der Nutzung problemadäquater Darstellungsformen auch noch nach einem Jahr Erfahrung mit dem digitalen Werkzeug. Während Bichler und Weigand gemischte Eindrücke der Leistungssteigerung von schwachen Schülern beobachten, war der Leistungszuwachs in der Gruppe der schwächeren Schüler bei Ingelmann und Bruder (2007) signifikant höher als in den anderen Gruppen.

2. Das Projekt CASI

Das Ziel des von Prof. Gilbert Greefrath geleiteten Projekts CASI (Computeralgebrasystemeinsatz in der Sekundarstufe I) ist die Förderung, Erprobung und Untersuchung der Nutzung von digitalen Werkzeugen auf Real-

schulniveau am Ende der Sekundarstufe I. Zu diesem Zweck wurden in den Schuljahren 2009/10 und 2010/11 10 Projektklassen an 5 Schulen mit dem Taschencomputer CASIO Classpad ausgestattet. Der CAS-Taschenrechner stand den Schülern dabei sowohl in der Schule als auch zuhause zur Verfügung und wurde von den Projektlehrkräften nach eigenem Ermessen eingesetzt. Die Parallelklassen der Schulen dienten als Kontrollgruppe für die Kompetenztests.

Im Rahmen des Projekts wurden 5 Unterrichtseinheiten besonders beobachtet, unter anderem eine Unterrichtseinheit zu quadratischen Gleichungen und Funktionen. Zu diesen wurden auf Projekttreffen Kompetenzen der Schüler mit und ohne technische Hilfe sowie einige Aufgaben vereinbart und Kompetenztests im Pre-/Posttestdesign durchgeführt. Wann immer es für sinnvoll erachtet wurde, gab es Testteile, bei denen jeglicher Technologieinsatz untersagt war. Bei den Themengebieten im Bereich des funktionalen Denkens, die aus den oben erwähnten Gründen von besonderem Interesse waren, wurden die Testaufgaben im Hinblick auf Übersetzungsfertigkeiten parallel gestaltet. Weiterhin wichtig für die Planung dieser Unterrichtseinheiten war die vielfältige Verwendung des Rechners. (Greefrath 2010).

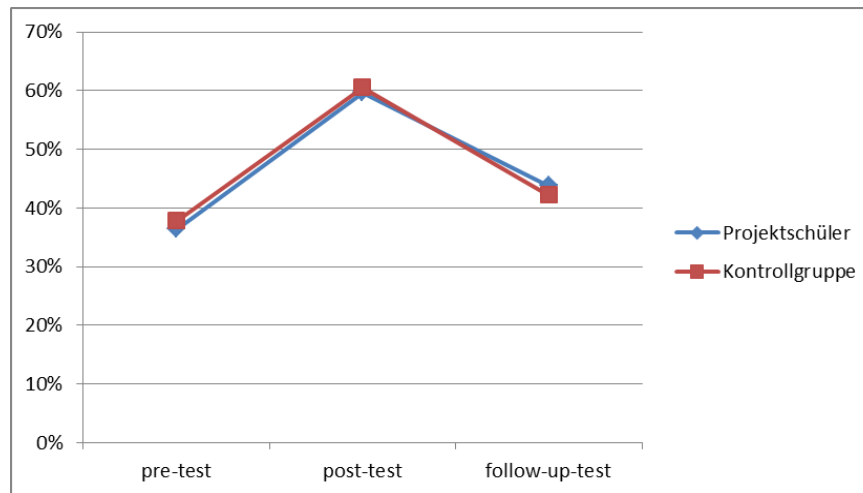
Weiterhin wurden zu drei Zeitpunkten Einstellungsfragebögen ausgegeben, tabellarische Stundenprotokolle über den Einsatz des digitalen Werkzeugs geführt und qualitative Untersuchungen der Schülerprodukte angestellt. Für die bisher publizierten Ergebnisse dieser Erhebungsmethoden sei auf die Veröffentlichungen Greefrath & Rieß (2012, 1013) sowie Rieß & Greefrath (2011) verwiesen.

3. Testdesign und Ergebnisse

Die in diesem Artikel vorgestellten Ergebnisse entstammen dem Pre-, Post- und Follow-up-Test zu der Unterrichtseinheit über quadratische Gleichungen und Funktionen. Diese Unterrichtseinheit fand nach ungefähr 2 Monaten des zweiten Projektjahres statt und dauerte bis zu dessen Mitte. Der Follow-up-Test fand ca. 4 Monate nach Abschluss der Unterrichtseinheit ohne vorherige Wiederholung statt. Alle drei Tests enthielten auch einen hilfsmittelfreien Testteil. Die Auswertung der Tests erfolgte nach mit skalierender Inhaltsanalyse in Form eines kriteriengeleiteten Punkteschemas.

Im folgenden Diagramm sind die Ergebnisse der Schüler abgetragen, die an alle drei Tests teilnehmen konnten (Projektschüler N=131, Kontrollgruppe N=67). Es gibt zu keinem der Testzeitpunkte einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen, wobei die Projektschüler an den ersten beiden Zeitpunkten tendenziell schlechter und beim Follow-up-Test

tendenziell besser als die Kontrollgruppe abschnitten. Die Betrachtung der einzelnen Aufgaben zeigt, dass auch im hilfsmittelfreien Teil zu keinem Testzeitpunkt ein signifikanter Unterschied zu beobachten war.



Um einen ergänzenden Einblick zu bekommen, wurden zusätzlich die Ergebnisse aller Schüler, die an mindestens zwei Tests, von denen einer der Follow-up-Test ist, teilgenommen haben, betrachtet. Dort ist im Post- und Follow-up-Test ein signifikant besseres Abschneiden der Projektzuschüler zu beobachten. Dieses ist zu einem großen Teil auf eine Aufgabe zurückzuführen ist, bei der Graphen ihren Gleichungen und diese dann speziellen Punkten zugeordnet werden müssen. Die detaillierten Resultate dieser Aufgabe sind in dieser Tabelle zusammengefasst:

Test	Mittelw. Projektgr.	Mittelw. Kontr.gr.	St.Abw. Projektgr.	St.Abw. Kontr.gr.	t	df	p	r
Pre	59%	48%	34%	36%	2.294	233	.03	0.148
Post	91%	84%	19%	23%	2.342	157	.02	0.157
Follow-up	83%	64%	26%	33%	4.917	161	.001	0.301

Die hilfsmittelfreien Fertigkeiten zeigen auch bei dieser Betrachtung selten signifikante Unterschiede. Vereinzelt schnitten die Projektzuschüler bei diesen Aufgaben signifikant besser ab. Für eine detailliertere Beschreibung der Ergebnisse und speziell dieser Schülersauswahl sei auf Rieß & Greefrath (2013) verwiesen.

4. Diskussion

Bei der Bearbeitung der gestellten Testaufgaben zeigten sich keine Leistungsunterschiede zwischen der Projekt- und der Kontrollgruppe. Es war im Projekt CASI also möglich, die Kompetenz der Projektzuschüler im Lösen von Aufgaben, die auch ohne den Taschencomputer gestellt werden konnten, mindestens zu erhalten, in den beobachteten Tendenzen sogar zu ver-

bessern. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass dies auch für den hilfsmittelfreien Teil Gültigkeit behält. Somit konnte ein Erhalt der Rechenfertigkeit erreicht werden.

Das auffallend gute Abschneiden bei der gesondert erwähnten Aufgabe ist sicherlich teilweise auf die Funktionen des ClassPads zurückzuführen. Wenn es sich dabei also eventuell auch nicht um eine Beobachtung höherer Leistungsfähigkeit handelt, so haben die Schüler in diesem Fall gezeigt, dass sie nach einem guten Jahr Erfahrung in der Lage waren, den Taschencomputer selbstständig und problemadäquat zu nutzen.

Literatur

- Bichler, E., & Weigand, H.-G. (2010). Der Modellversuch "M3 - Medienintegration im Mathematikunterricht" an bayrischen Gymnasien. *TI-Nachrichten*, 10(1), 32–35.
- Greefrath, G. (2010): Mit dem Computer qualitativ arbeiten?, *Praxis der Mathematik in der Schule* 52 Bd. 31, 20-24.
- Greefrath, G., & Rieß, M. (2012). Using CAS-Handhelds at lower secondary Level - Results of an empirical Study. In *Pre-Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education*, July 8-15, 2012, Seoul, Korea (pp. 3823–3830). Seoul.
- Greefrath, G., & Rieß, M. (2013, in print). Reality Based Test Tasks with Digital Tools at Lower Secondary. In G. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J. Brown (Eds.), *ICT-MA 15*. Springer.
- Hollar, J. C., & Norwood, K. (1999). The Effects of a Graphing-Approach Intermediate Algebra Curriculum on Students' Understanding of Function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 220.
- Ingelmann, M., & Bruder, R. (2007). Sinnvoller Einsatz von CAS in den Klassen 7 und 8. In *Gesellschaft für Didaktik der Mathematik präsentiert: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007*. (pp. 94–97). Hildesheim: Franzbecker.
- O'Callaghan, B. R. (1998). Computer-Intensive Algebra and Students' Conceptual Knowledge of Functions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 21.
- Rieß, M., Greefrath, G. (2011). Das Projekt CASI: Ergebnisse aus dem ersten Projektjahr, *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*.
- Rieß, M., Greefrath, G. (2013). Results on the function concept of lower achieving students using handheld cas-calculators in a long-term Study. *Proceedings of the eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. February 2013, Antalya (Turkey).
- Schwarz, B. B., & Hershkowitz, R. (1999). Brakes or Levers in Learning the Function Concept? The Role of Computer Tools. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(4), 362-389.
- Swan, M. (1982). The teaching of functions and graphs. In G. van Barneveld & H. Krabbendam (Eds.), *Conference on functions*. Conference report (Vol. 1, pp. 151–165).