

Ewald BICHLER, Frank FRITSCHKE, Hans-Georg WEIGAND

## **Der Modellversuch „M3 – Medienintegration im Mathematikunterricht“ an bayerischen Gymnasien**

Der Modellversuch M<sup>3</sup> wurde ab dem Jahr 2003 vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus initiiert und von Texas Instruments und Casio finanziell unterstützt. Es ist ein langfristiges Projekt in einer authentischen Entwicklungsumgebung an bayerischen Gymnasien. Die positiven Ergebnisse des Projekts haben dazu geführt, dass es bayerischen Gymnasien vom Schuljahr 2011/12 an freigestellt ist, ab der 10. Klasse Taschencomputer (TC) einzuführen und diese dann auch in der Abiturprüfung zu verwenden. Ausführliche Darstellungen des Projekts finden sich in Weigand (2008) und Weigand u. Bichler (2010) und in der Dissertation von Ewald Bichler (2010). Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die zentralen Ergebnisse des Modellversuchs der letzten Jahre gegeben.

### **1. Ergebnisse des Modellversuchs aus den Jahren 2003-2009**

**Lernfortschritte verschiedener Leistungsgruppen:** Zwischen leistungstärkeren und -schwächeren Schülern kommt es *nicht* – wie häufig befürchtet – zu einer Öffnung der Leistungsschere. Allerdings zeigt der langfristige Einsatz des TC auch *keine* – entgegen den anfänglichen Ergebnissen – überproportionale Leistungssteigerung der leistungsschwächeren Schüler.

**TC-Verwendung in Prüfungen – Einsatz und Erfolg:** Eine Integration des TC in das Arbeiten bei Prüfungsaufgaben erfolgt erst nach einer relativ langen Zeit (etwa ein Schuljahr). Wenn Schüler aber mit dem TC vertraut sind, dann schlägt sich seine Verwendung in signifikant besseren Prüfungsergebnissen nieder.

**TC-Verwendung in Prüfungen – Einsatzzeitpunkt und Lösungsstrategien:** Mit dem TC werden neue Lösungsstrategien bei Prüfungsaufgaben angewandt. Allerdings stellt sich das – natürlich – nicht von alleine ein, sondern die größere Vielfalt an Lösungsmöglichkeiten muss von der Lehrkraft im Unterricht beständig aufgezeigt werden.

**TC-Verwendung in Prüfungen – graphisch, numerisch, symbolisch:** Bzgl. der drei Darstellungsformen symbolisch, numerisch und graphisch zeigt sich, dass der numerische Bereich beim TC-Einsatz im Unterricht und in Tests eine untergeordnete Rolle spielt. Bei den beiden anderen Bereichen arbeiten Schüler mit dem TC weitaus mehr symbolisch als die Lehrkräfte dies einschätzen, aber weitaus weniger graphisch als die Lehrkräfte dies vermuten.

**Einstellungen der Schüler zum TC:** Eine deutliche Mehrheit der Schüler empfindet den Unterricht mit einem TC abwechslungsreich und gut die Hälfte empfindet ihn interessant. Eine in den anfänglichen Jahren beobachtete Polarisierung in eine Gruppe, die den TC annimmt und weiterhin mit ihm arbeiten möchte und in eine Gruppe, die ihn ablehnt, konnte langfristig nicht bestätigt werden.

**Das Drei-Säulen-Modell – Der Rechner als Rechen-, Lehr- und Lernwerkzeug:** Die Interviews zeigen, dass viele Schüler den TC vor allem als ein „Lernwerkzeug“ und weit weniger als ein „Rechenwerkzeug“ ansehen. Die Schüler sehen den TC als eine Hilfe beim Verständnis der Inhalte und weniger als ein Gerät zum alleinigen Ausführen von Algorithmen. Diese Sichtweise ist weitgehend unabhängig von der Klasse und vom erlebten Unterricht.

**TC als Katalysator für „moderne“ Unterrichtsformen:** Mit der Verwendung des TC gehen verstärkt – moderne(?) – Unterrichtsformen wie Partner-, Gruppen- oder Projektarbeit einher.

**Hilfsmittelfreie Prüfungsteile:** Der TC war in allen schriftlichen Prüfungen zugelassen, allerdings mit unterschiedlicher Gewichtung. Teilweise gab es bei den Klassenarbeiten hilfsmittelfreie Teile, teilweise wurden einzelne Klassenarbeiten ohne TC geschrieben. Bei mündlichen Prüfungen hat etwa die Hälfte der Lehrkräfte den TC eingesetzt.

**Veränderung von Prüfungsaufgaben:** Die Prüfungsaufgaben in den Klassenarbeiten haben sich – gegenüber rechnerfreien Klassen – nicht sehr verändert. Veränderungen spiegeln sich vielmehr in den Lösungsstrategien (verstärktes numerisches und graphisches Arbeiten) wider. Der Einsatz des TC bei Prüfungen ist allerdings wichtig, da ein TC-Einsatzverbot bei Prüfungen zu einem Akzeptanzproblem und Verdrängen des TC aus dem Unterricht führt.

**Verlust händischer Rechenfertigkeiten:** Anfänglich wurden Klassenarbeiten mit „rechnerfreien Teilen“ geschrieben. Im Laufe des Projektes sind nahezu alle Lehrkräfte zu der Auffassung gelangt, dass eine Überprüfung der händischen Rechenfertigkeiten auch ohne eine äußere Teilung von Aufgaben möglich ist. Alle Lehrkräfte sind der Meinung, dass keine Gefahr des Verlustes händischer Fertigkeiten besteht, da man dem im Unterricht gezielt entgegenwirken kann.

**Einstellung der Lehrkräfte zum TC:** Die Lehrkräfte sehen den Einsatz des TC mit großer Mehrheit positiv. Bezüglich der Einsatzhäufigkeit kommt es bei den Lehrkräften zur Bildung von zwei Polen. Eine Gruppe setzt den TC sehr häufig ein (überwiegend jede Stunde bzw. jede zweite

Stunde), die andere Gruppe setzt den TC seltener als einmal pro Woche ein.

**Fortbildungen:** Hat eine Lehrkraft wenig Erfahrung im Unterrichten mit dem TC, so stellen die Bedienung des Geräts sowie die Fragen zum Prüfungseinsatz große Problemfelder dar. Diese müssen entsprechend durch Material und/oder Fortbildungen thematisiert werden. Im Projekt M<sup>3</sup> ist dies durch Fortbildungen, die MMMs und Videokonferenzen gelungen.

**Dokumentation von Lösungen:** Die Art und Weise der Dokumentation von Lösungen bleibt ein Problem. Es ist schwierig hier allgemein verbindliche Richtlinien aufzustellen, da sie sehr stark problemabhängig sind. Zukünftig sind verstärkt Strategien für die Lösungsdokumentation gefordert.

**Zusammenarbeit von Lehrkräften:** Wenn eine Lehrkraft den TC einsetzt, an der jeweiligen Schule aber ein „Einzelfänomen“ bleibt, so kann dies dazu führen, dass sich die Verwendung eines TC an der Schule nicht etabliert. Eine Zusammenarbeit von Kolleginnen und Kollegen an der Schule ist deshalb unumgänglich. Auch ist die konstruktive Unterstützung des TC-Einsatzes durch die Schulleitung unbedingt erforderlich.

**Schwerpunktverschiebungen bei Lehrplaninhalten:** Bzgl. der im Unterricht behandelten Inhalten traten Schwerpunktverschiebungen dahingehend auf, dass es zur Behandlung einer höheren Zahl an Aufgabenstellungen gekommen ist bzw. zu einer Behandlung von komplexeren Aufgaben. Manche dieser komplexeren Aufgaben hat nach Angaben der Lehrkräfte der TC erst ermöglicht.

**Materialien zum TC-Einsatz:** Bei den eingesetzten Materialien zum TC-Einsatz ist der mathematische und didaktische Inhalt nicht völlig vom technischen Bedienungswissen des Gerätes zu trennen. Dies ist vor allem für unerfahrene Lehrkräfte wichtig. In dem Modellversuch hat sich ein Materialformat bewährt, welches auf kleineren Beispielen mit methodischen Anmerkungen aufsetzt, welche – individuell – durch den Nutzer steuerbar durch Bildschirmvideos ergänzt werden, welche zum einen die didaktisch-methodischen Intention, zum anderen die konkrete Bedienung herausstellen. (vgl. [www.ti-unterrichtsmaterialien.net/mmm](http://www.ti-unterrichtsmaterialien.net/mmm)).

## **2. Ein Kompetenzmodell für den Taschencomputereinsatz**

Für das weitere zukünftige Arbeiten mit Taschencomputern im M<sup>3</sup>-Projekt wurde ein Kompetenzmodell entwickelt, mit dessen Hilfe Arbeitsweisen mit Taschencomputern diagnostiziert und klassifiziert werden können. Darauf aufbauend soll dann über Strategien für Hilfen und Unterstützung nachgedacht werden, um besser und schneller eine Vertrautheit der Schüle-

rinnen und Schüler mit dem TC herbeizuführen. Das mathematische Verständnis wird dabei – exemplarisch – am Funktionsbegriff getestet, da dieser ein zentraler Begriff im gesamten Mathematikunterricht ist und es ein gut entwickeltes Stufenschema zum Verständnis dieses Begriffs für den Mathematikunterricht gibt (vgl. Vollrath u. Weigand 2006).

Das Kompetenzmodell enthält die drei „Dimensionen“ *Verständnis* des Funktionsbegriffs, *Arbeitsweisen* mit dem Taschencomputer und *Anforderungsbereiche*. Beim Verständnis des Funktionsbegriffs unterscheiden wir vier Stufen oder Ebenen:

- *Intuitives Begriffsverständnis*,
- *Inhaltliches Begriffsverständnis*,
- *Integriertes Begriffsverständnis* und
- *Strukturelles Begriffsverständnis*.

Die Arbeitsweisen mit dem Taschencomputer wurden in drei Kategorien eingeteilt:

- *Statisches Arbeiten*: Umformen von Termen und Darstellen von Funktionsgraphen
- *Dynamisches Arbeiten*: Verändern von Termen, Gleichungen und Graphen;
- *Multiplies Arbeiten*: (Gleichzeitiges) Arbeiten mit mehreren Darstellungen.

Ferner wurden verschiedene Anforderungsbereiche unterschieden, die üblicherweise mit Reproduktion, Reorganisation und Transfer bezeichnet werden können (vgl. Weigand & Bichler 2010). Gegenwärtig werden Aufgaben entwickelt, die in den Modellklassen getestet werden und die eine kritische Analyse des Kompetenzmodells ermöglichen sollen.

## Literatur

- Vollrath, H.-J., Weigand, H.-G., Algebra in der Sekundarstufe, Spektrum-Verlag, Heidelberg 2006
- Bichler, E. (2010). Explorative Studie zum langfristigen Taschencomputereinsatz im Mathematikunterricht. Der Modellversuch Medienintegration im Mathematikunterricht (M<sup>3</sup>) am Gymnasium, Verlag Dr. Kovac: Hamburg.
- Weigand, H.-G., Teaching with a Symbolic Calculator in 10<sup>th</sup> Grade - Evaluation of a One Year Project, International Journal for Technology in Mathematics Education, Volume 15 (2008), No 1, 19-32
- Weigand, H.-G., Bichler, E. (2010). Towards a Competence Model for the Use of Symbolic Calculators in Mathematics Lessons – The Case of Functions, ZDM - The International Journal on Mathematics Education 42(7), 697-713