

► Der Modellversuch „M³ - Medienintegration im Mathematikunterricht“ an bayerischen Gymnasien

Ewald Bichler, Prof. Dr. Hans-Georg Weigand



Überblick über den bisherigen Verlauf des Modellversuchs

Der Modellversuch „Medienintegration im Mathematikunterricht“ (kurz: M³) beschäftigt sich mit dem langfristigen Einsatz eines Taschencomputers im Mathematikunterricht des Gymnasiums. Der Modellversuch wurde vom Bayerischen Kultusministerium initiiert, von Texas Instruments finanziell unterstützt, Ewald Bichler (Hans-Leinberger-Gymnasium Landshut) ist der Leiter und Koordinator des Projekts, Prof. Dr. Hans-Georg Weigand und die Universität Würzburg sind für die Evaluation des Versuchs zuständig. In den Modellklassen wurde in den ersten Jahren mit dem Taschencomputer (TC) „TI VoyageTM 200“, später dann mit dem „TI-NspireTM“ gearbeitet. In den Schuljahren 2003/04, 2004/05 und 2005/06 war der Versuch auf die Jahrgangsstufe 10 begrenzt. Ab dem Schuljahr 2006/07 wurde der Versuch auf die 11. Jahrgangsstufe ausgedehnt. So waren im Schuljahr 2006/07 folgende Schulen, Klassen und Lehrkräfte am Modellversuch beteiligt:

- 11 Schulen, 23 Lehrkräfte (in den Modellklassen)
- 5 Klassen der Jahrgangsstufe 10 mit insgesamt 136 Schülerinnen und Schülern
- 16 Klassen der Jahrgangsstufe 11 mit insgesamt 412 Schülerinnen und Schülern
- 11 Kontrollklassen der Jahrgangsstufe 11 mit insgesamt 320 Schülern, unterrichtet von 11 Lehrkräften, von denen keiner am Modellversuch beteiligt gewesen ist

Aufgrund administrativer Schwierigkeiten bezüglich der Zulassung von TC in einer schriftlichen Abiturprüfung konnte eine Ausdehnung des Modellversuchs auf die Jahrgangsstufen 12 und 13 mit analogen Bedingungen nicht erreicht werden. So wurde festgelegt, dass die Schüler in Jg. 12 und 13 zwar den TC in Prüfungen verwenden dürfen, nicht aber in einer schriftlichen Abiturprüfung. Ein Einsatz in der mündlichen Abiturprüfung ist dagegen ermöglicht worden. Ab dem kommenden Schuljahr werden die Modellschulen, die mit dem TC-Einsatz in Klasse 10 beginnen, auch die Abiturprüfung mit diesem Werkzeug schreiben dürfen.

Der Modellversuch in Klasse 11

Im Folgenden sollen einige Erfahrungen des Modellversuchs dargestellt werden, die in den letzten drei Schuljahren – also in 2006/07, 2007/08 und 2008/09 – in der Jahrgangsstufe 11 gewonnen wurden.

In Bichler und Weigand (2008) wurden bereits einige Ergebnisse des Modellversuchs im Schuljahr 2006/07 dargestellt. So zeigte sich etwa, dass sich keine Unterschiede zwischen Modell- und Kontrollklassen bei dem – in traditioneller Art und Weise mit Papier und Bleistift geschriebenem – Vor- und Nachtest ergeben. Allerdings hat sich auch die Hoffnung nicht erfüllt, dass sich die Schülerinnen und Schüler der Modellklassen etwa im Umgang

mit und Interpretieren von Graphen stärker verbessern als die Schüler der Kontrollklassen.

Aus diesem und einigen anderen Ergebnissen ergab sich für die Projektleiter die Schlussfolgerung, dass ein klassisches empirisches Versuchsdesign mit Vor- und Nachtest, die im Zusammenhang mit dem TC erworbenen besonderen Leistungen der Schülerinnen und Schülern der Modellklassen nicht adäquat beschreibt. So durften diese Schülerinnen und Schüler ein Jahr lang den TC bei (fast) allen Problemstellungen einsetzen und mussten nun zum Jahresende einen Test schreiben, bei dem der TC verboten war. Es zeigte sich, dass die Motivation vor allem der guten Schüler für ein derartiges Arbeiten nicht allzu hoch war. Deshalb wurde im Rahmen des Modellversuchs in den letzten Jahren weniger Wert auf Vergleichsuntersuchungen mit Kontrollklassen, sondern größerer Wert auf die Arbeitsweisen der Schülerinnen und Schüler mit dem TC gelegt.

Der TC-Test

Die Schülerinnen und Schüler der Modellklassen haben nach einem halben Jahr (Februar) und einem ganzen Schuljahr (Juni) einen Test mit TC geschrieben. Dabei wurden den Schülern jeweils vier Aufgaben zur Bearbeitung vorgelegt, wobei die Schüler selbst jeweils entscheiden konnten, ob sie den TC verwenden oder nicht. Nach Beendigung des Tests erhielten die Schüler einen Fragebogen, in dem sie zusätzliche Angaben zu den vorher bearbeiteten Aufgaben machen konnten, insbesondere, wo sie den TC dort eingesetzt haben. Der Test wurde vor der Durchführung in einer Klasse pilotiert.

Testaufgaben vom Februar (also nach einem halben Schuljahr):

- 1) Bestimmen Sie die maximale Definitionsmenge der Funktion

$$f : x \mapsto \frac{2x^2 - 6x + 4}{x^2 + 2x - 2}.$$

- 2) Bestimmen Sie den Grenzwert $\lim_{|x| \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 7x + 1}{-3x^2 + 5x}$.

- 3) Gegeben ist die Funktionenschar $f_a : x \mapsto \frac{a \cdot x + 2}{x^2 - 4}$

mit $a \in \mathbb{R}^+$. Untersuchen Sie das Verhalten von f_a an der Stelle $x = 2$. Achten Sie auf die Nachvollziehbarkeit Ihrer Bearbeitung.

- 4) Geben Sie eine begründete Vermutung über die Symmetrie des Graphen der Funktion

$$f : x \mapsto \frac{x^2 - 4x + 9}{x^2 - 4x + 5}$$

an. (Es muss ersichtlich sein, wie Sie diese Vermutung erhalten haben.)

Testaufgaben im Juni (also nach einem Schuljahr)

1) Bestimmen Sie das Verhalten der Funktion

$$f : x \mapsto \frac{x-1}{x^2-1}$$

an der Definitionslücke $x = 1$.

2) Bestimmen Sie Lage und Art des Extremwerts von:

$$f : x \mapsto \frac{x^2-2}{(x+2)^2}$$

3) Ist die Gerade mit der Gleichung $y = 2x - 4$ Tangente an den Graphen von

$$f : x \mapsto \frac{1}{2} \cdot x^3 - x ?$$

(Achten Sie auf Nachvollziehbarkeit Ihrer Begründung!)

4) Geben Sie das Monotonieverhalten der Funktion

$$f : x \mapsto 1 - (\ln x)^2$$

für $x > 0$ an. (Achten Sie auf Nachvollziehbarkeit.)

Rechnereinsatz

Folgende Grafiken zeigen, von wie vielen Schülern (nach eigenen Angaben) der TC im Februar und Juni-Test verwendet worden ist.

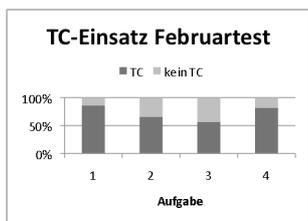


Abb. 1

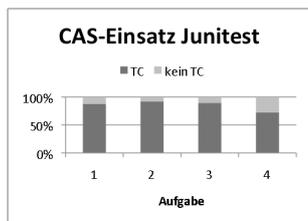


Abb. 2

Die Gründe für das Nichtverwenden des TC liegen vor allem darin, dass die Schülerinnen und Schüler sich mit dem TC nicht vertraut fühlen. Es überrascht der hohe Prozentsatz der Schüler beim Februartest, die dies angeben. Es lässt sich daraus folgern, dass es sehr lange dauert, in diesen Klassen jedenfalls über ein halbes Jahr, bis die große Mehrheit der Klasse eine hinreichende Vertrautheit mit dem TC erreicht hat.

Interessant ist ein Blick auf den Einsatz des TC aufgeschlüsselt nach Klassen (die Klassen sind aus Gründen der Anonymisierung mit Buchstaben von A bis N bezeichnet, wobei dahinter eine zufällige Sortierung steckt.):

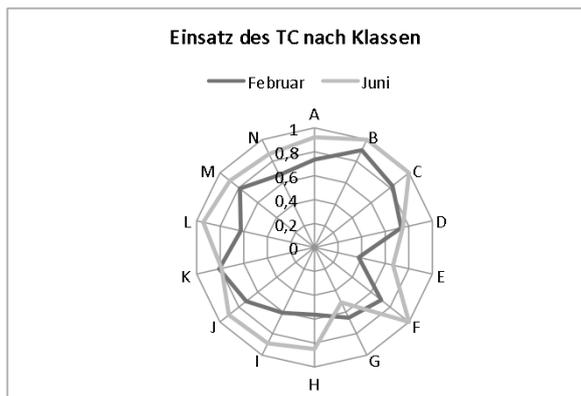


Abb. 3

In drei Klassen (B, C, F) beträgt der Einsatz des TC im Juni 100%, vorher war er ebenso bereits hoch. In zwei Klassen

(K, D) blieb der Einsatz des TC nahezu konstant. In einer Klasse (G) nimmt er zu Schuljahresende ab. Ansonsten kann die Zunahme des TC-Einsatzes zum Schuljahresende überall beobachtet werden.

In den folgenden Graphiken werden die durchschnittlich erreichten Bewertungseinheiten derjenigen Schüler, welche einen TC verwendet haben, mit denjenigen verglichen, welche keinen TC verwendet haben.

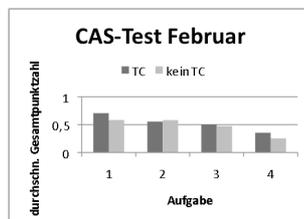


Abb. 4

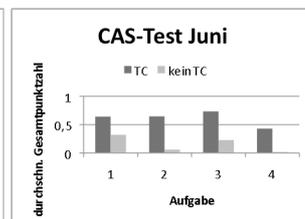


Abb. 5

Im Februar gibt es eine leichte Tendenz, dass diejenigen Schüler, welche den TC einsetzen, erfolgreicher in der Bearbeitung der Aufgaben abschneiden als diejenigen, die keinen TC einsetzen. Im Juni ist dies markant.

Anhand einer Aufgabe soll exemplarisch dargestellt werden, wie die Schüler den TC eingesetzt haben.

Aufgabe 1 (Februar-Test)

Bestimmen Sie die maximale Definitionsmenge der Funktion

$$f : x \mapsto \frac{2x^2 - 6x + 4}{x^2 + 2x - 2}$$

Bei dieser Aufgabe erwartet man die Ermittlung der Nullstellen des Nennerterms. Ein Schüler, der einen TC zur Verfügung hat, wird dies vermutlich einfach an den TC auslagern.

Bei dieser Aufgabe haben 85% den TC eingesetzt. Die Schüler, die den TC genutzt haben, haben die Aufgabe zu 71% gelöst, diejenigen, die den TC nicht genutzt haben, zu 58%. Der Unterschied ist aber nicht signifikant ($p=0,25$).

Insgesamt haben diejenigen Schüler, welche den TC benutzt haben, folgendes angegeben: 8% haben die Lösungsformel für quadratische Gleichungen mit entsprechenden Koeffizienten in den TC eingetippt, 54% haben den solve-Befehl zum Lösen der quadratischen Gleichung verwendet, 11% haben den factor-Befehl zum Faktorisieren des Nennerterms verwendet, 18% haben den zeros-Befehl verwendet, welcher die Nullstellen des Nennerterms ausgibt, und 10% haben eine sonstige nicht weiter spezifizierte Strategie angewendet. Interessant ist ein Blick auf das Verhalten in den einzelnen Klassen:

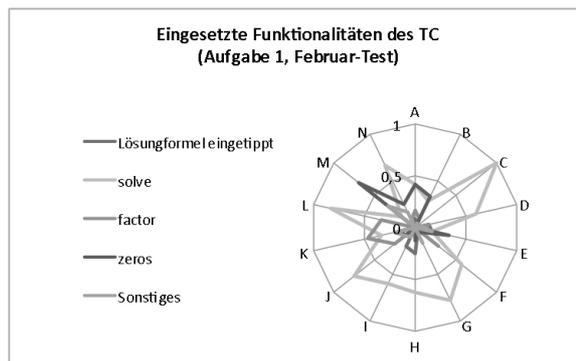


Abb. 6

Man erkennt sofort, dass sich zwischen den Klassen die verwendete Funktionalität des TC unterschiedlich darstellt, ebenso differiert dies innerhalb der Klassen. Die Anwendung des solve-Befehls ist sehr verbreitet, in einer Klasse (Klasse C) verwenden sogar alle Schüler diesen Befehl. In einer anderen Klasse (Klasse M) verwenden die meisten Schüler den zeros-Befehl, der in einigen anderen Klassen überhaupt nicht auftritt. Beim factor-Befehl tritt ein ähnliches Phänomen auf.

Diejenigen Schüler, die keinen TC genutzt haben, gaben dafür folgende Gründe an:

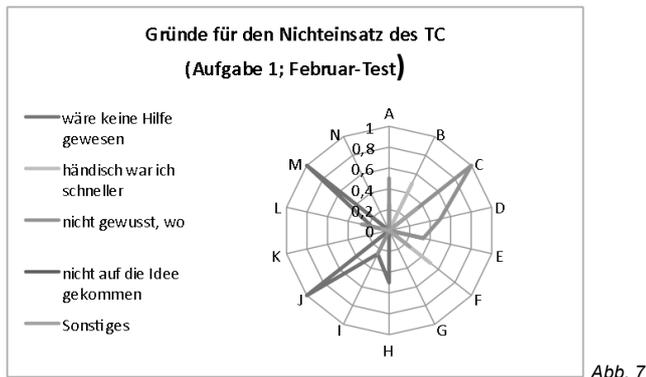


Abb. 7

Die Aussagen, der TC wäre keine Hilfe gewesen bzw. man wüsste nicht, wo man ihn bei dieser Aufgabe einsetzen sollte, überraschen insofern, da sich diese Aufgabe geradezu anbietet, die Tätigkeit des Lösens einer Gleichung an den TC auszulagern. Es bleibt hier die Frage offen, inwieweit die Schüler, die dies angegeben haben, nicht eher mathematische Verständnisschwierigkeiten mit der Aufgabenstellung hatten, also nicht wussten, dass die Nullstellen des Nenners gesucht sind. Ebenso überraschend ist die Aussage, man sei händisch schneller gewesen. Eine offene Frage ist hier auch, inwieweit diese Schüler es gewohnt waren, den TC zum Lösen von Gleichungen einzusetzen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Schüler, die den TC im Juni-Test eingesetzt haben, deutlich mehr Bewertungseinheiten erreicht haben. Dieses bessere Abschneiden liegt nicht an der Leistungsfähigkeit der Schüler. Vielmehr scheint dies zum einen am Werkzeug TC zu liegen, zum anderen am Unterricht in den jeweiligen Klassen und damit am Faktor Lehrkraft. Ein Hinweis darauf ist auch der sehr unterschiedliche Einsatz der Schüler beim TC-Test in den jeweiligen Klassen.

Einsatzzeitpunkt des TC

Die Schüler wurden bei den TC-Tests jeweils gebeten, bei jeder Aufgabe anzugeben, ob sie den TC (falls sie ihn zur Lösung eingesetzt haben) zu Beginn des Lösungsprozesses (als Orientierung, zur Lösungsfindung), während des Lösungsprozesses (begleitend, etwa als Kontrollorgan) oder am Ende des Lösungsprozesses (zum Überprüfen des Ergebnisses) eingesetzt haben. Dabei waren Mehrfachnennungen möglich.

Für die jeweiligen Aufgaben zeigen sich folgende Ergebnisse:

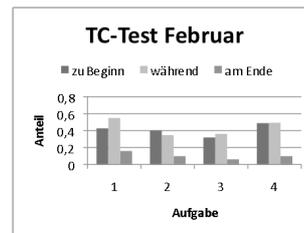


Abb. 8

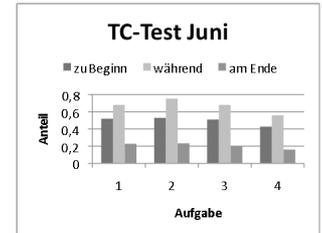


Abb. 9

Die jeweiligen Anteile der Angaben sind im Juni höher als im Februar. Man kann erkennen, dass die Angaben der Schüler im Juni bezogen auf die Aufgaben nicht so stark differieren. Zusätzlich haben sich die Anteile erhöht, was ein Hinweis darauf ist, dass die Schüler den TC im Juni in mehr Phasen integrieren als im Februar. Auffallend ist, dass sich die Angabe „während der Lösung“ deutlich erhöht hat. Dies kann als Beleg dafür gedeutet werden, dass die Schüler den TC am Jahresende als Werkzeug in ihre Lösungsprozesse besser integriert haben als zur Schuljahresmitte. Den TC am Ende des Lösungsprozesses zur Kontrolle einzusetzen spielt dagegen eine eher untergeordnete Rolle.

Trägt man die Angaben geordnet nach Klassen auf, so erkennt man, dass die Angaben sich (wie oben beschrieben) erhöhen, allerdings bleibt das Grundmuster in den Klassen bei „während“ und „am Ende“ erhalten. Wann Schüler im Laufe eines Lösungsprozesses den TC einsetzen scheint also klassentypisch zu sein, was sich nur erklären lässt, wenn man den Unterricht in den Klassen, insbesondere die Art und Weise, wann die Lehrkraft den TC in Lösungsprozesse integriert und den Schülern nahebringt, berücksichtigt. Nicht in gleicher Weise lässt sich dies bei der Angabe „zu Beginn“ erkennen. Eine Tendenz ist aber durchaus abzulesen.

Insgesamt lässt sich erkennen, dass man den Angaben der Schüler zum Zeitpunkt des Einsatzes des TC bei den Aufgaben entnehmen kann, dass sie ab Schuljahresende den TC deutlich stärker in den gesamten Lösungsprozess integriert sehen. Ein Einsatz am Ende einer Aufgabe spielt eine eher untergeordnete Rolle. In den jeweiligen Klassen scheint ein bestimmtes Schema des zeitlichen Einsatzes des TC vorzuherrschen, welches aus dem Erleben im Unterricht herrühren muss. Die Schüler adaptieren offenbar die im Unterricht erlebte Vorgehensweise.

Einschätzungsfragen im TC-Test

Im Februar-Test sowie im Juni-Test wurden bei den Fragebögen vorab einige Einschätzungsfragen gestellt, nämlich:

1. Haben Sie den TC bei der Bearbeitung der Aufgaben als Hilfe empfunden?
2. Hatten Sie Schwierigkeiten, den Einsatz des TC in Ihrer Lösung schriftlich zu dokumentieren?
3. Hatten Sie Schwierigkeiten mit der Bedienung des TC?
4. Würde Sie der Aussage zustimmen, dass der TC Ihnen beim Bearbeiten der Aufgaben ein Gefühl der Sicherheit gegeben hat?
5. Wenn Sie an den bisherigen Unterricht mit dem TC denken, empfinden Sie ihn als interessant?

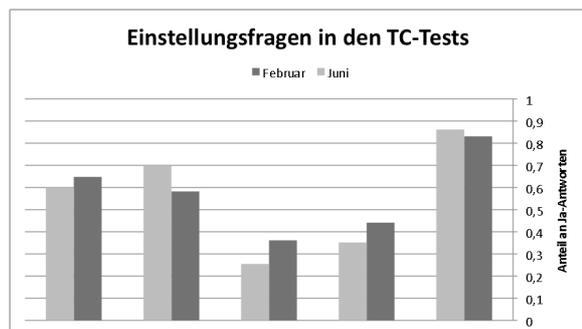


Abb. 10: Säulen geordnet von links (Frage 5) nach rechts (Frage 1)

Ein hoher Anteil von gut 80% der Schüler empfindet den TC als Hilfe bei der Bearbeitung der Aufgaben, diese Einstellung ändert sich nicht wesentlich vom Februar zum Juni. Etwa 60% der Schüler empfinden den Unterricht mit TC als interessant, diese Einschätzung ändert sich vom Schulhalbjahr bis zum Schuljahresende auch nicht wesentlich. Zwischen Schülerinnen und Schülern gibt es hierbei sehr signifikante Unterschiede. So stehen bei den Schülerinnen 51% Zustimmung zur Aussage, dass der Unterricht mit dem TC

als interessant empfunden wird, 76% Zustimmung auf Seiten der Schüler gegenüber. Bei den übrigen Fragen gibt es keinerlei signifikante Unterschiede.

In diesem Artikel wurden einige allgemeine Ergebnisse des Modellversuchs in Klasse 11 dargestellt. Im nächsten Artikel wird dann auf den Unterricht und Unterrichtsbeispiele in Klasse 11 eingegangen.

Hinweis der Redaktion:

Eine umfangreiche Literaturliste und weitere Informationen zum Modellversuch finden Sie in der Online-Version dieses Artikels, den Sie von der Materialdatenbank herunterladen können.

Autoren

Ewald Bichler, Universität Würzburg
ewald.bichler@mathematik.uni-wuerzburg.de

Prof. Dr. Hans-Georg Weigand, Universität Würzburg,
weigand@mathematik.uni-wuerzburg.de

Literatur:

Bichler, E., Weigand, H.-G. (2008): Evaluierung des Modellversuchs "Medienintegration im Mathematikunterricht - M3" - im Schuljahr 2006/08 - TI-Nachrichten-Sonderausgabe 14-15

Weigand, H.-G. (2006): Der Einsatz des Taschencomputers in der 10. Jahrgangsstufe - Evaluation eines einjährigen Schulversuchs, Journal für Mathematikdidaktik (2006), 89-112

Weigand, H.-G., Towards a competence model for working with symbolic calculators in the frame of the function concept, erscheint in: Teaching Mathematics and its Application, 2009

Weigand, H.-G., Teaching with a Symbolic Calculator in 10th Grade - Evaluation of a One Year Project, International Journal for Technology in Mathematics Education, Volume 15 (2008), No 1, 19-32

Weigand, H.-G., CAS we can! - But should we? The Integration of Symbolic Calculators into Mathematics Lessons, ICTMT 9, Metz, Plenary-Talk, Proceedings 2009

Weigand, H.-G., Bichler, E., The long-term Project "Integration of Symbolic Calculator in Mathematics Lessons" – The case of Calculus, erscheint in: Proceedings of the CERME 6, Lyon 2009

Weigand, H.-G., Bichler, E., .Der Modellversuch Medienintegration im Mathematikunterricht (M3) an bayerischen Gymnasien, 100. Jahrestagung der MNU, Regensburg, Tagungsband auf CD. 2009

Weigand, H.-G., Bichler, E., Symbolic Calculators in Mathematics Education - The Case of Functions, erscheint in: International Journal for Technology in Mathematics Education, 2010

Weitere Informationen: <http://www.dmuw.de/weigand/projekte.html>