

## Modellversuch „Computereinsatz in schriftlichen Leistungsnachweisen im Fach Mathematik“ für Schulen mit Notebook-Klassen

Im Folgenden werden Ergebnisse vor- und zusammengestellt, die im Rahmen des o. g. Modellversuche im Schuljahr 2014/15 gewonnen wurden.

Seitens der Universität Würzburg haben an der Evaluation mitgewirkt

- Prof. Dr. Hans-Georg Weigand
- Johannes Beck (Assistent und Doktorand)

Johannes Beck beschäftigt sich im Rahmen seiner Dissertation mit der Dokumentation von Lösungen bei der Verwendung digitaler Technologien im Unterricht und in Prüfungen. Insbesondere hat er bayerische CAS-Abituraufgaben ausgewertet und ist gerade dabei, praktische Vorschläge und Kriterien für eine Lösungsdokumentation zu erstellen.

Die Evaluation bezieht sich auf Schulklassen der Modellschulen, die den „Prüfungsstick“ und damit das Programm Geogebra im Unterricht und in Prüfungen eingesetzt haben. Der Prüfungsstick wurde in Zusammenarbeit mit dem Geogebra-Institut in Linz erstellt.

### 1. Am Modellversuch teilnehmende Notebook-Klassen im Schuljahr 2014/15

Schule	Klassen	Lehrkräfte	
Gymnasium Otto-brunn	1 Klassen Q11	Daniela Mößmer	
	2 Klassen 10. Jgst.	<a href="mailto:dmoessmer@googlemail.com">dmoessmer@googlemail.com</a>	
Gymnasium Wertingen	1 Klasse 11. Jgst.	Werner Müller	Regelmäßiger Einsatz in Unterricht und Prüfungen Bisher kein Einsatz in Prüfungen
	1 Klasse 10. Jgst.	<a href="mailto:mib@mbschwaben.de">mib@mbschwaben.de</a> Christian Grunick	
Gymnasium Veits-höchheim	1 Klasse 10. Jgst.	Gunnar Leuner	keine Schulaufgaben, nur Stegreifaufgaben
	Keine Klasse 11 – nur AG	Gunnar Leuner	

### 2. Erfahrungen im Umgang mit dem Prüfungsstick

- Nach Auskunft aller Teilnehmer am Modellversuch gab es keine technischen Probleme beim Einsatz des Prüfungssticks. Insbesondere waren die in der Vergangenheit aufgetretenen Probleme (Darstellung des Tastaturlayouts, Übergang in den Energiesparmodus, „Aufhängen“ des

Rechners bei der Darstellung komplexerer (Exponential)funktionen) erfreulicherweise in der in diesem Schuljahr verwendeten aktuellen Version nicht mehr vorhanden.

**Vorschlag:** Es sollte eine Video-Anleitung für das Erstellen des Sticks durch die Schüler angeboten werden!

- Der Stick wird vor allem bei schriftlichen Prüfungen eingesetzt, in mündlichen Prüfungen wurde er bisher – bei den Modellklassen – nicht eingesetzt. Im Unterricht wurde er nur zu Übungszwecken für die Klassenarbeit eingesetzt. Das ist verständlich, denn im Unterricht steht ja das Programm Geogebra auf dem Laptop der Schülerinnen und Schüler unmittelbar zur Verfügung. Hier ist besonders hervorzuheben, dass sowohl in Wertingen als auch Veitshöchheim die Laptops den Schülerinnen und Schülern gehören, die damit auch für die Wartung selbst verantwortlich sind. Obwohl es bisher kaum Probleme mit den Geräten gab, werden in Prüfungen immer ein bis zwei Ersatzlaptops seitens der Schule bereitgehalten.
- Es gab keine Probleme mit dem Prüfungsstick, allerdings Probleme mit unterschiedlichen Versionen von Geogebra. Daraus resultiert die Forderung, dass insbesondere beim Abitur die Lernenden mit einer Geogebra-Version arbeiten, mit der sie vertraut sind und bei der keine unerwarteten Rückmeldungen von Geogebra zu erwarten sind.

### 3. Zur Verwendung von Geogebra im Unterricht

Geogebra wird im Unterricht von den verschiedenen Lehrkräften unterschiedlich häufig eingesetzt. Manche Kollegen geben an, dass sie das Programm jede Stunde (mindestens einmal) einsetzen. Bei anderen kommt der Einsatz „mindestens einmal in der Woche“ vor. Bei wieder anderen ist das stark themenabhängig. Insgesamt erhält man die folgenden Ergebnisse:

- Der Beamer-Demonstration durch den Lehrer kommt eine hohe Bedeutung bei. Es ist jedoch schwer einzuschätzen – bzw. es bedürfte eines weiter gehenden Untersuchungsdesigns – falls auch das Arbeiten der Lernenden hinsichtlich Inhalt und Dauer genauer festgehalten werden sollten.
- Der Einsatz (in der 10. Klasse) ist sehr stark themenabhängig. In der Trigonometrie (trigonometrische Funktionen) sowie bei Exponential- und ganzrationalen Funktionen wird Geogebra sehr häufig eingesetzt. In der Stochastik erfolgt kaum ein Einsatz von Geogebra.

Wie alle digitalen Technologien kann auch Geogebra unter verschiedenen didaktischen Gesichtspunkten gesehen werden. Bei den Antworten der Lehrkräfte zum Mehrwert von CAS treten die „klassischen“ Funktionen digitaler Technologien auf: Der Rechner als Rechen-, Darstellungs- und Kontrollhilfe, der Rechner als Lehrhilfe und der Rechner als Lernhilfe. Dieser letzte Aspekt kann allerdings im Rahmen dieser Evaluation nicht beurteilt werden.

- Die Vorteile des CAS-Einsatzes werden vielfältig gesehen.
  - Es wird die Möglichkeit der dynamischen Funktionsdarstellung, also der besseren Visualisierung vor allem von Funktionsgraphen – vor allem mit Hilfe von Schiebereglern – hervorgehoben.
  - Es werden insbesondere die Bedeutung beim Arbeiten mit Funktionsscharen und die Möglichkeit hervorgehoben, dass eine Graphenschar dargestellt oder die Veränderungen dynamisch angezeigt werden können.
  - Veränderungen von Funktionsterm und -graph etwa bei Verschiebungen, Streckungen und Spiegelung können mit Hilfe von Geogebra von den Schülern gut selbst erarbeitet werden.

Um bezgl. des tatsächlichen Mehrwerts des CAS einen repräsentativen Überblick zu erhalten, bedürfte es allerdings einer weitaus breiter angelegten Umfrage.

- Es wird betont, dass mit dem Rechner Standardmethoden unabhängig vom Rechenaufwand angewendet werden können. Ein Beispiel ist das Lösen linearer Gleichungssysteme mit 3 und mehr Variablen.
  - Geogebra ist ein Hilfsmittel, um Rechnungen schneller durchführen zu können.
  - Es werden die Möglichkeiten der algebraischen Umformungen des CAS vor allem im Rahmen von Kontrollen der Lösungen als besonderer Mehrwert herausgestellt.
  - Die Möglichkeit der Veranschaulichung mit Geogebra 3D wird – etwa bei der Herleitung des Kugelvolumens – sehr geschätzt.
- Kritisch muss allerdings die Meinung (einer Lehrkraft) gesehen werden, dass – durch den Einsatz des Rechners – die Wahl des Koordinatensystems beim Modellieren nicht mehr so wichtig ist, da der dadurch evtl. erhöhte Rechenaufwand nun keine so große Rolle mehr spielt. Dem stehen der Wunsch und das Ziel gegenüber, dass mathematische Problemlösungen – unabhängig vom Rechenaufwand – auch oder insbesondere nach optimalen Gesichtspunkten ausgewählt werden sollten.
  - Kritisch ist auch der Wunsch zu sehen, dass es bzgl. der Verwendung des „Schiebereglers“ einer eigenen „Schieberegler-Didaktik“ bedarf. Unter didaktischen Gesichtspunkten sollte dieses technische Hilfsmittel vor allem im Zusammenhang mit „dynamischen Darstellungen“ und „flexiblem Denken“ (Roth, J. 2005) diskutiert werden und keine eigenständige didaktische Kategorie bilden.
  - Das Problem der Art und Weise der Lösungsdokumentation von mit dem Rechner erhaltenen Lösungen ist ein Problem bei jeder Klassenarbeit und dann insbesondere im Abitur. Die Lehrkräfte wünschen sich diesbezüglich genauere Hilfen und Handlungsanweisungen. Diese werden gerade von Johannes Beck erarbeitet.

#### 4. Literatur zum CAS-Einsatz im Unterricht

Von Lehrkräften werden insbesondere Schulbücher, Hilfen und Arbeitshefte für den konkreten Umgang mit CAS im Unterricht gewünscht. Positiv werden herausgestellt:

- Delta - CAS-Arbeitsheft 11: Mathematik für Gymnasien / Mathematik mit CAS Broschiert (2012)<sup>1</sup>
- Delta - CAS-Arbeitsheft 12: Mathematik für Gymnasien / Mathematik mit CAS Broschiert (2013)<sup>2</sup>
- Mathematik mit CAS: Band 1 - Trigonometrie, Wahrscheinlichkeit, einfache Grenzwerte, Kugeln, ganzrationale Funktionen: CAS-Arbeitsheft Taschenbuch (2011). Cornelsen. Von E. Arnold, E. Bichler, F. Fritsche, K. Seidel, M. Sinzinger<sup>3</sup>
- Fokus Mathematik – Gymnasiale Oberstufe – Bayern: 12. Jahrgangsstufe - Mathematik mit CAS: Arbeitsheft Taschenbuch (2013). Cornelsen. Von E. Arnold, E. Bichler, F. Fritsche, K. Seidel, M. Sinzinger<sup>4</sup>
- Lambacher Schweizer, Gesamtband Oberstufe mit CAS. Klett-Verlag. Auch Schülerbuch mit CD-ROM.

<sup>1</sup> <http://www.amazon.de/delta-neu-CAS-Arbeitsheft-Mathematik-Gymnasien/dp/3766182536>

<sup>2</sup> <http://www.amazon.de/delta-neu-CAS-Arbeitsheft-Mathematik-Gymnasien/dp/3766182544>

<sup>3</sup> <http://www.amazon.de/Mathematik-Trigonometrie-Wahrscheinlichkeit-ganzrationale-CAS-Arbeitsheft/dp/3060012962>

<sup>4</sup> <http://www.amazon.de/Fokus-Mathematik-Gymnasiale-Jahrgangsstufe-Arbeitsheft/dp/3060091501>

## 5. Notebook-Klassen im Schuljahr 2015/16 (bisher bekannt)

Schule	Klassen	Lehrkräfte
Gymnasium Ottobrunn	2 Klassen 8. Jgst. 3 Klassen 9. Jgst. 2 Klassen 10. Jgst.	Daniela Mößmer <a href="mailto:dmoessmer@googlemail.com">dmoessmer@googlemail.com</a> Mechthild Kirchhoff <a href="mailto:mechthild.kirchhoff@web.de">mechthild.kirchhoff@web.de</a>
Gymnasium Wertingen	1 Klasse Q12 Offen: 10. Jgst.  Offen ist noch, bzw. es wird erst zu Beginn des nächsten Schuljahres entschieden, ob ein neuer Kurs in Klasse 10 beginnt (Stand 23. Juli 2015)	Werner Müller <a href="mailto:mib@mbschwaben.de">mib@mbschwaben.de</a>

## 6. Kritische Anmerkungen zum zukünftigen CAS-Einsatz im Unterricht

Es ist bayernweit die Tendenz eines geringeren Interesses am CAS-Einsatz im Mathematikunterricht festzustellen. Über mögliche Ursachen können nur Vermutungen angestellt werden. Es dürfen aber landes- bzw. bayernspezifische Gründe nicht außer Acht gelassen werden, zumal in anderen Bundesländern oder gar anderen (europäischen) Ländern eine gegenteilige Tendenz zu beobachten ist.

Einige – subjektive – Überlegungen dazu:

- Um verlässliche Aussagen über den „Computereinsatz in schriftlichen Leistungsnachweisen im Fach Mathematik“ für Schulen mit Notebook-Klassen zu erhalten – vor allem auch im Rahmen der Abiturprüfung – bedarf es einer größeren Anzahl an Schulen. Bei interessierten Schulen bestand und besteht aber eine Unsicherheit über den weiteren Fortgang dieses Projekts.
- Die Festlegung im Rahmen der Abiturprüfung, den hilfsmittelfreien Teil ohne Taschenrechner schreiben zu müssen, schreckt Schüler (und Eltern) ab, eine CAS-Klasse zu wählen.
- Die CAS-Abituraufgaben, insbesondere der letzten beiden Jahre, sind interessant, sicherlich aber nicht leichter als die regulären Abituraufgaben. Die Aufgabe aus dem Jahr 2013 – Analysis – Teil 2 – mit insgesamt sechs verschiedenen Parametern hatte sicherlich eine abschreckende Wirkung.

### Literatur:

Roth, J. (2005). Bewegliches Denken im Mathematikunterricht. Hildesheim u. Berlin: Franzbecker Verlag

Prof. Dr. Hans-G. Weigand