

TI-Nachrichten – Sonderausgabe

Studienergebnisse und Unterrichtsbeobachtungen

Inhaltsverzeichnis

R. Scheriau:

- ▶ Pilotprojekte zum Einsatz von TI-Nspire™ CAS: Einige Einschätzungen von Lehrer(innen) und Schüler(innen) 1

Prof. Dr. R. Bruder:

- ▶ TIM – Ein zweijähriger Modellversuch zum Einsatz von Taschencomputern ab Klasse 7 in Rheinland-Pfalz 6
- ▶ Übersicht Pilotschulen in Deutschland, Österreich, Schweiz 8

Prof. Dr. R. Bruder, M. Ingelmann:

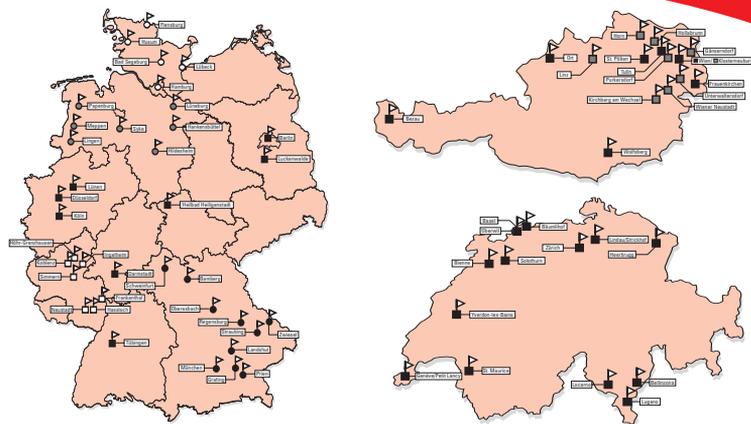
- ▶ Bergfest für CALIMERO in Bergkirchen 10

E. Bichler, Prof. Dr. H. G. Weigand:

- ▶ Evaluierung des Modellversuchs „Medienintegration im Mathematikunterricht – M2“ im Schuljahr 06/07 14

Mit TI-Nspire™ CAS können wir stärker als bisher anwendungsorientierte Aufgaben in den Unterricht bringen. Vorzüge von TI-Nspire™ CAS sehe ich vor allem im Bereich Experimentieren und Modellieren. Exponentialfunktionen waren früher oftmals reiner Krampf. Schüler haben das nur schwer alleine hinbekommen, also dominierte der Lehrevortrag. Jetzt hilft das Gerät wirklich, mathematische Zusammenhänge besser zu verstehen. Die Klausurnoten sind mit TI-Nspire™ CAS signifikant besser geworden. Die Stimmung der Schüler zum Rechner ist durchwegs positiv.

Sebastian Andrees, Auguste-Viktoria-Schule, Flensburg



Eine Gesamtübersicht der Pilotprojekte in Deutschland, Österreich und Schweiz finden Sie auf Seite 8-9

▶ Pilotprojekte zum Einsatz von TI-Nspire™ CAS: Einige Einschätzungen von Lehrer(inne)n und Schüler(inne)n

René Scheriau

Im Schuljahr 2006/07 wurden in einer Vielzahl von Ländern auf Initiative von Texas Instruments (TI) Pilotprojekte zum unterrichtlichen Einsatz von TI-Nspire™ CAS durchgeführt, mit dem Ziel Erfahrungen im (schulpraktischen wie auch technischen) Umgang mit dieser neu entwickelten Unterrichtstechnologie zu sammeln. In Europa beteiligten sich an dieser Pilotphase neben Deutschland, Österreich und der Schweiz die Länder Schweden, Frankreich, Italien, Norwegen und Dänemark. Am Ende der Pilotphase führte TI eine Evaluation unter den Pilotlehrer(inne)n und -schüler(inne)n mittels eines Online-Fragebogens durch. An dieser Befragung beteiligten sich 65 Lehrer(innen) und 844 Schüler(innen), dabei 23 Lehrer(innen) und 160 Schüler(innen) aus den drei deutschsprachigen Ländern Deutschland, Österreich und Schweiz. Dies entspricht – nach Aussage von TI – einer Rücklaufquote von ca. 98% bei den Lehrer(inne)n und mehr als 50% bei den Schüler(inne)n. Die Fragebögen wurden jeweils in die Landessprache übersetzt und um länderspezifische Fragen erweitert.

Im Folgenden werde ich aus den Ergebnissen der Fragebogenerhebung einige Aspekte herausgreifen, die aus fachdidaktischer Sicht interessant sein könnten. Meine Ausführungen basieren dabei auf von TI erstellten Auswertungen der Fragebögen, die vor allem in Form von Powerpoint-Präsentationen vorliegen (siehe Fiz & Foshay 2007; Fiz 2007; Orlandoni & Ricci o. J.; Ricci o. J. a,b; N.N. 2007).

Handheld vs. PC-Software

TI-Nspire™ CAS ist sowohl als Handheld im Taschenrechnerformat als auch als Computersoftware erhältlich. Daten sind untereinander austauschbar. In etwas mehr als der Hälfte der Pilotklassen wurde ausschließlich die Handheld Version eingesetzt, in ca. einem Drittel der Fälle die Kombination Handheld & PC-Version. In den drei deutschsprachigen Ländern (D, A, CH) liegt der Anteil der reinen Handheld-Klassen deutlich höher (siehe Abb. 1). Ob die Gründe für diese Verteilungen im Design der Pilotprojekte liegen oder anderer Art sind, ist in den vorliegenden Daten nicht erkennbar.

Als Einarbeitungszeit, die notwendig war für einen angemessenen Umgang mit TI-Nspire CAS, benötigten die mittleren 50% der befragten Lehrer(innen) nach eigenen Angaben zwischen 2 und 6 Wochen (in D+A+CH zwischen 3 und 8 Wochen), die mittleren 50% der Schüler(innen) zwischen 3 und 10 (in D+A+CH zwischen 4 und 12) Wochen.

Lehrer(innen)meinungen zum Einsatz von TI-Nspire™ CAS

Etwas mehr als zwei Drittel aller befragten Lehrer(innen) stimmen zu, dass sie durch den Einsatz von TI-Nspire™ CAS *neue Wege zu unterrichten* gefunden haben, sodass ihre Schüler Mathematik besser verstehen (siehe Abb. 2). Mehr als die Hälfte bestätigen, dass durch den Technologieeinsatz *mathematische Konzepte schneller verstanden* wurden als früher (siehe Abb. 3). In den deutschsprachigen Ländern ist die Haltung zu diesen beiden Aussagen etwas zurückhaltender. Vor allem gibt es deutlich weniger Zustimmung und mehr Ablehnung zum „schnelleren Verständnis mathematischer Konzepte“.

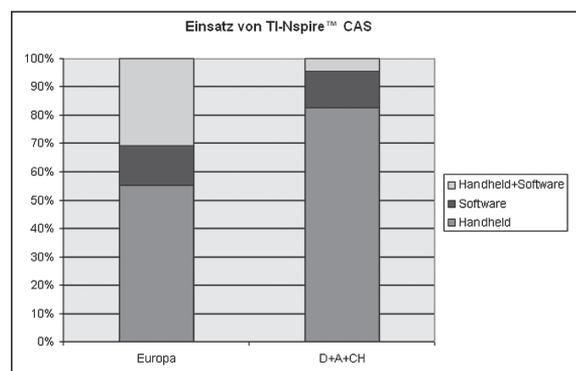


Abb. 1

Liebe Leserinnen und Leser,

mit der Entwicklung der TI-Nspire™ Technologie (TI-Nspire™ und TI-Nspire™ CAS) ist die Absicht verbunden, den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht so weiter zu entwickeln, dass Schülerinnen und Schüler effektiver mathematische Zusammenhänge verstehen und neu erworbene Fähigkeiten anwenden lernen. Dabei speist sich die Entwicklung der TI-Nspire™ Technologie ganz wesentlich aus drei Quellen:

1. Die TI-Nspire™ Technologie basiert auf den in unabhängigen Studien¹ nachgewiesenen positiven Einflüssen von Graphikrechnern auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler.
2. Die TI-Nspire™ Technologie ist konzipiert, lernpsychologische und mathematik-didaktische Empfehlungen¹ zu unterstützen, wie z.B. das Explorieren von Zusammenhängen in vielfältigen Darstellungen.
3. Die TI-Nspire™ (CAS) Handhelds und Software wurde entsprechend den Wünschen und Vorschlägen von Mathematik- und Naturwissenschaftslehrern aus aller Welt entwickelt.

In dieser Sonderbeilage der TI-Nachrichten finden Sie Ergebnisse einiger jüngerer Studien aus dem deutschsprachigen Raum, die sich mit den Einflüssen des Einsatzes von Graphik- und Computer-Algebra-Taschencomputern auf Schülerverständnis, Schülerleistung und „Soft-Skills“ auseinandersetzen. Die Ergebnisse der genannten und weiterer Untersuchungen, die aufgrund des begrenzten Platzes leider nicht aufgenommen werden konnten, fließen in die weitere Entwicklung der TI-Nspire™ Produktfamilie ebenso ein, wie in die Konzeption der durch T³ 2 angebotenen Lehrerfortbildungen oder in die Entwicklung zukünftigen Lehr- und Unterrichtsmaterials.

Schülerinnen und Schülern ein tieferes und breiteres und damit besseres Verständnis für mathematische und naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu ermöglichen, und sie dazu zu befähigen, dieses Wissen auch in konkreten Problemstellungen umzusetzen, ist unser gemeinsames Anliegen. Die Integration der Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen in Ihr und unser Tun und Handeln ist eine wesentliche Grundlage für den Erfolg dieser Anstrengungen. Wir freuen uns darauf, diesen Weg mit Ihnen gemeinsam zu gehen.

Ihr TI-Team

¹ siehe www.ti-nspire.com/research

² T³-Teachers Teaching with Technology (www.t3europe.org)

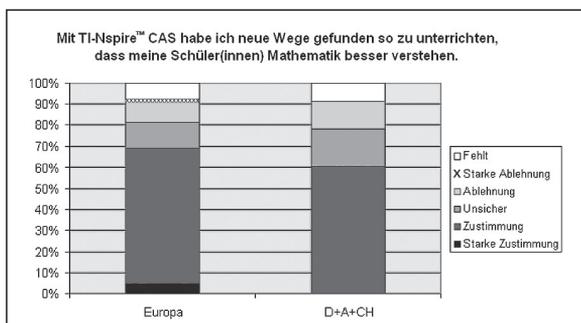


Abb. 2

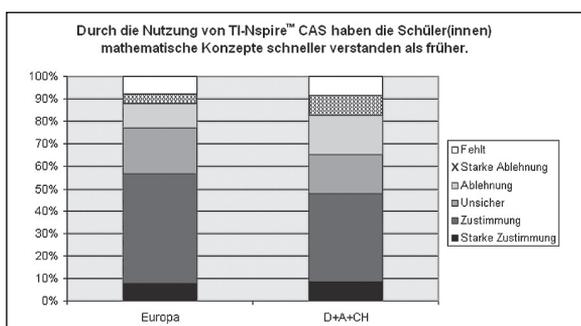


Abb. 3

Circa die Hälfte der Lehrer(innen) aus den deutschsprachigen Ländern sind der Ansicht, dass sich durch den Einsatz von TI-Nspire™ CAS ihre *inhaltlichen Schwerpunkte* im Mathematikunterricht *geändert haben*, nur ca. 8% sind der Ansicht, dass sie sich nicht geändert haben.

Hier wäre es interessant, Genaueres über die Art und insbesondere das Ausmaß der Veränderungen in den inhaltlichen Schwerpunktsetzungen zu erfahren. Ein Pilotlehrer beschreibt gerade die Richtung einer inhaltlichen Neuorientierung als eine offene Fragestellung: „Gerade bei den mathematischen Inhalten ist noch ein weites Feld fachdidaktischer Fragestellungen offen. Es fehlt noch vieles [...] wie etwa Überlegungen über mathematische Qualifikationen und Ziele, die mit Schülern erreicht werden sollen. Bis jetzt wird (zumindest unterschwellig) immer mit der bestehenden Situation als einer „guten alten Zeit“ verglichen, in der Inhalte des Mathematikunterrichts nicht diskutierbar sind. In Wirklichkeit haben sich jedoch die Anforderungen und die Ziele in der Mathematik mit dem Vorhandensein von neuen Werkzeugen in vielen Bereichen geändert, der Mathematikunterricht in der Schule hat darauf bisher wenig reagiert.“ (Aus dem Bericht eines Pilotlehrers, zitiert nach Schneider & Peschek 2007, S. 70)

Obwohl viele Lehrer(innen) Veränderungen in ihren inhaltlichen Schwerpunktsetzungen sehen, sind mehr als 60% der Lehrer(innen) der Ansicht, dass ihre Schüler(innen) *zuerst die mathematischen Verfahren verstehen und zumindest in einfacheren Fällen auch händisch lösen können müssen, ehe sie sie mit TI-Nspire™ CAS lösen dürfen*. Nur ca. 13% lehnen diese Position ab, ca. ein Viertel enthält sich hier der Meinung bzw. beantwortet die Frage nicht.

Diese Position spiegelt sich auch in den Einschätzungen der Pilotschüler(innen) bezüglich des TI-Nspire™ unterstützten Mathematikunterrichts wider (siehe Schüler(innen)meinun-

gen). Ein ähnliches Bild konstatieren Peschek und Schneider in ihrer Evaluation der Unterrichtskonzepte, die im Rahmen der Pilotphase von österreichischen Lehrer(innen) entwickelt wurden: „Bezogen auf den Technologieeinsatz wird von den Pilotlehrer(inne)n in den dargestellten Unterrichtskonzepten größtenteils ein recht konservativer Standpunkt eingenommen. Die Lösungsverfahren (von Gleichungen, Gleichungssystemen, o. Ä.) ... von den Schüler(inne)n jedenfalls (auch) händisch gekonnt (beherrscht) werden [müssen], in einigen Fällen ist die händische Beherrschung des operativen Verfahrens sogar Voraussetzung für die Zulässigkeit der Lösungsermittlung mittels Technologien (TI-Nspire™)“ (Schneider & Peschek 2007, S. 17). Mit einer solchen recht traditionellen Position wird eine Vielzahl an didaktischen Möglichkeiten, die der Einsatz von CAS eröffnet – allen voran die mögliche Auslagerung des Operativen zum Schaffen von (kognitiven) Freiräumen –, nur in beschränktem Ausmaß genutzt.

Anders als mit der Auslagerung des Operativen verhält es sich erwartungsgemäß mit der mit TI-Nspire™ möglichen *Interaktion zwischen Term, Graph und Tabelle*. Fast zwei Drittel der Lehrer(innen) aus den deutschsprachigen Ländern sind der Meinung, dass sich dadurch die Effektivität beim Lernen von Mathematik steigert. Dabei wird gerade die Möglichkeit von *selbst erstellten Visualisierungen* von mathematischen Problemen von fast allen Lehrer(inne)n als unterstützend empfunden. Eine Pilotlehrerin schreibt dazu in ihrem Abschlussbericht zum TI-Nspire™-Pilotprojekt: „Die Möglichkeit, Beispiele grafisch oder mit Hilfe von Termen und Formeln oder mit Hilfe von Tabellen oder durch Experimentieren zu lösen, ermöglicht jedem Schüler seine für ihn am leichtesten verständliche Lösungsmethode zu finden“ (aus dem Abschlussbereich einer Pilotlehrerin, zitiert nach Schneider & Peschek 2007, S. 23).

Eine wenig überraschende positive Einigkeit herrscht unter den Lehrer(inne)n auch dahingehend, dass sich der Einsatz von TI-Nspire™ in *kleinen Gruppen* als effektiv erwies. Insgesamt haben dies 80% (74% in den deutschsprachigen Ländern) der Lehrer(innen) in ihrem TI-Nspire™ CAS unterstützten Unterricht beobachtet. Derartige Ergebnisse findet man nicht nur in diesen Pilotprojekten, sondern bei nahezu allen Projekten zum Einsatz von Technologien im Mathematikunterricht. Der Aspekt der Unterrichtsform wird auch in Abschlussberichten von Pilotlehrer(inne)n angesprochen: „Ich kann auch im Mathematikunterricht jetzt experimentieren und es ergeben sich daher im Unterricht häufig andere und vielfältigere Unterrichtsformen“, sowie der Technologieeinsatz als Auslöser für generelle Umorientierungen: „Ich verwende seit dem Schuljahr 1997/98 kontinuierlich CAS Rechner im Mathematikunterricht. Damals war es der TI-92, und damals ist mir deutlich eine Änderung der Sozialform aufgefallen: Schüler/innen lernen sehr viel mehr von- und miteinander, ein Austausch von Daten erfolgt bei Bedarf selbstverständlich und problemlos, Lehrer/innen werden nicht unbedingt als „letzte Instanz“ gebraucht. Mittlerweile ist jedoch genau das für mich der Normalfall; diese Entwicklung wurde sicherlich durch den Technologieeinsatz angeregt,

greift mittlerweile aber auch auf Nicht-Technologieklassen über. Ich kann heute nicht mehr sagen, ob die Technologie oder die Unterrichtsführung als solches die Sozialform des Unterrichts stärker beeinflusst.“ (Aus Abschlussberichten von zwei Pilotlehrer(inne)n, zitiert nach Schneider & Peschek, S. 23 bzw. S. 49)

Mehr als die Hälfte der deutschsprachigen Lehrer(innen) sehen in der Verwendung von TI-Nspire™ CAS mehr als nur eine sehr begrenzte Unterstützung, um ihre *Unterrichtsziele zu erreichen*, ca. 20% sehen sich nur begrenzt unterstützt. Über ein Viertel der Befragten äußert sich dazu allerdings nicht oder ist unentschlossen.

Nur wenige der deutschsprachigen Lehrer(innen) halten dabei die Unterrichtsbeispiele der derzeitigen Schulbücher für die Sekundarstufe I wie auch für die Sekundarstufe II für geeignet, um effektiv mit TI-Nspire™ CAS arbeiten zu können (10% bzw. 20%). Allerdings halten auch nur ca. ein Drittel der Pilotlehrer(innen) die derzeitigen Schulbuchbeispiele (für beide Sekundarstufen) für nicht geeignet. Umgekehrt erachten es aber deutlich mehr als jene, die die Schulbuchbeispiele für nicht geeignet halten, für notwendig, *eigene geeignete Beispiele* für die Sekundarstufe I (ca. 70%) bzw. für die Sekundarstufe II (ca. 80%) zu entwickeln.

Hinsichtlich *Motivation und Engagement* der Schüler(innen) im TI-Nspire™ CAS unterstützen Mathematikunterricht sind die Rückmeldungen durchwegs positiv. Etwas mehr als 60% aller befragten Lehrer(innen) sind der Ansicht, dass es durch den Einsatz des TI-Nspire™ CAS zu einer Motivationssteigerung der Schüler(innen) bzgl. Mathematik gekommen ist („Ich habe festgestellt, dass meine Schüler motivierter waren, wenn sie mit TI-Nspire™ gearbeitet haben.“), etwas mehr als 75% sind der Ansicht, dass die meisten Schüler die meiste Zeit im Unterricht engagiert waren („Die Mehrzahl meiner Schüler war engagiert und bei der Sache, wenn sie TI-Nspire™ CAS genutzt haben.“). In den drei deutschsprachigen Ländern liegen die zustimmenden positiven Aussagen hinsichtlich der Motivationssteigerung ebenso bei ca. 60%, jedoch ist der Anteil der Ablehnung dieser Aussage mit über 20% deutlich höher als das europäische Ergebnis. Noch deutlicher fällt dieser Unterschied beim Engagement der Mehrzahl der Schüler(innen) im Unterricht aus, wo die Zustimmung im deutschsprachigen Raum nur bei etwas weniger als zwei Drittel liegt. Interessant ist darüber hinaus, dass die (positive) Einschätzung der Lehrer(innen) bzgl. der Steigerung der Motivation von den Schüler(inne)n nicht in diesem Ausmaß geteilt wird (siehe dazu die Beschreibung der Schüler(innen)antworten bzw. Abb. 5.)

Stärken des TI-Nspire™ CAS

Die Lehrer(innen) wurden im Rahmen der Befragung gebeten, eine Liste von Aussagen zu Möglichkeiten des TI-Nspire™ CAS zu bewerten (Zustimmung/Ablehnung). Daraus lässt sich entnehmen:

Von den Lehrer(inne)n aus Deutschland, Österreich und der Schweiz wurde mit deutlicher Mehrheit (87%) die Möglichkeit zur gleichzeitigen *dynamischen Veränderung von miteinander*

verknüpften Darstellungen Grafik, Tabelle und Gleichung als nützlich für den Unterricht hervorgehoben.

Häufige Zustimmung bekommt auch, dass Schüler(innen) leicht *zwischen verschiedenen Darstellungen auswählen* können, welche für die Lösung eines Problems die „beste“ ist. Auch können Schüler(innen) unterschiedliche Lösungswege erkennen und diskutieren. Eine Pilotlehrerin schildert in ihrem Bericht dazu, dass ihre Schüler(innen) „am Rechner völlig eigene Möglichkeiten für die Lösung [von Problemstellungen] herausgefunden haben ... die von den Schülern gewählten mathematischen Lösungswege waren vielfältiger als im herkömmlichen Unterricht ...“ (aus dem Abschlussbericht einer Pilotlehrerin, zitiert nach Schneider & Peschek 2007, S. 24).

Zu diesen Aspekten passt auch, dass die Möglichkeit, dass Graphen, Tabellen und Gleichungen *nebeneinander* am Bildschirm dargestellt und somit mathematische Konzepte aus mehreren Blickwinkeln erklärt werden können, als sehr positiv angesehen wird.

Als eine weitere Stärke wurde die Möglichkeit gesehen, *mathematisch-symbolische Ausdrücke nun in* (für Schüler(innen)) *gewohnter Form* (nicht mehr nur sequenziell) eingeben bzw. auch ausgeben zu können. Dies erleichtert einerseits die Übertragung von symbolischen Ausdrücken aus Büchern in den Rechner und macht andererseits die symbolischen Ausdrücke am Rechner für die Schüler(innen) „verständlicher“. Die europäische Auswertung zeigt ähnliche Ergebnisse, lediglich die *Unterstützung der Arbeit in kleinen Gruppen* bekommt darüber hinaus hohe Zustimmung.

Schüler(innen)meinungen zum Einsatz von TI-Nspire™ CAS

An der Befragung nahmen Schüler(innen) im Alter von 12 bis 20 Jahren teil, wobei die mittleren 50% der Schüler(innen) zwischen 15 und 17 Jahre sind. In den deutschsprachigen Ländern liegt das Alter der mittleren 50% zwischen 14 und 17 Jahren, der/die jüngste Schüler(in) ist 12, der/die älteste Schüler(in) 21.

Die Schüler(innen) beurteilen die *Häufigkeit des Einsatzes des TI-Nspire™ CAS* im Unterricht wie in Abb. 4 dargestellt. Die Einsatzhäufigkeiten in den deutschsprachigen Ländern unterscheiden sich dabei nur marginal von den europäischen Werten.

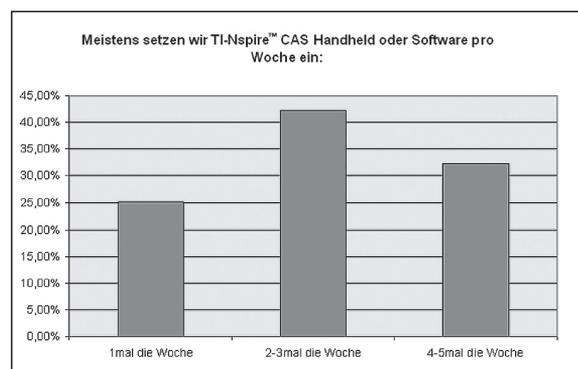


Abb. 4

Unter den deutschsprachigen Schüler(inne)n gibt es von rund zwei Drittel Zustimmung dahingehend, dass beim Nachdenken über den besten Lösungsweg eines speziellen mathematischen Problems, *auf einfache Weise unter den Darstellungsmöglichkeiten* "Graph & Geometry, Lists & Spreadsheet, Calculator, und Notes" ausgewählt werden kann. Auch in der Gesamtbefragung wurde dieser Aspekt sehr positiv bewertet. Daran anschließend stimmen auch über zwei Drittel der deutschsprachigen Schüler(innen) der Behauptung zu, dass sie mit TI-Nspire™ CAS *in einem Produkt alle Rechenwerkzeuge, die sie im Mathematikunterricht benötigen*, haben.

Die Art und Weise, wie TI-Nspire™ CAS es Schüler(inne)n erlaubt einen *Graphen zu ändern und gleichzeitig die Änderungen in der zugehörigen Gleichung bzw. Wertetabelle zu beobachten*, wird von fast der Hälfte der deutschsprachigen Schüler(innen) als Hilfe zum Verstehen von Mathematik angesehen. Ebenso viele geben an, dass sie Mathematik besser verstehen, *wenn sie eine Kurve verschieben und dabei sehen, wie sich der zugehörige Funktionsterm ändert*. Für über 20% der Schüler(innen) ist dies allerdings nicht der Fall. Viele (ca. 60%) der befragten deutschsprachigen Schüler(innen) sind der Ansicht, dass das *gleichzeitige Sehen von Zusammenhängen zwischen Graphen, Tabellen und Termen auf demselben Bildschirm* ihnen hilft zu verstehen, mathematische Probleme zu lösen. Etwas mehr als 10 % stimmen dem nicht zu. Die restlichen Schüler(innen) sind jeweils unentschlossen oder enthielten sich einer Antwort. Auch in der Gesamtauswertung aller Länder werden diese Aspekte als positiv eingeschätzt.

Ein weiterer Punkt, der hohe Zustimmung unter den Schüler(inne)n findet, ist die *Verwendung von TI-Nspire™ CAS zur Kontrolle bzw. zu Abschätzung und Kontrolle ihrer Antworten* (Zustimmung von jeweils über zwei Drittel der deutschsprachigen Schüler(innen)). In diesen Antworten steckt implizit die Aussage, dass händisches Rechnen im Mathematikunterricht eine wichtige Rolle spielt und mit dem Computer in diesen Fällen (erst danach) lediglich die Ergebnisse kontrolliert werden. Diese Schüler(innen)einschätzungen decken sich mit der von vielen Lehrer(inne)n vertretenen Ansicht, dass die Schüler(innen) zuerst mathematische Verfahren verstehen und zumindest in einfacheren Fällen auch händisch lösen können müssen, ehe sie sie mit TI-Nspire™ CAS lösen dürfen (siehe Lehrer(innen)meinungen). Ein weiterer Hinweis darauf ist, dass über die Hälfte der deutschsprachigen Schüler(innen) verneinen, dass seit sie TI-Nspire™ CAS benutzen, es für ihre Lehrer(innen) nicht mehr wichtig sei, dass sie *händisch rechnen* können. (Diese Frage wurde nur in Deutschland, Österreich und Schweiz gestellt.)

In Deutschland, Österreich und der Schweiz geben ca. zwei Drittel der befragten Schüler(innen) an, dass sie mit Hilfe des TI-Nspire™ CAS *schwierigere Aufgaben* lösen können als ohne TI-Nspire™ CAS. Dies wirft in Verbindung mit der von Lehrer(inne)n mehrheitlich angeführten Veränderung der unterrichtlichen Inhalte die Frage auf, ob diese Veränderung

v.a. in Richtung schwierigerer (operativ komplexerer) Beispiele gehen. Aus den vorliegenden Daten lässt sich darauf keine eindeutige Antwort geben.

Nicht sehr kompatibel mit den Lehrer(innen)meinungen sind die Aussagen der Schüler(innen) hinsichtlich *Motivation* (siehe Abb. 5). So halten sich in den deutschsprachigen Ländern bei den Schüler(inne)n Zustimmung und Ablehnung hinsichtlich mehr Motivation zum Lösen mathematischer Probleme durch den Einsatz von TI-Nspire™ CAS eher die Waage. Auch bei den Gesamtdaten aller Länder erhält dieser Bereich wenig Zustimmung. Passend dazu stimmen die deutschsprachigen Schüler(innen) auch nur zu ca. 30% zu, dass sie sich mit TI-Nspire™ CAS *besser* bzgl. ihrer Arbeit *im Mathematikunterricht fühlen*. Ca. ein Viertel ist nicht dieser Ansicht, über 40 % der Schüler(innen) haben dazu allerdings keine Meinung oder beantworten diese Frage nicht.

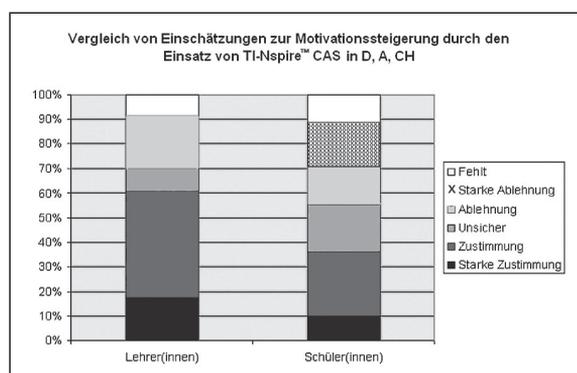


Abb. 5

Einen anderen interessanten Aspekt, der oft als Gegenargument für den Einsatz von CAS im Mathematikunterricht genannt wird, bestätigen die Schüler(innen) aus den deutschsprachigen Ländern nicht: Über die Hälfte der Schüler(innen) stimmen nicht zu, dass man, wenn man weiß, wie man TI-Nspire™ CAS einsetzt, *nicht mehr soviel Mathematik lernen muss*. Nur ca. 15% der Schüler(innen) sind der Ansicht, dass dies zutrifft. (Diese Frage wurde nur in Deutschland, Österreich und Schweiz gestellt.)

Abschließende Bemerkungen

Die Online Befragung der Pilotlehrer(innen) und -schüler(innen) liefert einige interessante Aussagen zum TI-Nspire™ Einsatz im Mathematikunterricht auf quantitativer Ebene. Differenziertere und insbesondere in die Tiefe gehende qualitative Aussagen lassen sich daraus allerdings kaum bis gar nicht ableiten.

So wäre es mitunter interessant zu erfahren, in welcher Hinsicht sich die inhaltlichen Änderungen im Unterricht, die ja von der Mehrheit der Lehrer(innen) angegeben werden, ausgewirkt haben. Sind dies nur Veränderungen in Hinblick auf die Komplexität der Beispiele, wie man aus Schüler(innen)aussagen vielleicht ableiten könnte, oder gibt es anlässlich der Verfügbarkeit des TI-Nspire™ CAS auch andere inhaltliche Schwerpunktsetzungen, Verschiebungen von inhaltlichen Bedeutungen, Neuausrichtungen der Ziele und Prioritäten in Inhaltsbereichen, etc.?

Interessant wäre es auch, mehr darüber zu erfahren, worin von den Lehrer(inne)n die didaktischen Vorteile des TI-Nspire™ CAS im Vergleich zu seinen direkten Vorgängern Derive™ bzw. Voyage™ 200 gesehen werden und welche Auswirkungen sich auch für Unterrichtsinhalte und -konzepte daraus ergeben. Werden dadurch andere Einstiege in Themengebiete möglich, bietet sich neue effiziente Unterstützung für die Erarbeitung mathematischer Konzepte und Begriffe, wird der Aufbau von Begriffsvorstellungen zusätzlich unterstützt, ...?

Hierfür wären aber wohl weitere qualitative Untersuchungen eines TI-Nspire™ CAS unterstützten Mathematikunterrichts und der ihm zu Grunde liegenden Konzepte notwendig.

Literatur:

- Fiz, R. & Foshay, R. (2007): „TI-Nspire™-CAS Pilot Project-Teacher & Student Survey“, Texas Instruments, Dallas.
- Fiz, R. (2007): „TI-Nspire™-CAS Pilot Project-Teacher & Student Survey – Germanic Area“, Texas Instruments.
- N.N. (2007): „TI-Nspire™-CAS Pilot Project-Teacher Survey-German speaking area specific questions: Austria, Switzerland, and Germany – version 1“, Texas Instruments.

- Orlandoni, A. & Ricci, R. (o. J.): „The European pilot projects: some reflections“, Agenzia Nazionale per lo Sviluppo dell'Autonomia Scolastica.
- Ricci, R. (o. J. a): „TI-Nspire™-CAS Pilot Project-Student Survey – version 3“, National Agency for Educational System Support.
- Ricci, R. (o. J. b): „TI-Nspire™-CAS Pilot Project-Student Survey-German speaking area – version 1“, National Agency for Educational System Support.
- Schneider, E. & Peschek, W. (2007): „TI-Nspire™ im Mathematikunterricht - Kommentar zum Pilotprojekt aus fachdidaktischer Sicht“, Institut für Didaktik der Mathematik – Österreichisches Kompetenzzentrum für Mathematikdidaktik, Universität Klagenfurt, Oktober 2007.

Autor:

René Scheriau
Institut für Didaktik der Mathematik – Österreichisches Kompetenzzentrum für Mathematikdidaktik, Universität Klagenfurt (A)
rene.scheriau@uni-klu.ac.at

► TIM – EIN ZWEIJÄHRIGER MODELLVERSUCH ZUM EINSATZ VON TASCHENCOMPUTERN AB KLASSE 7 IN RHEINLAND-PFALZ

Prof. Dr. Regina Bruder

Lernschwache Schüler profitieren überdurchschnittlich Früher Einsatz fördert Motivation und Lernerfolg

Im Unterrichtsalltag finden neue Technologien zunehmend ihren festen Platz. Zahlreiche empirische Studien belegen beispielhaft positive Effekte und eine Bereicherung des Mathematikunterrichts durch den Einsatz von Taschencomputern. 2005 initiierte das Kultusministerium Rheinland-Pfalz den TIM-Modellversuch, um auch längerfristig – über die Dauer von zwei Jahren - die Bedeutung des Rechnereinsatzes für Lehr- und Lernprozesse in den Klassen 7 bis 10 zu untersuchen. Die wissenschaftliche Leitung der Untersuchung lag in den Händen von Regina Bruder, Professor im Fachbereich Mathematik der Technischen Universität Darmstadt. Neben dem Projekt in Rheinland-Pfalz betreut Frau Professor Bruder längerfristige Studien zu rechnergestütztem Unterricht in Niedersachsen, Hamburg und Schleswig-Holstein.

Im Zentrum des Forschungsinteresses von TIM (Technologie im Mathematikunterricht) standen Fragen zur Akzeptanz des Rechnereinsatzes bei Lehrern und Schülern sowie zum Potenzial des Rechners bei der mathematischen Kompetenzentwicklung. Gleichzeitig sollten Bedingungen für erfolgreiches Lernen mit dem Taschencomputer sowie verschiedene potenzielle Wirkungen des Rechnereinsatzes auf die Vorstellungen

über Mathematik, auf die Wahrnehmung des Unterrichts und auf die Kompetenzentwicklung der Schüler analysiert werden.

Das Rheinland-Pfälzische Projekt startete 2005 mit sechs 7. Klassen und sieben 9. Klassen an acht verschiedenen Gymnasien. Die Schüler arbeiteten in Klasse 7 und 8 mit dem Grafikrechner TI-84 Plus, der in Klasse 7 neu eingeführt wurde. In den Klassen 9 und 10 wurden die CAS-Rechner Voyage™ 200 und TI-Nspire™ CAS eingesetzt. Die meisten der 13 beteiligten Lehrerinnen und Lehrer hatten zu Beginn des Projektes nur wenig oder keine Erfahrung mit dem Rechner-einsatz im Unterricht. Regelmäßige vierteljährliche Treffen dienten dazu, sich mit dem Taschencomputer weiter vertraut zu machen und gemeinsam didaktische Konzepte zu erarbeiten. Allen am Projekt teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrern standen über die Lernplattform (Moodle) der TU Darmstadt unter www.proLehre.de die erarbeiteten Materialien digital zur Verfügung. Die Materialpalette reichte von speziellen Aufgaben über Unterrichtsentwürfe und Lösungsvorschläge bis hin zu technischen Tipps.

Erwartungen an das TIM-Projekt

Zu Beginn des Projektes formulierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Erwartungen an den Modellversuch:

- Steigerung der Akzeptanz des Rechners im Laufe der 2 Jahre bei allen Beteiligten.
- Der Rechnereinsatz soll sein in der Literatur immer wieder betontes Potenzial bezüglich der Entwicklung von Kompetenzen wie Kommunizieren und mathematisches Modellieren wirksam werden lassen.
- Gewisse Grundfertigkeiten im Rechnen von Hand sollen möglichst weiter erhalten bleiben.
- Der Einsatz des Taschencomputers soll bei der Kompetenzentwicklung der Lernenden als ein zunehmend selbstverständliches Werkzeug dienen. Im Vordergrund steht die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler als Ganzes und nicht das Gewinnen von Aussagen über spezifische Effekte der eingesetzten Technologie.

Evaluationskonzept mit Leistungstests und Unterrichtsprotokollen

Das Evaluationskonzept für das TIM-Projekt wurde von Professor Regina Bruder am Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt entwickelt und es umfasst die folgenden Elemente:

- Schülerleistungstests zu Beginn und zum Ende jedes Schuljahres,
- drei Schüler- und zwei Lehrerbefragungen sowie
- im ersten Projektjahr Unterrichtsprotokolle von Lehrern und
- im 2. Jahr teilstandardisierte Protokolle von Schülern zum Unterricht.

Ziel des Leistungstests war die Erfassung von Lernfortschritten innerhalb eines Schuljahres. Dazu wurden zwei parallele Tests im open-end Format entwickelt, die sicher stellten, dass die Schüler im Vor- und Nachtest identische Anforderungen erhielten. Damit wurde die Absicht verfolgt, Lernfortschritte über ein Schuljahr im Umfang der bearbeiteten Aufgaben, in der Art und Qualität der Bearbeitung der Aufgaben und im Lösungserfolg sichtbar zu machen. Der jeweils einstündige Leistungstest zu Beginn und zum Ende jeder Klassenstufe hatte sowohl offene als auch geschlossene Items, teilweise im Multiple-Choice-Format. Bei jedem Item wurden Lösung und ggf. Lösungsweg (bei komplexen Aufgaben Idee oder Lösungsansatz) bewertet. Erfasst wurde ein substanzialer Querschnitt über die in den jeweiligen Klassenstufen zu erwartenden mathematischen Kompetenzen entsprechend den Vorgaben des Lehrplans in Rheinland-Pfalz im Sinne einer mathematischen Grundbildung. Zusätzlich wurde im Vorher-Nachher-Vergleich ein Kopfrechentest ohne Rechner eingesetzt.

Zentrale Ergebnisse der Leistungstests

Die Aussagen haben wegen der vergleichsweise kleinen Population eher den Charakter von Hypothesen, die in dem wesentlich größeren Projekt CALIMERO in Niedersachsen mit 29 Projektklassen und 5 Vergleichsklassen derzeit auf weitere Verallgemeinerungsfähigkeit geprüft werden. Weitere Details sowie die eingesetzten Instrumente im Projekt TIM sind dokumentiert unter www.math-learning.com.

Die Ergebnisse in den rechnerfreien Kopftests erbrachten mit einem Erfüllungsgrad von ca. 60% ein erfreuliches Ergebnis,

das über die Schuljahre hinweg stabil blieb. Dieses ermutigende Resultat bestätigte auch das von den Lehrerinnen und Lehrern entwickelte Unterrichtskonzept, das regelmäßige Kopfübungen vorsah.

Bei den Leistungstests in den Klassen 7 und 8 konnten Zuwächse beobachtet werden, die im Mittel deutlich über den Erwartungen des Zuwachses innerhalb eines Schuljahres liegen. Ein solcher Zuwachs wurde in allen beteiligten Klassen erzielt. Von besonderem Gewicht ist dabei eine überdurchschnittliche Leistungssteigerung innerhalb der Gruppe der lernschwachen Schüler um fast 18%. Auffällig ist, dass in dieser Altersstufe die Mädchen im Mittel den größten Leistungszuwachs erzielt haben.

Demgegenüber hat das Umgehen mit der grafischen Darstellung bei Zuordnungen bei den Jungen wesentliche Zuwächse erfahren, die mit der Art des Rechnereinsatzes in diesem Schuljahr in Verbindung gebracht werden können.

Besondere Leistungssteigerungen konnten im 8. Schuljahr verzeichnet werden, wobei diese insbesondere bei den Jungen ausgeprägt waren. Dieser Effekt muss zunächst auf eine gelungene Umsetzung der Lehrplanforderungen in Klasse 8 zurückgeführt werden, weil das Variablenkonzept hier im Zentrum steht. Allerdings erwies sich der Rechnereinsatz dafür dann eher als förderlich, weil die Ergebnisse jetzt hochsignifikant über vergleichbaren Daten aus der TIMS-Studie liegen.

Auch bei den Tests in den Klassen 9 und 10 wurden Ergebnisse registriert, die im Mittel deutlich über den Erwartungen einer Steigerung innerhalb eines Schuljahres liegen. Im Gegensatz zu den Klassen 7 und 8 gibt es bei fast allen Aufgaben positive Effekte unabhängig vom Geschlecht.

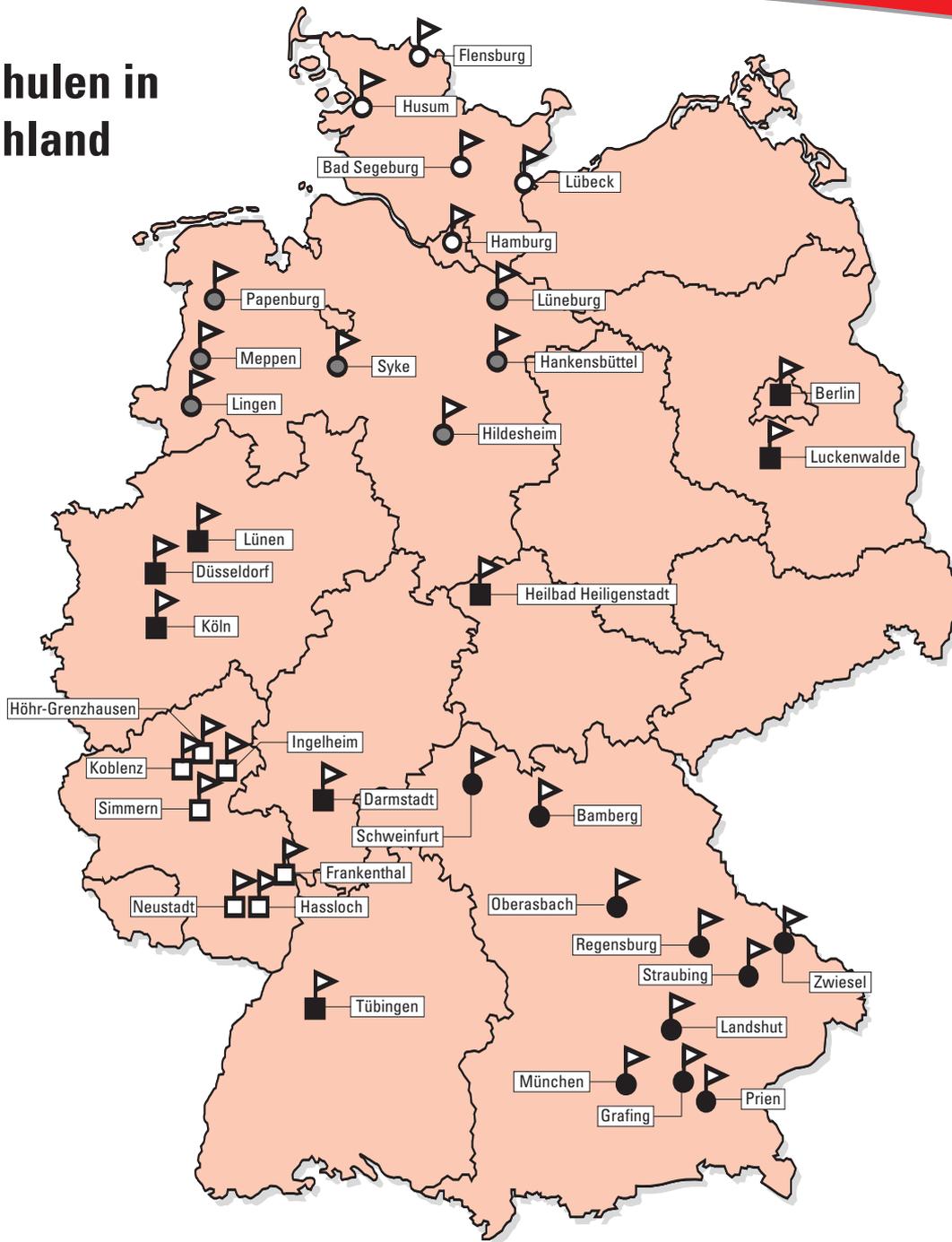
Ausgewählte Ergebnisse der Schülerbefragungen mit Bezug zu den Testergebnissen

In Klasse 7 führen eine positive Haltung zum Taschencomputer und zur Mathematik auch zu stärkerer Leistungsverbesserung. Die Akzeptanz des Rechners als Unterstützung beim Lernen von Mathematik ist insgesamt im Mittel hoch und bei den Mädchen in Klasse 7 höher als bei den Jungen. Während alle 7. Klassen den Einsatz des Taschencomputers befürworten, sind das in der Jahrgangsstufe 9 nur 5 von 7 Klassen. Die Befragungsergebnisse der Schüler und Lehrer in Verbindung mit den Testergebnissen deuten darauf hin, dass ein früher und sinnvoll konzipierter Einsatz eines Taschencomputers sowohl die Lernmotivation als auch die Lernergebnisse fördern kann. Für Klasse 9 und 10 ist das Ergebnis deutlich ambivalenter. Hier scheint die Flexibilität der Schüler, sich auf neue Unterrichtsformen und Lernwege einzulassen, geringer ausgeprägt zu sein.

Ausgewählte Ergebnisse der protokollierten Unterrichtsstunden

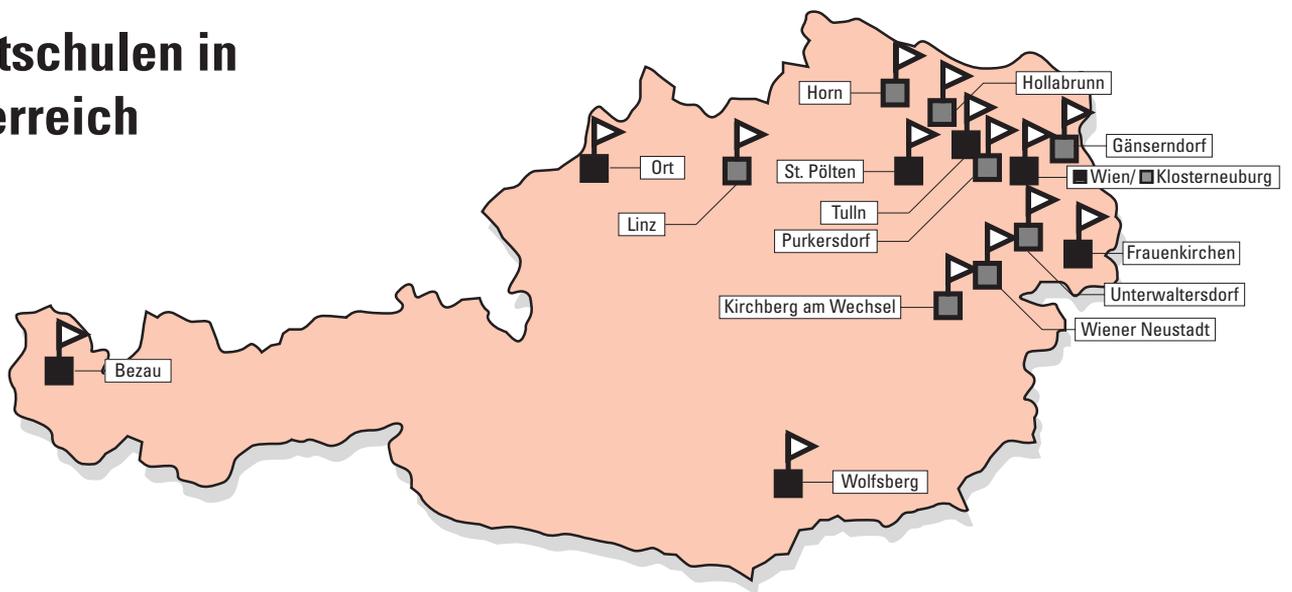
In 8 Projektklassen protokollierte jeweils ein anderer Schüler je eine Unterrichtsstunde anhand eines teilstandardisierten Protokolls. Insgesamt konnten 173 Protokolle ausgewertet werden. Darin wird erkennbar, dass der Taschencomputer

Pilotschulen in Deutschland



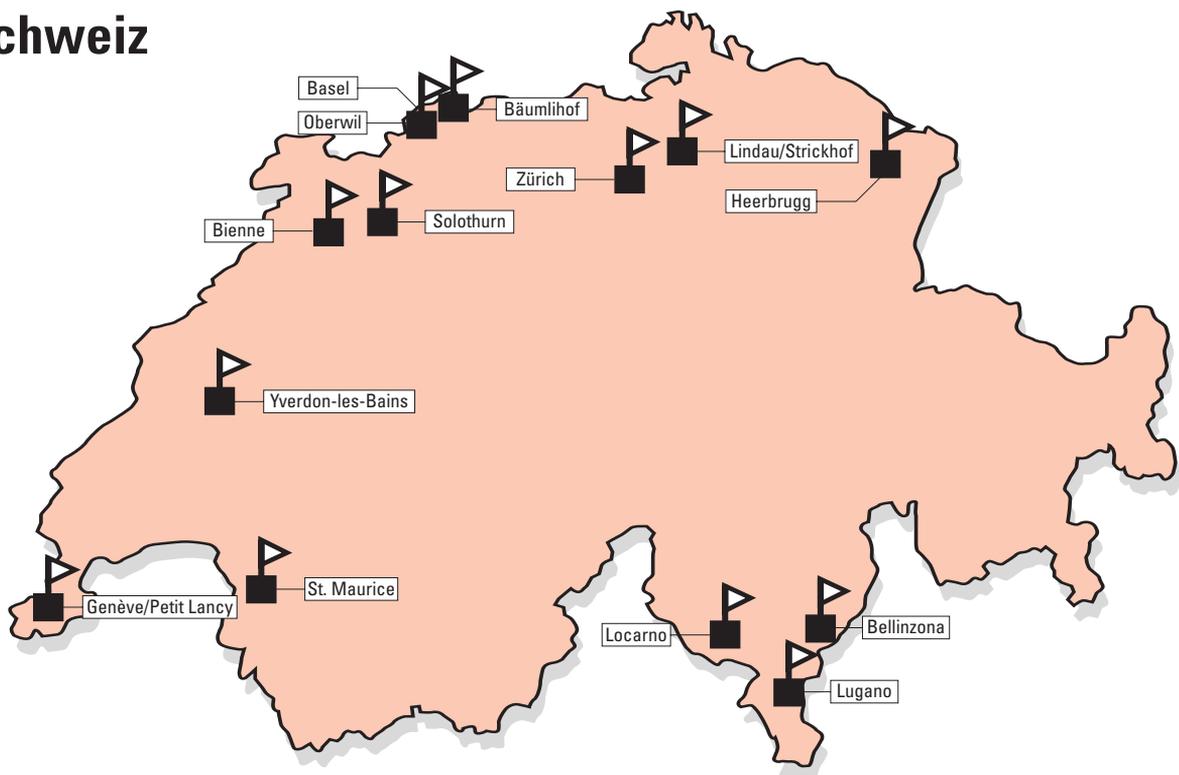
Bundesland	Projektname	Beteiligung	Träger	Dauer
Baden-Württemberg	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	1 Schule, 90 Schüler	TI	Sept. 2006 - Juli 2010
Bayern	● M3	11 Schulen, 500 Schüler	Kultusministerium, TI	Sept. 2002 - Juli 2010
Berlin	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	2 Schulen, 60 Schüler	TI	ab Sept. 2007
Brandenburg	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	1 Schule, 60 Schüler	TI	ab Sept. 2007
Hamburg	○ CIMS-HH	6 TI-Schulen, 900 Schüler	Senat, TI	Sept. 2005 - Juli 2008
Hessen	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	1 Schule, 20 Schüler	T ³ Deutschland, TI	Okt. 2006 - Juli 2007
Niedersachsen	● Calimero	6 Schulen, 1000 Schüler	Kultusministerium, TI	Aug. 2005 - Juli 2010
Nordrhein-Westfalen	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	4 Schulen, 200 Schüler	T ³ Deutschland, TI	Okt. 2006 - Juli 2008
Rheinland-Pfalz	□ TIM	8 Schulen, 200 Schüler	Kultusministerium, TI	Sept. 2005 - Juli 2007
Schleswig-Holstein	○ CIMS-SH	4 TI-Schulen, 800 Schüler	Kultusministerium, TI	Sept. 2006 - Juli 2009
Thüringen	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	1 Schule, 60 Schüler	ThILLM, T ³ Deutschland, TI	ab Sept. 2007

Pilotschulen in Österreich



Land	Projektname	Beteiligung	Träger	Dauer
Österreich	■ TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	9 Schulen, 350 Schüler	T ³ Österreich, TI	Nov. 2006 - Juni 2007
Österreich	■ ACDCA - TI-Nspire™ CAS Pilotprojekt	10 Schulen, 300 Schüler	ACDCA	Nov. 2006 - 2009

Pilotschulen in der Schweiz



Region	Projektname	Beteiligung	Träger	Dauer
deutschsprachige Schweiz	■ TI-Nspire CAS Pilotprojekt	8 Schulen, 250 Schüler	T ³ Schweiz, TI	Nov. 2006 - Juni 2007
französischsprachige Schweiz	■ TI-Nspire CAS Pilotprojekt	3 Schulen, 120 Schüler	T ³ Schweiz, TI	Okt. 2007 - Juni 2009
italienischsprachige Schweiz	■ TI-Nspire CAS Pilotprojekt	3 Schulen, 75 Schüler	T ³ Schweiz, TI	geplant ab Sept. 2008

unabhängig vom mathematischen Thema in mindestens der Hälfte der Unterrichtsstunden eingesetzt wurde. Dieser Anteil des Rechnereinsatzes ist in allen untersuchten Klassen nahezu gleich, variiert aber deutlich in seiner Funktion. Während einige Lehrer stark auf Demonstrationen mit dem Taschencomputer setzen, verzichten andere darauf völlig und setzen den Rechner eher für Einzel- und Gruppenarbeit ein. Es gibt keinen klaren Zusammenhang zwischen der Art des Rechnereinsatzes und der Einschätzung, ob die Schüler die Unterrichtsstunde interessant fanden oder nicht. Auffällig ist, dass unabhängig vom Rechnereinsatz der Anteil des Unterrichtsgesprächs relativ konstant wahrgenommen wird bei etwa 60% aller Stunden, während das selbstständige Arbeiten zugunsten der Gruppenarbeit von Klasse 8 nach 10 weniger wird.

Zusammenfassung

Die Untersuchungsergebnisse stützen viele methodische Grundeinsichten, die bisher als Erfahrungswissen behandelt, aber wenig dokumentiert wurden. Dazu gehört die folgende Einsicht: Erwartungsgemäß lassen sich besondere Leistungssteigerungen innerhalb eines Schuljahres feststellen bei Themen aus dem aktuellen Schuljahr. Wenn wichtige mathematische Themen nicht regelmäßig wiederholt und wach gehalten werden, kann darüber nicht verfügt werden und es muss sogar mit Leistungsrückgang gerechnet werden – unabhängig von jedem Rechnereinsatz. Treten Defizite im rechnerfreien Umgang mit Mathematik auf, sollten diese nicht dem Rechnereinsatz angelastet werden, denn wie auch das Projekt TIM deutlich zeigt, hängt dieser Effekt vom Unterrichtskonzept ab. Werden regelmäßig rechnerfreie Übungsphasen durchgeführt, bleiben die Kopfrechen-

fertigkeiten stabil. Die in Klasse 7 erzielten Ergebnisse deuten darauf hin, dass diese Jahrgangsstufe besonders günstige Einstiegsvoraussetzungen für den Einsatz eines Taschencomputers als unterstützendes Werkzeug für die Kompetenzentwicklung besitzt. Die Testergebnisse zeigen, dass bei den überdurchschnittlichen Leistungssteigerungen in Klasse 9 und 10 besonders Modellierungs- und Kommunikationskompetenzen betroffen sind und in Klasse 7 und 8 besonders Problemlöse- und Kommunikationskompetenz. Diese Effekte werden in der Wahrnehmung der Schüler von ihrem Mathematikunterricht gestützt und lassen einen Einfluss des Taschencomputers erkennen. Es gibt bisher noch keine Vergleichsaussagen, wie oft und wie Taschencomputer im Unterrichtsalltag real eingesetzt werden und wie sie vielleicht eingesetzt werden sollten, um entscheidende Lernzuwächse zu befördern. Deshalb sind die im Projekt TIM gewonnenen ersten Einsichten eine wichtige Grundlage, auf der in weiteren Studien aufgebaut werden kann.

Quellen:

Bruder, R.(2008): *TIM – ein zweijähriger Modellversuch zum Einsatz von Taschencomputern ab Klasse 7*. Auszug aus dem Abschlussbericht (Stand: 12.1.2008) unter www.proLehre.de

Autor:

Prof. Dr. Regina Bruder
Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Mathematik
Schloßgartenstr. 7
64289 Darmstadt
bruder@mathematik.tu-darmstadt.de

Schön ist die Projektionsmöglichkeit mit dem ViewScreen™, zum Beispiel bei der Besprechung der Hausaufgaben oder der Präsentation von Schülerlösungen. Die Schüler werden dazu angehalten, genauer zu arbeiten und die exakte mathematische Notation zu verwenden. Für die Matrizenrechnung sind wir früher immer in den PC-Raum gegangen, das geht jetzt sehr ordentlich mit dem Handheld. Das Dokumentenkonzept von TI-Nspire™ CAS haben die Schüler schnell für sich entdeckt. Manche haben eine Superstruktur entwickelt, auch für Chemie und Physik. Naja, und manche speichern auch den Spickzettel... Die Möglichkeit der Verlinkung von Applikationen sehe ich als entscheidendes Plus und als einen großen Gewinn für die Analysis. Jetzt steht stärker die Mathematik im Mittelpunkt, das Nachdenken, und weniger die reinen Rechenabläufe. *Susanne Malinowski, Theodor-Sturm-Schule, Husum*

► Bergfest für CALiMERO in Bergkirchen

Prof. Dr. Regina Bruder, Maria Ingelmann

Rechner als selbstverständliches Werkzeug im Unterricht etabliert.

Einsatz der Taschencomputer führt zu Leistungssteigerung bei schwächeren Schülern.

Vom Turm der romanischen Dorfkirche aus dem 12. Jahrhundert tönen die Glockenschläge zur vollen Stunde. Im Schatten des Kirchturms liegt die gastliche Tagungsstätte des Pfarrhofs Bergkirchen. Was die ländliche Idylle nicht verrät: Im Seminarraum des Fachwerkhauses trifft sich an diesem Rosenmontag im Februar 2008 eine eingeschworene Gruppe von knapp 30 Lehrerinnen und Lehrern aus ganz Niedersachsen zu einem der spannendsten Projekte zum Einsatz neuer Technologie im

Mathematikunterricht. So, wie sie es vierteljährlich in den zurückliegenden zweieinhalb Jahren hier taten. Doch dieses Treffen ist ein besonderes: es ist Bergfest für das bis 2010 reichende Projekt. Geleitet wird die Gruppe von Wilhelm Weiskirch in enger Zusammenarbeit mit Regina Bruder, Professorin am Fachbereich Mathematik der Technischen Universität Darmstadt. Ihr gemeinsames Thema: „Computer-Algebra im Mathematikunterricht ab Klasse 7: Entdecken, Rechnen, Organisieren“ oder in einem Wort: CALiMERO.

Unter diesem Titel startete das vom Land Niedersachsen initiierte Projekt im Schuljahr 2005/2006. Vorausgegangen war eine sechsmonatige Vorbereitung, in der insbesondere

das Konzept für den mehrjährigen Schulversuch geplant und entwickelt wurde. Zielsetzung des Projekts ist die Entwicklung eines durchgängigen didaktischen und methodischen Gesamtkonzeptes für den integrierten Einsatz eines CAS-fähigen Taschencomputers ab Klasse 7. Untersucht werden soll das Potenzial dieser Rechner hinsichtlich der mathematischen Kompetenzentwicklung - ganz im Sinne der Bildungsstandards. Als CAS-Rechner verwenden die Schülerinnen und Schüler der beteiligten 29 Projektclassen aus 6 Gymnasien den Voyage™ 200. Die wissenschaftliche Projektbegleitung durch Prof. Regina Bruder umfasste die Entwicklung und Diskussion des Unterrichtskonzeptes in Kooperation mit den teilnehmenden Lehrkräften und konzentrierte sich dann auf die Evaluation der Umsetzung des Konzeptes an den beteiligten Gymnasien. Auf der Grundlage des Unterrichtskonzeptes sind Unterrichtsmodule entwickelt worden, in denen auf der Basis von sinnstiftenden Aufgaben mit Mehrwert für die mathematische Kompetenzentwicklung durch den Rechnereinsatz ein adäquates Bild von Mathematik vermittelt werden kann.

Die Evaluation des Projekts CALiMERO zum CAS-Einsatz ab Klassenstufe 7 im Gymnasium nach nunmehr 2 Jahren zeigt, dass in den ersten beiden Projektjahren mit einem Unterrichtskonzept zu einem kompetenzorientierten Einsatz von Taschencomputern Veränderungen der Unterrichtsgestaltung stattgefunden haben und das entwickelte Unterrichtskonzept zunehmend erfolgreich umgesetzt wird. Veränderte Formen des Lehrens und Lernens von Mathematik, die, gestützt auf den Rechnereinsatz, insbesondere das Kommunizieren über mathematische Inhalte fördern, werden auch von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen und geschätzt.

Die Akzeptanz der eingesetzten Taschencomputer hat sich sowohl bei den Lehrkräften als auch bei den Lernenden positiv entwickelt. Die Leistungen der lernschwachen Schülerinnen und Schüler konnten im Verlauf beider Schuljahre deutlich stärker verbessert werden als in der GTR-Vergleichsgruppe. Insgesamt hat die Projektgruppe im Mittel nach den beiden Schuljahren bei zunächst deutlich schwächeren Ausgangsleistungen die Ergebnisse der Vergleichsgruppe inzwischen übertroffen. Der vergleichsweise größere mittlere Kompetenzzuwachs in der Projektgruppe zeigt sich in den Kompetenzfeldern K3 „Mathematisches Modellieren“ und bei K5 „Umgang mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik“.

Unterrichtskonzept und seine Umsetzung in den Lehr- und Lernmaterialien

Nach den ersten zwei Jahren lässt sich konstatieren, dass die Projektgruppe in den beiden Jahren ihre didaktische Professionalität weiter steigern konnte, was sich in der stetig gewachsenen Qualität der Materialien widerspiegelt. Im Laufe des Projekts sind Schülermaterialien und Lehrerhandreichungen entstanden und bereits veröffentlicht worden, die modernen didaktischen Ansprüchen Rechnung tragen. Die Unterrichtsmaterialien greifen verschiedene Aspekte der für einen nachhaltigen Mathematikunterricht mit Technologieeinsatz entworfenen Methodik auf. Sowohl handlungsorientierte als auch binnendifferenzierende Aspekte wurden beachtet, den Lernenden wird an vielen Stellen Raum für eigenständi-

ges und selbstverantwortliches Lernen gegeben. Die Unterrichtsmaterialien greifen die Möglichkeiten auf, den Rechner als Lern- und als Rechenwerkzeug zu nutzen; dabei wird auf die Möglichkeiten des Darstellungswechsels besonderer Wert gelegt. Von Beginn an werden die Schüler mit den verschiedenen Möglichkeiten, den Rechner einzusetzen, vertraut gemacht, ohne auf „Vorratslernen“ abzielen. Diese Werkzeugkompetenz werden die Schülerinnen und Schüler bei der Behandlung weiterführender Themen auch in den folgenden Schuljahren immer wieder nutzen können. Entwicklungspotenzial besteht vor allem in der Integration binnendifferenzierender Elemente und von Möglichkeiten zur Diagnose und Selbsteinschätzung. Bei den Aufgaben mit „Rechnerpotenzial“ ist das, was mit den Rechnern alles schon möglich wäre - meist bewusst - noch nicht voll ausgeschöpft worden. Zum Teil ist dies auf die curricularen Vorgaben zurückzuführen, zum anderen auf die Philosophie des Konzeptes, nicht den Taschencomputer und seine Möglichkeiten ins Zentrum des Unterrichts zu stellen sondern eine allgemeinbildende mathematische Kompetenzentwicklung unter Nutzung des Rechners als unterstützendem Werkzeug anzustreben.

Grundlagen und Instrumente der Evaluation

Der Zwischenbericht zur Halbzeit des CALiMERO-Projektes systematisiert die Evaluationsergebnisse aus 29 Klassen an 6 niedersächsischen Gymnasien (Projektgruppe). Daneben wurden fünf Vergleichsklassen an niedersächsischen Gymnasien in die Evaluation eingebunden, die im Mathematikunterricht mit grafikfähigen Taschenrechnern (GTR) arbeiten, aber kein CAS einsetzen (Vergleichsgruppe).

Alle Klassen haben an einer Schülerbefragung zu Beginn von Klasse 7, am Ende von Klasse 7 und am Ende von Klasse 8 sowie an Leistungstests zu Beginn und am Ende von Klasse 7 ohne Rechnereinsatz sowie zu Beginn und am Ende von Klasse 8 mit Rechnereinsatz teilgenommen. Zusätzlich wurde in Klasse 8 im Pre-Post-Vergleich ein Kopfrechentest eingesetzt, um die Rechenfähigkeiten ohne Rechnerhilfe exemplarisch zu messen. Zur Dokumentation des Unterrichtsverlaufs entsprechend den im CALiMERO-Team entwickelten Konzepten wurden in Klasse 7 Unterrichtsprotokolle für die Lehrkräfte eingesetzt und ab Klasse 8 wurden Stundenberichte von Schülerinnen und Schülern geführt - jeweils zu einem Unterrichtsmodul. Begleitend wurden Modulevaluationen mit den beteiligten Lehrkräften der Projektgruppe durchgeführt sowie eine Lehrerbefragung vor Beginn des Projektes und eine zum Halbjahr Klasse 8.

Alle bislang eingesetzten Evaluationsinstrumente und deren Ergebnisse im Projekt CALiMERO können auf der Plattform www.proLehre.de in der Rubrik: „Computereinsatz im Mathematikunterricht – Modellversuche“ frei zugänglich eingesehen werden.

Ausgewählte Ergebnisse der Schülerbefragung

Die Wahrnehmungen der befragten Schülerinnen und Schüler der Projektgruppe bezüglich der analysierten Skalen sind insgesamt positiv. Die Gestaltung des Unterrichts wird von den Lernenden als positiv beurteilt, die Unterrichtszeit

für das selbständige Entdecken mathematischer Zusammenhänge sowie das Ausprobieren verschiedener Lösungswege durch die Schüler/innen wurde erhöht. Zudem bieten sich vermehrt Möglichkeiten, im Unterricht über Ergebnisse zu diskutieren und diese zu präsentieren. Schlechter bewertet wird von den Lernenden in der zweiten und dritten Befragung dagegen die Kompetenzunterstützung durch die Lehrkräfte.

Ausgewählte Ergebnisse der Leistungstests

An den Leistungstests zu Beginn und zum Ende der 7. Klasse nahmen insgesamt 985 Schülerinnen und Schüler teil. 635 der Projektschüler und 114 Schüler der Vergleichsgruppe nahmen an beiden Tests teil. An den Leistungstests zu Beginn und am Ende der 8. Klasse nahmen insgesamt 798 Schüler teil, davon nahmen 551 Projektschüler und 82 Schüler der Vergleichsgruppe an beiden Tests teil. Am Kopfrechentest zu Beginn und Ende der 8. Klasse nahmen insgesamt 557 Schüler teil, davon nahmen 345 Projektschüler und 76 Schüler der Vergleichsgruppe an beiden Tests teil.

Im Leistungstest der 7. Klasse haben die Lernenden der Projektschulen im Vortest durchschnittlich 34,2% Punkterfüllung, im Nachtest 44,6%. Die Vergleichsgruppe erzielte 35,8% Punkterfüllung im Vortest und 46,0% im Nachtest. Im Leistungstest der 8. Klasse haben die Lernenden der Projektschulen im Vortest durchschnittlich 18,4% Punkterfüllung, im Nachtest 28,3% (vgl. Abb. 1). Die Kontrollgruppe erzielte 21,8% Punkterfüllung im Vortest und 28,0% im Nachtest (vgl. Abb. 2). Diese Ergebnisse werden nun weiter aufgegliedert.

Im Bezug auf die allgemeinen mathematischen Kompetenzen zeigen sich bei den Projektschülern positive Entwicklungen. Der größte Unterschied in der Leistungssteigerung bei den Tests der Jahrgangsstufe 7 ist bei den Testitems festzustellen, die die Kompetenz K5, *mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen*, fordert. Die CALiMERO-Schüler verbessern ihre Leistungen gegenüber dem Vortest bei diesen Aufgaben um 13,5%, während der Leistungszuwachs der Vergleichsgruppe 10,7% beträgt. Dabei ist zu beachten, dass der Test in Klasse 7 ohne Taschencomputer zu bearbeiten war.

In allen vier eingesetzten Leistungstests schneiden die Jungen besser ab als die Mädchen. Im Verlauf des siebten Schuljahres entwickeln sich die Leistungen der Mädchen beider Gruppen stärker als die der Jungen, trotzdem erzielen die männlichen Teilnehmer auch im Nachtest durchschnittlich mehr Punkte als ihre Mitschülerinnen. Die Tests des 8. Schuljahrs zeigen, dass die Jungen der CALiMERO-Schulen noch stärkere Leistungszuwächse innerhalb des Jahres erzielen als die Mädchen dieser Gruppe (vgl. Abb. 3), während sich in den Vergleichsschulen beide Geschlechtsgruppen parallel entwickeln (vgl. Abb. 4).

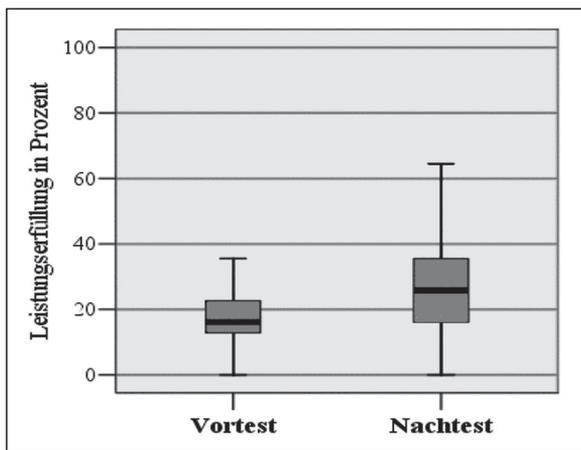


Abb. 1: Prozentuale Testerfüllung in Klasse 8 – Projektgruppe

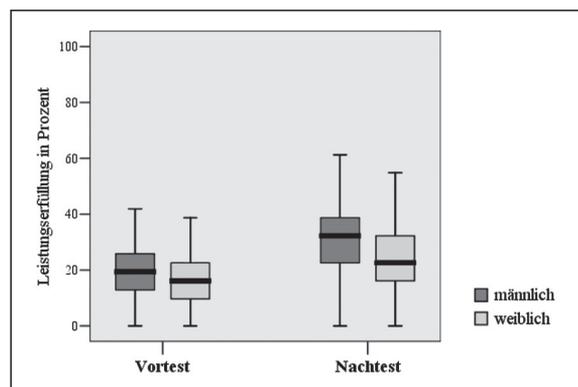


Abb. 3: Genderspezifische Leistungsentwicklung in Klasse 8 (Projektgruppe)

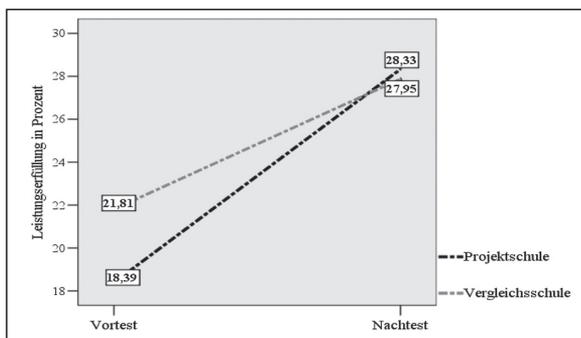


Abb. 2: Vergleich der prozentualen Testerfüllung Kl. 8 im Vergleich zwischen Projektgruppe und Vergleichsgruppe

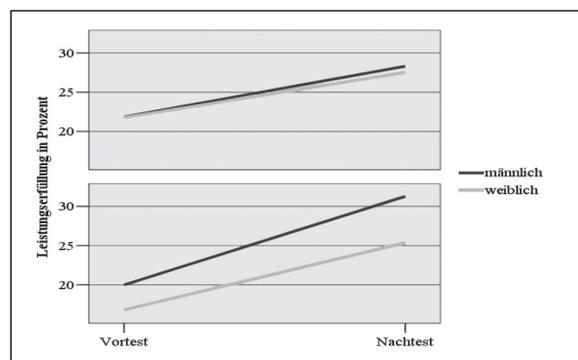


Abb. 4: Genderspezifische Entwicklung beim Schülerleistungstest der Klasse 8

Sowohl im Leistungstest der Klasse 7 als auch im Leistungstest der Klasse 8 zeigt sich, dass die **leistungsschwächeren Schüler**, die am Projekt teilnehmen, signifikant größere Leistungszuwächse im Verlauf eines Schuljahres erzielen als die vergleichbaren Schüler der Vergleichsgruppe. In den beiden anderen Leistungsgruppen (mittel und stark) sind die Veränderungen nicht signifikant unterschiedlich. Während die leistungsschwachen CALiMERO-Schüler im 7. Schuljahr eine Leistungssteigerung von 16,3% verzeichnen, liegt die der

Lernenden der Vergleichsgruppe bei nur 9,8%. Im 8. Schuljahr zeigen die leistungsschwachen Schüler der Projektgruppe eine Leistungssteigerung von 7,4 % von Vor- zu Nachtest, die entsprechenden Schüler der Vergleichsgruppe eine Leistungssteigerung von 3 %.

Der Unterricht im Projekt CALiMERO führt zu einer Steigerung der allgemeinen mathematischen Kompetenzen im Bereich von K3 und K5. Dabei zeigt sich, dass die anfangs in den Tests im Mittel schlechter abschneidenden Schüler der Projektgruppe die Leistungen der Kontrollgruppe am Ende des zweiten Lernjahres einholen und überholen. Diese Entwicklung spiegelt sich aber nicht im Bereich der händischen Fähigkeiten wider, obwohl in die Unterrichtskonzeption von CALiMERO regelmäßige Kopfübungen integriert sind. Hier entwickeln sich beide Gruppen parallel mit etwa gleicher Leistungssteigerung. Auf die händischen Fähigkeiten der Projekt-schüler/innen ist in den folgenden Jahren weiterhin besonderer Wert zu legen.

Ausgewählte Ergebnisse der Lehrerbefragungen

Das erste Projektjahr hat gezeigt, dass anfänglich ablehnende Meinungen zu dem Aspekt, dass die Schüler im Mathematikunterricht viel selbst ausprobieren und herausfinden können, sich am Ende des Projektes in ausschließlich zustimmende Meinungen veränderten. Hier kann aufgrund des möglichen schnelleren Erkennens von Zusammenhängen durch den Rechnereinsatz ein Zusammenhang zum Projekt CALiMERO vermutet werden.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass die Lehrkräfte nach eigenen Angaben vom eingesetzten Unterrichtsmaterial für ihren Unterricht profitieren konnten. In der Befragung stimmten diesem Aspekt 83% der Lehrkräfte zu. Insbesondere im methodischen Bereich gaben sie an, viele Anregungen für ihren Unterricht bekommen zu haben und ihren bisher gewohnten Unterrichtsstil zugunsten einer größeren Methodenvielfalt verändert zu haben.

Ausgewählte Ergebnisse der Unterrichtsprotokolle der teilnehmenden Lehrkräfte

Die Auswertung der Unterrichtsprotokolle zeigte, dass die Arbeit mit dem Rechner vorwiegend in Gruppen erfolgt. Es zeigte sich auch, dass der Rechner sowohl zum mathematischen Vorankommen der Schüler als auch zum stärkeren (situativen) Interesse an Mathematik beitragen konnte. In der Rückschau auf den Unterricht waren die Lehrkräfte größtenteils mit dem Verlauf der Unterrichtsstunden zufrieden und haben ihre Unterrichtsziele erreicht. Als Gründe für die negativen

Antworten in der Reflexion des Unterrichts wurde am häufigsten erwähnt, dass der Zeitaufwand höher war als erwartet. Weitere Gründe waren Probleme beim Umgang mit dem Rechner, eine schwache Arbeitshaltung der Schüler oder organisatorische Probleme. Die Lehrer berichteten, dass der Rechner sich immer stärker im Unterricht etablierte und es den Schülern teilweise selbst überlassen wurde, ob sie die gestellten Aufgaben mit dem Rechner bearbeiten wollen oder nicht. Die Auswertung der Rechnereinsatz-Phasen im Unterricht fand größtenteils in Form eines Unterrichtsgesprächs statt. Für die Ergebnissicherung am Ende der Rechnereinsatz-Phasen wurde in sehr wenigen Stunden der Lehrervortrag gewählt, so dass häufig die Schüler selbst durch Vorträge diesen Teil übernahmen.

CALiMERO 2010

Das Entwicklungspotential von CALiMERO für die Zukunft bis 2010 liegt insbesondere im Bereich der Binnendifferenzierung, auch das Zeitmanagement beim Unterricht mit CAS in der Sekundarstufe I ist den Unterrichtsprotokollen zufolge noch zu optimieren. Da der Großteil der Probleme auf die Umgewöhnung und Einstellung auf das neue Unterrichtskonzept mit dem Rechner sowohl auf Lehrer- als auch auf Schülerseite zurückzuführen ist, besteht die Vermutung, dass sich diese Probleme in den weiteren Jahren des Projektes reduzieren werden. In Ansätzen zeigte sich diese Vermutung bereits in den Unterrichtsprotokollen bestätigt, bei denen die Angabe des zeitlichen Einsatzes des Rechners pro Stunde im Laufe des Projektes nicht mehr genau möglich war, da sich der Rechner immer mehr als selbstverständliches Werkzeug im Unterricht etablierte.

Quellen:

- Ingelmann, Maria & Bruder, Regina (2008): *CAS-Einsatz in der Sekundarstufe I*. Sektionsbeitrag zur GDM-Tagung 2008 in Budapest
- Ingelmann, Maria & Bruder, Regina (2007b): *Appropriate CAS-Use in Class 7 and 8*. In: Woo, J.-H., Lew, H.-C., Park, K.-S., Seo, D.-Y. (Hrsg.): *Proceedings of the 31st Conference of the International group for the Psychology of Mathematics Education*

Autorinnen:

Prof. Dr. Regina Bruder und Maria Ingelmann
Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Mathematik
Schloßgartenstr. 7
64289 Darmstadt
bruder@mathematik.tu-darmstadt.de

Wir haben im Unterricht bislang mit dem TI-89 Titanium gearbeitet. Aus meiner Sicht ist es mit TI-Nspire™ CAS viel besser geworden, mit einer Tabellenkalkulation zu arbeiten und es ist sehr bequem, daraus Graphen zu zeichnen. Das Dokumentenkonzept nutzen bei uns hauptsächlich die Schüler. Sie speichern am Ende der Stunde ab und können vor der Klassenarbeit noch mal nachschauen. Das ist natürlich ein großer Vorteil für die Schüler. Sie speichern auch ihre Hausaufgaben ab. Die Schüler können eine Aufgabe auf unterschiedlichen Wegen angehen: nicht nur algebraisch-symbolisch, sondern auch über die Tabellenkalkulation oder den Funktionenplotter. Für mich ist der TI-Nspire™ CAS kein Oberstufenrechner, sondern man kann ihn auch mit jüngeren Schülern schön einsetzen: zum Graphen zeichnen, für die Tabellenkalkulation oder für die Geometrie – und das ist ein Unterschied zu bisherigen CAS-Geräten. *Ulla Schmidt, Freiherr-vom-Stein-Gymnasium, Lünen*

► **Evaluierung des Modellversuchs „Medienintegration im Mathematikunterricht – M³“ im Schuljahr 2006/2007**

Ewald Bichler, Prof. Dr. Hans Georg Weigand

1. Ausgangssituation

Der Modellversuch M³ – Medienintegration im Mathematikunterricht wurde bereits im Schuljahr 2003/04 gestartet und wird im Jahr 2011 abgeschlossen. Im Schuljahr 2006/07 wurde der Modellversuch erstmals in der 11. Klasse evaluiert. In dieser Phase des Modellversuches waren 11 bayerische Gymnasien mit 412 Schülern in den Modellklassen und 320 Schülern in den Kontrollklassen beteiligt.

In dem Modellversuch M³ unterrichten Lehrkräfte, die nicht speziell für das Unterrichten mit CAS geschult sind und die nicht ein spezielles gemeinsames Konzept beim Unterrichten verfolgen. Diese Lehrkräfte integrieren CAS in ihren individuellen Unterricht (was Hausaufgaben und Prüfungen mit einschließt). Die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler sind ebenso verschieden. Es gibt Schüler, welche CAS schon ein Jahr lang kennen gelernt haben, aber auch solche, die das erste Mal mit solchen Systemen in Kontakt kommen. Es werden auch verschiedene Gerätetypen eingesetzt. Einerseits der Voyage™ 200, andererseits der TI-Nspire™ CAS. Darüber hinaus steht der Taschencomputer (TC) in manchen Klassen den Schülern in der folgenden Jahrgangsstufe 12 nicht mehr zur Verfügung. Dieser Aspekt darf nicht unterschätzt werden, da er sicherlich Einfluss auf die Akzeptanz und die Bereitschaft hatte, sich mit dem TC intensiver auseinanderzusetzen.

2. Untersuchungsfragen

Folgende Fragen liegen unserem Modellversuch zugrunde:

1. Lassen sich hinsichtlich zentraler mathematischer Fähigkeiten (Termumformungen, Interpretieren von Graphen, Lösen von Gleichungen, Arbeiten mit Tabellen, Arbeiten mit Formeln) Unterschiede zwischen den Modell- und den Kontrollklassen feststellen?
2. Lassen sich in den Modellklassen unterschiedliche Auswirkungen des TC-Einsatzes auf „gute“ und „schlechte“ Schülerinnen und Schülern feststellen? Die verwendeten Leistungsbezeichnungen „gut“ und „schlecht“ beziehen sich dabei auf die Ergebnisse des Eingangstests.
3. Wie verändern die unterrichtenden Lehrer die Prüfungsaufgaben in den Modell-Klassen?
4. Wie beherrschen die Schülerinnen und Schüler den TC am Ende des Jahres?
5. Wie setzen die Schülerinnen und Schüler den TC bei Klassenarbeiten ein?
6. Welche Einstellungen entwickeln die Schülerinnen und Schülern der Modellklassen zu dem neuen Werkzeug?

3. Testinstrumente

1. Es wurde ein (klassischer) Vor- und Nachtest – ein Test mit Papier und Bleistift ohne Verwendung des Rechners – in Modell- und Kontrollklassen geschrieben.
2. Die Modellklassen haben zusätzlich einen Test mit TC geschrieben, bei dem sie in einem Fragebogen ihre Arbeitsweise mit dem TC selbst dokumentieren sollten. Dieses Versuchsdesign ist neu und wurde bisher noch nicht angewandt.
3. Die in den Modellklassen unterrichtenden Lehrkräfte haben monatlich einen Online-Fragebogen und zum Jahresende einen Einschätzungsfragebogen ausgefüllt.
4. Die Schüler haben am Ende des Jahres einen Online-Wertungsfragebogen ausgefüllt, der über ihre Erfahrungen mit und ihre Einstellung zum TC Auskunft geben sollte.
5. Die in den Modellklassen geschriebenen Klassenarbeiten wurden nachträglich durch ein externes Expertenurteil eingeschätzt.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Wir fassen hier die zentralen Ergebnisse des einjährigen Schulversuchs aus dem Schuljahr 2006/2007 zusammen, jedenfalls mit den Daten, die bereits ausgewertet sind. Weitere Auswertungen und Untersuchungen werden gerade vorgenommen.

Vor- und Nachtest

Es ergeben sich keine Unterschiede zwischen Modell- und Kontrollklassen bei dem – in traditioneller Art und Weise mit Papier und Bleistift geschriebenem technologiefreien – Vor- und Nachtest. Dies ist im Hinblick auf den zukünftigen TC-Einsatz einerseits erfreulich, da offensichtlich das „klassische Arbeiten“ (Terme umformen, Gleichungen lösen) mit Papier und Bleistift nicht verlernt wird. Es hat sich andererseits aber auch die Hoffnung nicht erfüllt, dass sich die Schülerinnen und Schüler der Modellklassen im Umgang mit und Interpretieren von Graphen stärker verbessern als die Schüler der Kontrollklassen. Es ist allerdings eine offene Frage, ob die Schülerinnen und Schüler der Modellklassen durch die weitgehend klassischen Testaufgaben evtl. unterfordert oder nicht genügend motiviert waren.

Polarisierung

Beim Arbeiten mit neuen Technologien tritt eine Polarisierung ein, indem einige Schüler stark vom TC-Einsatz profitieren, wohingegen für andere Schüler der TC-Einsatz leistungshemmend oder gar -mindernd ist.

Die Polarisierung zeigt sich auch bei der Einschätzung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihres Arbeitens mit

dem TC. Zwei Drittel der Schüler sind der Meinung, dass der TC ihnen eine Hilfe war und Sicherheit gegeben hat und sie stufen den Unterricht auch als „interessant“ ein. Etwa ein Drittel der Schüler kann sich dieser Meinung nicht anschließen.

Art des Rechnereinsatzes

Wenn der Rechner eingesetzt wird, dann vor allem zu Beginn und bei der Problemlösung, weniger dagegen zur Kontrolle. Unbekannte Problemstellungen führen zu einem – manchmal ziellosen – Ausprobieren von bekannten Routinen. Die Gründe für das Nichteinsetzen des Rechners sind zum einen die Unsicherheit der Schüler im – technischen – Umgang mit dem Gerät und zum anderen das mangelnde Wissen über den problemadäquaten Einsatz des Gerätes.

Eingewöhnungszeit

Überraschend ist, dass es über ein halbes Jahr gedauert hat, bis die Vertrautheit mit dem Rechner so hergestellt war, dass die Schülerinnen und Schüler dieses Werkzeug in Prüfungen auch nutzten. In der 11. Klasse zeigt sich dann gegen Ende des Schuljahres die Überforderungen mancher Schüler. Dies betrifft auch die Handhabung des Rechners sowohl in technischer Hinsicht als auch im Hinblick auf den problemadäquaten Einsatz.

Mit der Vertrautheit des Rechners zeigt sich auch ein verstärkt kalkülhafter Einsatz des Rechners. Gegen Ende des Schuljahres (Juni) wird er regelmäßig zu Beginn der Aufgabe (Graph als Überblick) und am Ende als Kontrolle der Lösung eingesetzt.

Hier zeigt sich, dass im Juni diejenigen Schülerinnen und Schüler, welche CAS bei der Lösung der Aufgaben eingesetzt haben, deutlich besser abgeschnitten haben als diejenigen, die CAS nicht eingesetzt haben. Wir führen dies darauf zurück, dass erst nach einem Schuljahr bei den Schülerinnen und Schülern das Vertrauen mit dem TC sowie die Kenntnis seines gewinnbringenden Einsatzes als Werkzeug beim Lösen von Aufgaben genügend ausgebildet ist.

Ansicht der Lehrer

Die Lehrer sehen den TC als ein hilfreiches Werkzeug im Unterricht an, das Auswirkungen auf die Unterrichtsmethodik und die Sozialformen hat. Seitens der Lehrer wird er vor allem als Funktionsplotter und als symbolisches Werkzeug (Termumformungen, Gleichungslösen) eingesetzt. Graphische und numerische Verfahren zur Problemlösung haben eine untergeordnete Bedeutung. Der Bewertungsfragebogen am Ende des Schuljahres ergab – in Kurzform zusammengefasst – folgende Ergebnisse:

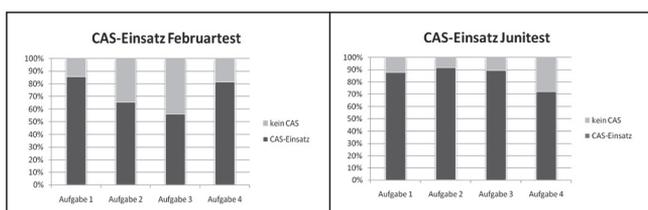
- 60 % der Lehrkräfte sind der Meinung, dass sich die Inhalte gegenüber dem traditionellen Unterricht nicht verändert haben, 40 % sehen Veränderungen in ihrem Unterricht.
- 70 % der Lehrer sind der Meinung, dass sich die Methodik des Unterrichts verändert hat.
- Fast alle Lehrer sind der Meinung, dass sich die Chancen der Schüler verbessert haben, die Inhalte zu verstehen.
- Die Hälfte der Lehrkräfte ist der Meinung, dass es wichtig ist, dass der TC immer zur Verfügung steht.
- Der Computerraum wird nur von zwei Lehrkräften noch regelmäßig benutzt und fast alle arbeiten lieber mit dem TC als im Computerraum.

Quelle:

Die vollständige Fassung dieser Evaluation kann abgerufen werden unter:
<http://www.didaktik.mathematik.uni-wuerzburg.de/weigand/projekte.html>

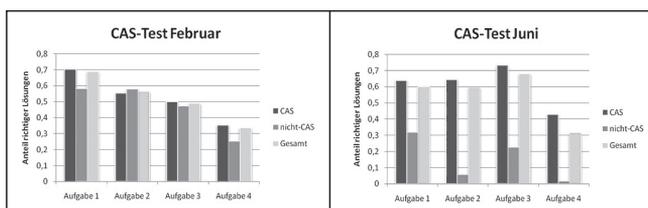
Autoren:

Ewald Bichler
 Hans-Leinberger-Gymnasium Landshut
ewald.bichler@mathematik.uni-wuerzburg.de
 Prof. Dr. Hans-Georg Weigand
 Universität Würzburg
weigand@mathematik.uni-wuerzburg.de



Anteil der Schülerinnen und Schüler, die – nach eigenen Angaben – zur Bearbeitung des TC-Tests den Rechner bei den einzelnen Aufgaben auch tatsächlich eingesetzt haben.

Trägt man auf, wie hoch der Prozentsatz der erreichten Punkte dieser beiden Gruppen in den Aufgaben jeweils war, so ergibt sich folgendes Bild:



Mittlere erreichte Punktezahl bei den Aufgaben getrennt nach Schülerinnen und Schülern, die CAS eingesetzt haben und die CAS nicht eingesetzt haben (zusätzlich ist noch jeweils die gesamte mittlere Punktezahl aufgetragen)

Innovative Technologie

Dank der Technologie unserer aktuellen Graphikrechner TI-84 Plus, TI-84 Plus Silver Edition, TI-89 Titanium, Voyage™ 200, TI-Nspire™, TI-Nspire™ CAS können Sie die bestehenden Fähigkeiten der Rechner durch Herunterladen zusätzlicher Applikationen erweitern und Ihren persönlichen Wünschen anpassen. Damit halten Sie sich alle Optionen für die Zukunft offen.

Kostenlose Ausleihe

Sie möchten einen TI-Graphikrechner oder ein Computer-Algebra-System testen?
– Kein Problem! Wir leihen Ihnen Einzel-exemplare oder Klassensätze bis zu vier Wochen – kostenlos und unverbindlich!



Unterrichtsmaterialien

Zum Einsatz unserer Produkte haben wir u.a. auch mit Kooperationspartnern wie Verlagen oder T³ Unterrichtsmaterialien entwickelt, die Sie bei der Vermittlung der Lehrinhalte unterstützen. Über 500 Titel erhältlich!



Eine umfangreiche Materialdatenbank mit Artikeln zum downloaden finden Sie außerdem auf den Internetseiten von TI.

Neu: Abonnieren Sie hier den kostenlosen E-Newsletter „TI-Materialien“ mit Aufgabenbeispielen speziell zur TI-Nspire™ Technologie.

Lehrerfortbildungen

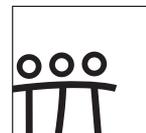
Graphikrechner und CAS sind für viele Kollegen neu und unbekannt. Wir helfen Ihnen mit Fortbildungen an Ihrer Schule oder auf Veranstaltungen! Wenden Sie sich direkt an T³. Mehr Informationen zu T³ finden Sie im Internet:

T³ Deutschland: www.t3deutschland.de

T³ Österreich: www.t3oesterreich.at

T³ Schweiz: www.t3schweiz.ch

Oder kontaktieren Sie Ihren TI-Schulberater sowie unser Customer Service Team.



T³ DEUTSCHLAND
T³ ÖSTERREICH
T³ SCHWEIZ

Praktische Präsentationsmöglichkeiten

Projizieren Sie das Display der Lehrversion Ihres TI-Graphikrechners mit ViewScreen und Overheadprojektor!



Flexible Verbindungsmöglichkeiten

Die Verbindungskabel zu den TI-Graphikrechnern und Computer-Algebra-Systemen ermöglichen eine schnelle und stabile Verbindung zum PC.



Unkomplizierte Messwerterfassung

Portable, universell einsetzbares Messwerterfassungssysteme für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Verschiedene Sensoren erhältlich.



Allgemeine Informationen



Nehmen Sie mit unserem Customer Service Center Kontakt auf, wenn Sie technische Auskünfte benötigen oder Fragen zum Gebrauch unserer Rechner oder bezüglich einer Lehrerfortbildung haben. Auch zum Ausleihen der Rechner ist das CSC die erste Adresse:

Wir sind für Sie da: Mo – Fr, 9.00 – 17.00 Uhr

Texas Instruments
Customer Service Center
c/o Sitel NV
Woluwelaan 158
1831 Diegem
Belgien

Tel D: +49 (61 96) 97 50 15

Fax D: +49 (61 96) 97 50 44

Tel A: +43 (1) 5 02 91 00 07

Fax A: +43 (1) 5 02 91 00 34

Tel CH: +41 (44) 2 73 06 88

Fax CH: +41 (22) 7 10 00 36

Allgemeine Informationen:

ti-cares@ti.com

Kostenlose Ausleihe von Graphikrechnern und Computer-Algebra-Systemen:

ti-loan@ti.com

Kostenloses Abonnement der TI-Nachrichten:

ti-nachrichten@ti.com

Garantie

Auf alle Graphikrechner und Computer-Algebra-Systeme von Texas Instruments bietet Texas Instruments 3 Jahre Herstellergarantie. Sollte doch einmal etwas defekt sein, rufen Sie bitte zunächst unser Customer Service Center an.

Meist kann das Problem bereits am Telefon behoben werden.

**education.ti.com/deutschland · education.ti.com/oesterreich · education.ti.com/schweiz
ti-cares@ti.com**