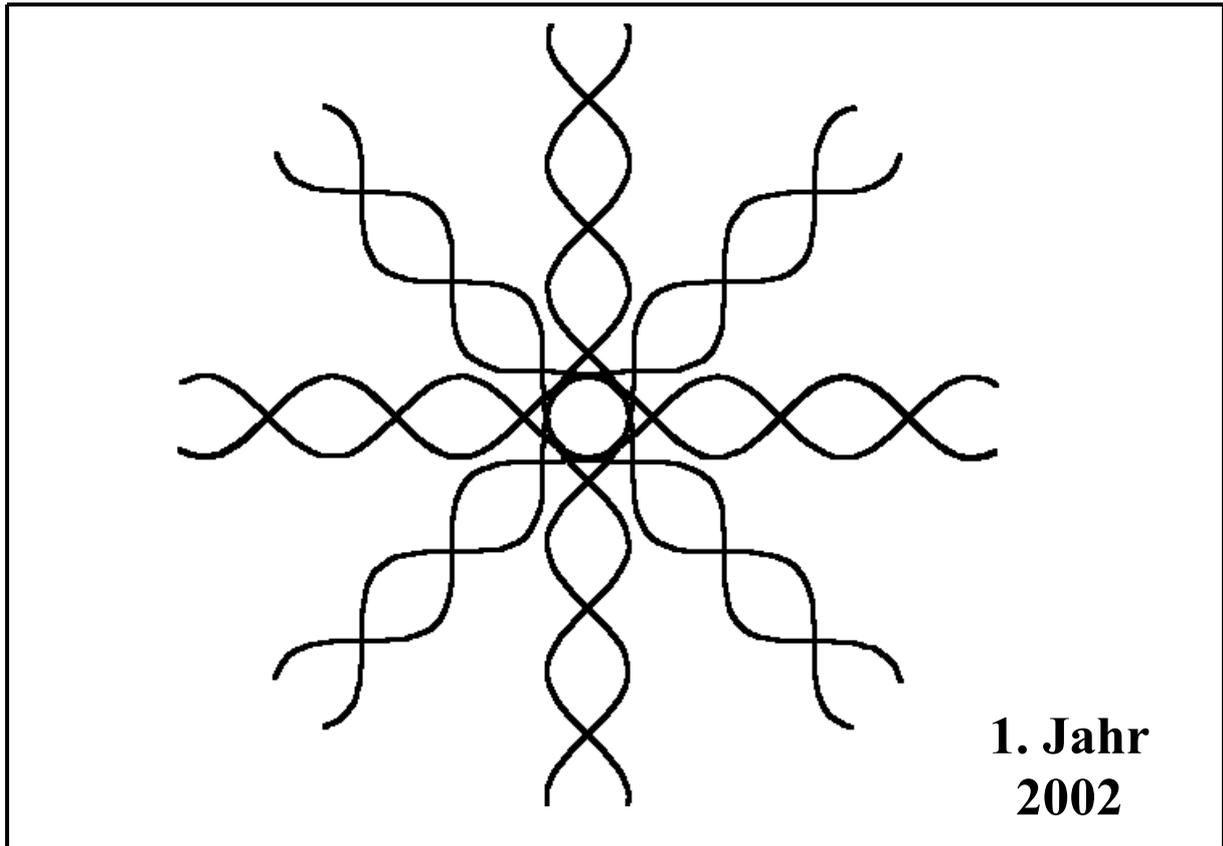


Berliner CAS-Projekt

Sekundarstufe 1 (Klassen 8 und 9)

Ergebnisse und Empfehlungen - Workshops
Unterrichtsmaterial - Tipps für den Unterricht



mit dem Computeralgebrasystem
des Taschencomputers TI-92-Plus

Eberhard Lehmann – mirza@snafu.de – 2003

Das Berliner CAS-Projekt

mit dem
Taschencomputer TI-92-Plus

in der Sekundarstufe 1

im Schuljahr 2001 / 2002

von
Eberhard Lehmann

mirza@snafu.de
www.snafu.de/~mirza

Inhaltsverzeichnis

Logos der beteiligten und unterstützenden Institutionen, Erläuterungen

Vorwort

1 Das Berliner CAS-Projekt 2001 / 2002 - Sekundarstufe 1	7 - 25
1.1 Konzeptionelle Vorüberlegungen	8
1.2 Zielsetzungen	13
1.3 Projektsteuerung	14
1.4 Der inhaltliche Bezug des CAS-Projekts zum BLK-Sinus-Projekt	16
1.5 Teilnehmende Schulen und Klassen, Mathematik-Fachseminar	18
2 Der Projektablauf	26-34
2.1 Ablauftabellen - alle Projektaktivitäten auf einen Blick	27
2.2 Kommunikation	30
2.3 Koordination und Kooperation	33
3. Workshops als gemeinsame Projektbasis	35-47
3.1 Lehrplan Klasse 9	36
3.2 Alle Workshops im Überblick	39
3.3 Workshop 1 – Projektvorbereitung	40
3.4 Workshop 2 – erste Rückmeldungen über CAS-Einsatz	45
3.5 Workshop 5 – Hausaufgaben mit CAS	48
3.5.1 Einladungsschreiben	48
3.5.2 Ergebnisse des Workshops	49
3.5.3 Ausgewählte Hausaufgaben aus den CAS-Projekt-Schulen	51
3.6 Workshop 7 – Projektende – Planungen	56
4 Aus dem Unterricht – ausgewählte Dokumente	57-66
4.1 Dokumente zur Unterrichtsreihe „Reelle Zahlen“ in Klasse 9	
• Vorbereitender Workshop	
• Zusammenstellung von CAS-Möglichkeiten	
• Lehrerfortbildung: Heron-Verfahren mit dem TI-92	
• Formblatt zur Unterrichtsdokumentation	
• Vier kommentierte Klassenarbeiten	
4.2 Dokumente zum Unterricht in Klasse 8	67-73
• Arbeiten mit Parametern in der Sekundarstufe 1	
• Zwei Klassenarbeiten zu Umfangs- und Flächenberechnungen	
• Beispiel eines Arbeitsbogens	

4.3 Weitere Unterrichtsdokumente	74-81
4.3.1 Aus der Unterrichtseinheit „Pythagoras“	74
• drei Unterrichtsdokumentationen	
4.3.2 Aus der Unterrichtseinheit „Kreis“	79
• eine Klassenarbeit	
4.3.3 Aus der Unterrichtseinheit „quadratische Gleichungen“	80
• ein Arbeitsbogen mit Hilfekarten	
5 Umfragen bei Schülern und Lehrern	82-94
5.1 Schülerumfragen	83
5.1.1 Schülerumfrage 1 – nach zwei Projektmonaten	83
5.1.2 Schülerumfrage 2 – am Ende des CAS-Projekts	87
5.2 Lehrerumfrage – am Ende des CAS-Projekts	91
6. Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse und Empfehlungen für Computer-Projekte im MU	95-126
6.1 Sinus-Module und Mathematikunterricht mit Computereinsatz	95
6.2 Antworten auf Sorgen von Eltern, Lehrern und Schülern bezüglich des Computereinsatzes im Mathematikunterricht	99
6.3 Folgerungen aus den Schülerumfragen – Kopfrechnen, Handrechnen	105
6.4 Folgerungen aus der Lehrerumfrage – Problembewältigung	106
6.5 Vergleichsarbeiten	110
6.6 Tipps und Tricks für die ersten Stunden mit dem Computer	113
6.7 Zwei Unterrichtsentwürfe zu Kerninhalten des Computereinsatzes	115
6.8 Ein Beobachtungsbogen für Unterricht mit Computern	120
6.9 Empfehlungen zur Dokumentation von CAS-Arbeit	122
6.10 Empfehlungen für Hausarbeiten	124
6.11 Taschencomputer oder Personalcomputer?	125

Beteiligte und unterstützende Institutionen

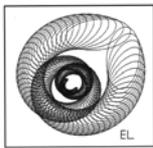
Erläuterungen



Senatsverwaltung für Bildung,
Jugend und Sport



im Landesschulamt Berlin



Leh-Soft



Berliner Landesinstitut für Schule
und Medien (LISUM)



16

CvOG - GKO - MBG
- PNO - RSO

Das Berliner CAS-Projekt - Klasse 9 / 8 war bei der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport angesiedelt. Es erhielt hier die tatkräftige Unterstützung von Frau Oberschulrätin Evelyn Terzioglu.

Nach einigen Anlaufschwierigkeiten fand das Projekt auch Unterstützung im Rahmen des Sinus-Modellversuchs zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Insbesondere wurden die Kosten für die Projektverwaltung und für die Erstellung des Endberichts (Evaluation) übernommen.

KorBIT ist die Koordinierungsstelle für Bildung und Informationstechnologie im Landesschulamt Berlin. KorBIT (Leitung: Nikolai Neufert) bzw. die CidS! gGmbH übernahm die nicht unerheblichen Kosten für den Kauf von 500 Taschencomputern TI-92-Plus nebst einigem Zubehör.

Der benutzte Taschencomputer wird von der Firma Texas Instruments (TI) produziert. TI unterstützte das Projekt logistisch (Schulmanager Stephan Griebel) und übernahm großzügigerweise den größten Teil der Druckkosten für den Endbericht.

Die Firma Leh-Soft (u.a. Software zur Animation mit Funktionen / Relationen und zu Markow-Ketten, Literatur zum Mathematikunterricht) unterstützt das Projekt logistisch und stellte den Projektleiter (mirza@snaflu.de, www.snaflu.de/~mirza).

Das LISUM übernahm die Kosten für diverse Workshops und für die intensive Betreuung der Projektschulen und beteiligten Lehrer durch den Projektleiter.

T³-EUROPE (ZKL Universität Münster) unterstützte das Projekt durch die Finanzierung von TI-Referenten.

Der Schroedel-Verlag, Hannover, trug mit Fachliteratur zum Gelingen des Projekts bei. Diese stellte er den Schulen kostenlos zur Verfügung.

Sechzehn Lehrerinnen und Lehrer der fünf beteiligten Schulen (Carl-von-Ossietzki-Gesamtschule, Gottfried-Keller-Oberschule, Martin-Buber-Gesamtschule, Paul-Natorp-Oberschule, Rückert-Oberschule) arbeiten engagiert und ohne jede Ermäßigungsstunde an dem zeitaufwändigen Projekt. Sie unterrichteten ca. 400 Schülerinnen und Schüler.

Vorwort

Der Bericht über das Berliner CAS-Projekt (September 2001 bis Juli 2002) in der Sekundarstufe 1 verfolgt mehrere Zielsetzungen.

1. Mit dem Bericht wird verschiedenen direkt oder indirekt beteiligten Institutionen Rechenschaft über die Arbeit in dem Projekt abgelegt.

2. Für die an Mathematik-Fortbildungsprojekten interessierten Institutionen sowie Kolleginnen und Kollegen aus allen Bundesländern enthält der Bericht zahlreiche Anregungen zur eigenen Organisation von CAS-Projekten mit Lehrern.

3. Für die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer stellt der Bericht eine Zusammenfassung wichtiger Teile ihrer Arbeit dar und verdeutlicht ihnen noch einmal den Nutzen ihrer Kooperation.

4. Eine kleine Methodik des CAS-Einsatzes: Der Bericht bringt für jede Mathematiklehrerin und jeden Mathematiklehrer an zahlreichen Stellen Anregungen für die Arbeit mit CAS im Unterricht durch:

- konkret beschriebene Stunden und Unterrichtsreihen,
- Klassenarbeiten, Arbeitsbögen und Hausarbeiten,
- diverse didaktisch-methodische Hinweise für den Computereinsatz,
- Argumentationshilfen für den Lehrer gegenüber Schülern, Eltern, Lehrern und gegenüber mit Fortbildung befassten Institutionen oder Verwaltungen, wenn es um den Computereinsatz im Mathematikunterricht geht.

5. Der Bericht zeigt, dass Computereinsatz im Mathematikunterricht nicht erst in der Sekundarstufe 2 sinnvoll ist. Auch der Unterricht in der Sekundarstufe 1 wird dadurch wesentlich gefördert.

6. Der Bericht belegt auch, dass die Erreichung der Ziele des bundesweiten SINUS-Modellversuchs durch Computereinsatz im Fach Mathematik wesentlich gefördert wird und keinesfalls eine Behinderung dieser Ziele bedeutet.

7. Der in dem CAS-Projekt eingesetzte Taschencomputer TI-92-Plus ist nur eine Variante des Computereinsatzes. Sie gewinnt ihre besondere Bedeutung dadurch, dass dieser Rechner auf Grund seiner geringen Größe für die Schüler an jedem Ort und zu jeder Zeit zur Verfügung stehen kann. Gelingt es, zusätzlich auch den Personalcomputer mit seinen vielen Möglichkeiten (spezielle Mathematik-Software, Internet, kleine Programme usw.) an passender Stelle in den Unterricht und die Hausarbeit einzubeziehen, so entsteht in Verbindung mit den diversen, insbesondere offenen Unterrichtsformen und unter Beachtung der anderen SINUS-Module ein für alle Schüler und Lehrer abwechslungsreicher und interessanter Mathematikunterricht, in dem sich die gesetzten Ziele leichter erreichen lassen.

Kapitel 1 enthält die Grundlagen und Voraussetzungen für das Berliner CAS-Projekt. Die beteiligten Schulen und Klassen werden kurz vorgestellt, Zielsetzungen und Projektsteuerung werden näher dargestellt. Dabei wird auch der inhaltliche Bezug zum SINUS-Modellversuch verdeutlicht.

Die Aktivitäten innerhalb des Projektablauf werden in Kapitel 2 in übersichtlichen Tabellen zusammengefasst. Diese zeigen u.a. die Intensität der Arbeit. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Kommunikation aller Beteiligten untereinander sowie das Bemühen um Kooperation und Koordination an den einzelnen Stationen.

Die gemeinsame Basis in der Projektarbeit beruht zu einem großen Teil auf den diversen Workshops über die in Kapitel 3 unter verschiedenen Aspekten berichtet wird.

Kapitel 4 gibt dann intensive Einblicke in die Unterrichtsarbeit in Klasse 9 und Klasse 8. Hierzu werden Dokumente verschiedener Art zu ausgewählte Unterrichtsreihen genauer dargestellt. Schwerpunkte sind Klassenarbeiten, Arbeitsbögen und Hausarbeiten.

Eine wichtige Rolle innerhalb des Projektablaufs spielen die Umfragen bei Schülern und Lehrer in Kapitel 5, die Rückmeldungen zur CAS-Arbeit geben und die weitere Planung beeinflussen.

Umfangreiche Auswertungen und Empfehlungen für die praktische Arbeit mit Computern im Mathematikunterricht findet der Leser in Kapitel 6.

Im Rahmen der Arbeit am Berliner CAS-Projekt entstanden zahlreiche unterrichtspraktische Dokumente, die in dieser Evaluation nur zu einem Teil abgedruckt werden können. Es ist geplant, eine umfangreiche Materialsammlung zusammenzustellen.

Arbeitstitel: Unterrichtsmaterialien zum Einsatz von CAS in den Klassenstufen 8 und 9.

Ich beende diese Einführung mit einem besonderen Dank an die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer, die das Projekt mit viel fachlichem Können, Engagement und hohem Zeitaufwand ohne jede Ermäßigungsstunde getragen haben und nun wesentliche Ergebnisse vorstellen können. Mein Dank gilt auch den das Projekt unterstützenden Institutionen und Personen, die an anderer Stelle gewürdigt werden, siehe oben.

Eberhard Lehmann, Projektleiter

Berlin, im August 2002

1. Das Berliner CAS-Projekt

in der Sekundarstufe 1

17 Lehrerinnen und Lehrer

5 Schulen

13 Klassen 9 und 3 Klassen 8

450 Schülerinnen und Schüler
arbeiten mit dem
Taschencomputer TI-92-Plus

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear	a-z...
■ mm	$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \end{bmatrix}$				
■ rref(mm)	$\begin{bmatrix} 1. & 0. & \frac{-(a_{12} \cdot b_2 - a_{22} \cdot b_1)}{a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}} \\ 0. & 1. & \frac{a_{11} \cdot b_2 - a_{21} \cdot b_1}{a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}} \end{bmatrix}$				
MAIN	RAD APPROX	FUNC 2/30			

2001 - 2002

1.1 Konzeptionelle Vorüberlegungen

Aufgrund der zunehmenden Relevanz und auch Akzeptanz neuer Medien in der Schule und der langjährigen Erfahrungen des Projektleiters zum Mathematikunterricht mit Computereinsatz in allen Klassenstufen 7 bis 13, war es naheliegend, auch in Berlin ein diesbezügliches Unterrichtsprojekt zu beantragen. Im Mittelpunkt sollte der Unterricht mit Computeralgebrasystemen (CAS) stehen. Hierfür wurden aus unten genannten Gründen Taschencomputer TI-92-Plus der Firma Texas Instruments ausgewählt. Das CAS dieser Geräte entspricht weitgehend dem auf Personalcomputern häufiger verwendeten CAS „DERIVE“. Damit sind viele der fachlichen und unterrichtlichen Ergebnisse auf PC's übertragbar und auch der umgekehrte Weg kann beschritten werden.

Bereits 1999 wurden die ersten Projektanträge eingereicht, doch gelang es erst im Frühjahr 2001, die benötigten Mittel bereitzustellen. Das Landeschulamt Berlin (CidS-Koordinierungsstelle für Bildung und Informationstechnologie (KorBIT)) stellte für das Projekt für fünf Schulen (3 Gymnasien, 2 Gesamtschulen) je 100 Taschencomputer TI-92-Plus nebst einigen View-Screens zur Vergrößerung der Computeranzeigen zur Verfügung. Für die Sekundarstufe 2 liegen bereits viele dokumentierte Ergebnisse der Unterrichtsarbeit mit CAS vor, so dass der Projektansatz auf den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe 1 zielte. Vier Schulen entschieden sich, die Rechner in allen ihren neunten Klassen einzusetzen. Alle Schüler haben den Rechner auch zu Hause zur Verfügung. Eine Gesamtschule führt den Unterricht mit CAS in achten Klassen durch, der Rechner verbleibt dort in der Schule.

Nach anfangs zögerlicher Haltung der Leitung des Sinus-Projekts beim IPN Kiel, gelang es, das Berliner CAS-Projekt teilweise in das Berliner Sinus-Projekt zu integrieren, so dass auch Sinus-Projektmittel für die Finanzierung des CAS-Projekts verwendet werden konnten.

Warum Taschencomputer?

Die Wahl des Taschencomputers TI-92-Plus für das Berliner CAS-Projekt in der Sekundarstufe 1 hat verschiedene Gründe:

- Die Klagen von Mathematiklehrern über die unzureichenden Zugangsmöglichkeiten zu den Computern an ihrer Schule sind bekannt. Informatikunterricht hat hier stets den Vorrang, zudem gibt es so viel Mathematikunterricht in den verschiedenen Klassenstufen, dass ein problemloser, ggf. sogar ständiger Zugang zu den Computerräumen – diese sind für Klassen mit vielen Schülern häufig auch zu klein – nicht möglich ist.
- In dieser Situation kommen Taschencomputer gerade recht. Diese können auf Grund ihrer geringen Größe (TI-92-Plus: Grundfläche hat etwa die Größe einer halben din-a4-Seite, die Höhe beträgt etwa 2cm bis 3cm) und relativ geringen Gewichts an jedem Ort und zu jeder Zeit eingesetzt werden – auch bei der Hausarbeit. Die Auswahl derartiger Rechner mit Computeralgebrasystem (CAS) ist allerdings gering. Zum Zeitpunkt des Projektbeginns kam nur der TI-92-Plus der Firma Texas Instruments in Frage, siehe Abbildung 1.1.
- Für dieses Gerät sprechen auch noch folgende Gründe:
Das CAS des TI-92 ist dem auf Personalcomputern weit verbreiteten System DERIVE sehr ähnlich, so dass Übertragungen von Problemlösungen zwischen den Systemen leicht möglich sind.

- Einige Kollegen haben bereits Erfahrung im Umgang mit DERIVE und anderer mathematischer PC-Software, aber auch mit dem TI-92.



Abb.1.1a: Taschencomputer TI-92 (die Oberfläche des TI-92-Plus sieht genauso aus)

- Schließlich ist zu bedenken, dass es grundsätzlich nicht gelingen kann, für jede Mathematikklasse oder für jeden Mathematikurs zu jeder gewünschten Zeit einen PC-Raum zu Verfügung zu stellen. Auch ist jede Voranmeldung Tage vor dem eigentlichen Termin wenig sinnvoll. Computer für den Mathematikunterricht müssen jederzeit und an jedem Ort zur Verfügung stehen. Das ist nur mit leicht transportierbaren, netzunabhängigen Geräten, wie zur Zeit Taschencomputern, möglich.

(1) Modell für eine erste Ausstattungsaktion mit dem TI-92

Für einen ersten Durchgang mit der neuen Technik sollten ca. 6 Schulen vorgesehen werden, wegen der speziellen Thematik zunächst Gymnasien oder Gesamtschulen – hier jedoch nur F- oder auch noch E-Züge). Bevorzugt werden Schulen aus dem SINUS-Projekt, falls sie die im folgenden genannten Kriterien erfüllen. Die Anzahl der Schulen darf nicht zu groß sein, um eine angemessene Betreuung (siehe unten) zu ermöglichen.

Die beteiligten Schules erhalten

- für jede Schülerin/jeden Schüler der ausgewählten Klassen oder Kursgruppen einen Taschencomputer TI-92 mit dem DERIVE-ähnlichen CAS,
- für jede Lerngruppe ein VHS-Screen zur Projektion von Bildschirmen des Taschencomputers,
- ein Graph-Link-Programm zur Übertragung von TI-92-Bildschirm-Dateien auf einen PC zwecks Dokumentation von Ergebnissen, z.B. in einem Textverarbeitungsprogramm,
- ausgewählte Literatur zum CAS-Einsatz und zum TI-92.

Die Mathematik-Fachbereiche der ausgewählten Schulen sollen folgende Kriterien erfüllen:

- Engagement insbesondere der ausgewählten Lehrer, aber auch des ganzen Fachbereichs für einen modernen Mathematikunterricht mit dem Willen zur Erprobung eines sinnvollen CAS-

Einsatzes und der daraus erwachsenen kurz- und langfristigen Folgen u.a. für die Unterrichts- und Aufgabekultur. Es muss ein verantwortlicher Leiter aus den Teilnehmern des Versuchs benannt werden.

- Einsatz des CAS in allen Klassen einer Klassenstufe (Gesamtschulen nur F- und E-Züge), z.B. in den Klassen 9. Eine Weiterführung des Ansatzes in den folgenden Klassenstufen muss gewährleistet sein. Als früheste Einsatzmöglichkeit von CAS wird die Klassenstufe 8 betrachtet. Hinweis: Eine inzwischen überholte Ansicht! Auch ein früherer Einsatz ist möglich.
- Auch Klassenarbeiten/Kursarbeiten/Klausuren sollen anteilmäßig mit CAS durchgeführt werden. Dabei soll auch mit bedacht werden, CAS später bei der Abiturklausur einzusetzen.
- Die Start-Klassenstufe wird von der Schule vorgeschlagen und gemeinsam mit dem Projekt-Manager beschlossen.
- Teilnahme an ggf. auch ganztägigen Fortbildungsveranstaltungen „Einsatz von CAS in einem modernen Mathematikunterricht“.
- Grobe Festlegung der CAS-Unterrichtskonzeption in Gesprächen zwischen den teilnehmenden Lehrern und dem Projektmanager.
- Ausgewählte konkret durchgeführte Unterrichtsreihen mit CAS-Einsatz sollen von den unterrichteten Lehrern in geeigneten Teilen dokumentiert werden.
- Bei Ausstieg aus dem Projekt innerhalb der ersten zwei Jahre sind die Taschencomputer zurückzugeben.

(2) Warum Projektdurchführung in der Sekundarstufe 1 (Klassen 9 und 8)

Fast alle Schulen haben sich für eine Projektdurchführung in der gleichen Klassenstufe (9) entschieden. Die von der Carl-von-Ossietzki-Schule aus organisatorischen Gründen bevorzugte Klassenstufe 8 (die am Projekt interessierten Kollegen unterrichteten in dieser Klassenstufe) liegt inhaltlich und unterrichtsmethodisch in der Nähe der Stufe 9 und konnte daher die Sichtweisen noch ergänzen. Insgesamt konnte so der Arbeitsaufwand für alle Beteiligten recht ökonomisch gestaltet werden. Auch die Ergebnisse werden durch diese Ansätze gut vergleichbar.

Die Erprobung des Computereinsatzes in der Sekundarstufe 1 ist zweifellos von besonderem Interesse, weil eben dort die mathematischen Grundlagen für die Oberstufe gelegt werden und damit die brennende Frage nach den heute noch zu fordernden handwerklichen Rechen- und Zeichenfertigkeiten besonders relevant ist.

(3) Zur Lehrerfortbildung

Hauptthema der Fortbildung ist der Einsatz von CAS unter den oben genannten Aspekten. Die Veranstaltungen werden in Form von Workshops organisiert. Da die Firma Texas Instruments für jeden Teilnehmer während eines Workshops einen Taschencomputer TI-92 zu Verfügung stellt bzw. die Rechner bereits an der Schule vorhanden sind, können die neuen Ansätze frühzeitig praktisch erprobt und diskutiert werden. Es wird sich dabei also um keinen Computer-

Bedienkurs handeln, vielmehr werden der mögliche neuartige Unterricht und seine Unterstützung durch CAS im Mittelpunkt stehen.

Vor dem eigentlichen Projektbeginn sollen zwei ganztägige Fortbildungsveranstaltungen (jeweils ein Tag) in Form von Workshops stattfinden.

- 1) In der ersten Veranstaltung werden die Grundlagen für einen sinnvollen CAS-Einsatz gelegt und mindestens eine zum BLK-Sinus-Versuch passende Unterrichtseinheit erarbeitet. Ein weiteres Thema ist der Entwurf von Klassenarbeiten unter Berücksichtigung von CAS-Einsatz.
- 2) Die zweite vertiefende Veranstaltung hat die ähnliche Zielsetzungen, darüber hinaus können nun bereits erste Erfahrungen eingebracht werden.

Ort: An einer „CAS-Schulen“ oder nach anderer Vereinbarung.

(3) Zur laufenden Betreuung und Kommunikation innerhalb des CAS-Projekts

- In regelmäßigen Abständen (von ca. 1/4 Jahr) finden informelle und konzeptionelle Gespräche zwischen den unterrichtenden Lehrern und dem Projektleiter statt. Der Projektleiter besucht gelegentlich Unterricht mit CAS-Einsatz oder zeigt selbst derartigen Unterricht.
- Nach einem halben Jahr findet eine Fachbereichs-Tagung für die beteiligten Schulen statt, in der u.a. Unterrichtseinheiten mit CAS vorgestellt und diskutiert werden - nach einem Jahr folgt eine weitere Tagung der ausgewählten Lehrer aller beteiligten Schulen.
- Der jeweils verantwortliche Leiter sorgt dafür, dass zwischen den beteiligten Lehrern regelmäßige Absprachen (z.B. gemeinsame Planung) und Erfahrungsberichte erfolgen. Die vorliegenden Ergebnisse werden in sinnvollen Abständen auch dem gesamten Fachbereich vorgelegt und diskutiert.

(4) Ausblick

Nach ca. einem Jahr können kompetente Lehrer aus dem laufenden Projekt nach einer Schulung zur Leitung von Workshops mit CAS-Einsatz zur Betreuung anderer Schulen innerhalb einer eventuellen zweiten Ausstattungsrunde herangezogen werden.

CAS- Projektergebnisse können ggf. im Internet (etwa im Rahmen des BLK-Modellversuches) veröffentlicht werden.

Projektleitung

Das Projekt sollte von Anfang an möglichst eng am tatsächlichen Unterricht orientiert sein. Da die beteiligten Kollegen keinerlei Unterrichtsermächtigung erhalten konnten, ging es für die Projektleitung darum, Hilfestellungen verschiedener Art durchzuführen und anzubieten, um das notwendige Engagement der Kollegen nicht überzustrapazieren. Die Voraussetzungen für eine intensive Betreuung durch den Projektleiter waren aus verschiedenen Gründen günstig.

- Vorliegen langjähriger Erfahrungen im Mathematikunterricht mit Computereinsatz in verschiedenen Klassenstufen bis hin zum Abitur unter Verwendung unterschiedlicher Hardware und diverser Softwareprodukte,
 - Kenntnis einschlägiger didaktisch-methodischer Grundsätze aufgrund langjähriger Tätigkeit als Seminarleiter für Mathematik und Informatik,
 - zahlreiche einschlägige Veröffentlichungen,
- freie Zeitplanung für die unterschiedlichen Aufgaben eines Projektleiters.

CAS-Projekt-Berlin-Sekundarstufe 1 (Überblick)

5 Schulen - 13 Klassen 9 - 3 Klassen 8 - 16 LehrerInnen
 Beginn September 2001, Ende Juli 2002
 alle Schüler haben ständig einen TI-92-Plus

insgesamt 5*100 TI-92-Plus, 10 View-Screen

Workshops, Planung

Weiterbildung:

- TI-92-Plus
- Neue Aufgabenkultur, Neue Unterrichtskultur
- Arbeitsbögen, Klausuren, Hausaufgaben
- Umsetzung im Unterricht
- Erfahrungsberichte, gemeinsame Planungen

Informationsaustausch u.a. per E-Mail

Informationen, Beratungen, Material-
versand, Materialempfang

Besuche an den Projektschulen

Beratung, Hilfestellung
 Unterrichtsbesuch, Besprechung
 Information von Eltern und Schülern

Dokumentation

- Unterrichts-Formblatt (Überblick)
- Arbeitsbögen
- Klassenarbeiten
- Hausaufgaben
- Befragungsergebnisse

Evaluation

- Organisationsstruktur
- Projektablauf, Ergebnissicherung
- Informelle Befragungen (Lehrer, Schüler)
- Materialsammlung
- Veröffentlichungen

Abb.1.1b: Aktivitäten / Finanzierung im Berliner CAS-Projekt / TI-92-Plus

Legende



Finanzierung durch LSA Berlin
 CidS-Koordinierungsstelle für Bildung
 und Informationstechnologie (KorBIT)



Finanzierung durch IPN-Kiel,
 SINUS-Projekt



Finanzierung durch
 LISUM, Berliner Landesin-
 stitut für Schule und Medien

Unterstützung durch: Texas-Instruments (Druck, Literatur), Schroedel-Verlag (Literatur),
 T-Cube ZKL-Münster (Workshops)

1.2 Zielsetzungen

Die Zielsetzungen eines Projekts müssen sich an verschiedenen Aspekten orientieren. Vor allem muss vermieden werden, unerfüllbare Versprechungen zu formulieren, wie es leider häufig der Fall ist. Im vorliegenden Fall gilt es, zu beachten:

Orientierung an

- den vorhandenen organisatorischen Gegebenheiten in den Schulen und Klassen,
- den Vorkenntnissen der unterrichtenden Lehrer,
- den Vorkenntnissen der Schüler,
- den Möglichkeiten der Projektleitung,
- bereits vorliegenden Konzepten und Ergebnissen der Arbeit mit CAS.

Die wichtigsten Ziele

- 1) Vermittlung bzw. Steigerung von Lehrenden-Kompetenzen zum sinnvollen Computereinsatz im Mathematikunterricht (insbesondere in didaktisch-methodischen Fragen). Dabei durchgehende Beachtung passender Module des SINUS-Modellversuchs.
- 2) Erprobung bereits vorliegender Unterrichtskonzepte zum Einsatz von CAS (Literatur).
- 3) Entwurf, Test und Fixierung von Unterricht mit CAS unter deutlicher Berücksichtigung der CAS-relevanten Fragestellungen.
- 4) Besondere Schwerpunkte der Zielsetzung (und der Ergebnisdokumentation) sind:
 - a) Konzeption zeitgemäßer Klassenarbeiten, in denen auch CAS berücksichtigt werden (Entwurf, Test, Bewertung),
 - b) Entwurf und Erprobung zeitgemäßer Arbeitsbögen mit CAS,
 - c) Erstellung und Test von Hausaufgaben mit CAS.
- 5) Untersuchung der Auswirkungen eines dauerhaften Einsatzes von CAS über verschiedene Zeiträume.
- 6) Koordinierende Maßnahmen im Fachbereich bei CAS-Einsatz, z.B: in einer Klassenstufe.
- 7) Feststellen von kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen auf das Mathematiklernen der Schüler/innen.
- 8) Feststellen von notwendigen Änderungen des Lehrplans und Empfehlungen für die Konzeption eines zeitgemäßen M-Lehrplans für ausgewählte Unterrichtsthemen.
- 9) Grenzen des CAS-Einsatzes ermitteln. Es kommt auf die richtige Mischung von *Unterricht mit CAS* und *Unterricht ohne CAS* an!

Schwerpunkte

10) Ermitteln von Einstellungen von Schülern und Lehrern zum Taschencomputereinsatz im Mathematikunterricht.

1.3 Projektsteuerung

Als Instrumente der Projektsteuerung waren vorgesehen – und haben sich inzwischen bewährt:

1. Vorbesprechung des Projekts mit der Steuerungsgruppe. Diese besteht aus je einem für jede Schule verantwortlichen Lehrer und dem Projektleiter. Weitere Vorbesprechungen im Projektverlauf.
2. Vorstellung des Projekts durch den Projektleiter im Mathematik-Fachbereich jeder Schule unter Anwesenheit des Schulleiters und eines Elternvertreters.
3. Workshops mit verschiedenen Zielsetzungen. Protokolle durch den Projektleiter.
4. Besuche des Projektleiters an den Projektschulen mit Unterrichtsbesuch, Beratung der Kollegen.
5. Empfang und Versendung von Material und Informationen über E-Mail.
6. Gelegentlicher Demonstrationsunterricht durch den Projektleiter in den beteiligten Klassen.
7. Vorlegen von Stundenentwürfen durch den Projektleiter zu besonders „brisanten“ Themen.
8. Gemeinsamer Besuch relevanter Tagungen.

Über Einzelheiten und Erfahrungen zu diesen Elementen der Projektsteuerung wird später an verschiedenen Stellen berichtet.

Koordinierungsmaßnahmen

Zur Erreichung der Projektziele (siehe oben) sind u. a. folgende Koordinierungsmaßnahmen geplant bzw. durchgeführt worden:

- a) Grundlegende Unterweisung im Gebrauch des verwendeten Taschencomputers TI-92-Plus im Unterricht unter sofortiger Berücksichtigung didaktisch-methodischer Fragen.
Zielgruppe: Alle beteiligten Personen (bei wenigen Teilnehmern liegen größere Vorerfahrungen vor, die hier eingebunden werden).
- b) Erläuterung des Vorhabens im M-Fachbereich der jeweiligen Schule, um breitere Akzeptanz zu erlangen.
Zielgruppe: M-Fachbereich der Schule
- c) Festlegung der involvierten Klassen unter besonderer Berücksichtigung des Aspekts der Koordinierung: Zusammenarbeit, ähnliche Unterrichtssequenzen, gleiche Klassenarbeiten, gleiche Bewertungskriterien usw.
Zielgruppe: Alle beteiligten Lehrer/innen der jeweiligen Schule.
- d) Intensive didaktisch-methodische Begleitung der jeweiligen Schule durch den Projektleiter: Beratung in gemeinsamen Gesprächen, Unterrichtsbesuch, gemeinsame Erarbeitung von Unterrichtssequenzen und Klassenarbeiten usw.
Zielgruppe: Alle beteiligten Lehrer/innen der jeweiligen Schule.
- e) Erprobung bereits vorliegenden Unterrichtsmaterials.
Zielgruppe: Alle beteiligten Lehrer/innen der jeweiligen Schule.

f) Regelmäßige gemeinsame Sitzungen: Workshops

- zur jeweiligen Bestandsaufnahme, Berichte, Vorstellen von Ergebnissen,
- zur Verwendung des CAS in den relevanten Unterrichtseinheiten,
- für gemeinsame Planungen des folgenden Unterrichts
(Inhalte, Klassenarbeiten, Arbeitsbögen, Hausarbeiten usw.)

Zielgruppe: Alle beteiligten Lehrer/innen.

g) Gelegentliche gemeinsame oder individuelle Fortbildungsmaßnahmen in direkter Reaktion auf die aktuellen Gegebenheiten.

Zielgruppe: Alle beteiligten Lehrer/innen oder Einzelne.

h) Alle Maßnahmen erfolgen insbesondere unter den folgenden Aspekten:

- offener Unterricht
- neue Aufgabenkultur, offene Aufgaben
- Arbeiten mit dem CAS (rechnen, zeichnen, experimentieren, vermuten, verifizieren, Ergebnisse dokumentieren und referieren) – aber nur dort, wo es sinnvoll ist!
-

Im Mittelpunkt der Auswertungen stehen

- die neu konzipierten Klassenarbeiten. In diesen spiegelt sich die Arbeit an den oben genannten Modulen in besonderem Maße wider. Sie reflektieren den Unterricht, sie zwingen neben den bewährten auch zu neuartigen Aufgabenstellungen, sie erfordern andersartige Bewertungsmethoden, sie lassen sich gut dokumentieren, sie führen zum Nachdenken über vergangenen und kommenden Unterricht,
- die benutzten Arbeitsmaterialien, wie z. B. Arbeitsbögen,
- gestellte Hausaufgaben,
- zwei Schülerumfragen und eine Lehrerumfrage.

Außerdem werden zahlreiche didaktisch-methodische Hinweise zum Unterricht mit Computern gegeben, so dass sich quasi eine kleine Methodik des Computereinsatzes zu ausgewählten Fragen ergibt.

i) Materialien, Informationen, Ergebnisse usw. werden möglichst elektronisch übermittelt und verbreitet.

1.4 Der inhaltliche Bezug des CAS-Projekts zum BLK- SINUS-Projekt – Module und Computereinsatz

Bei dem Berliner CAS-Projekt werden mehrere Module des SINUS-Modellversuches angesprochen, wobei die Module 1, 3, 10 und 11 in besonderem Maße berücksichtigt und dabei auch miteinander vernetzt werden.

Modul 1 Weiterentwicklung der Aufgabekultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht	Modul 2 Naturwissenschaftliches (u.a. experimentelles) Arbeiten	Modul 3 Aus Fehlern lernen
Modul 4 Sicherung von Basiswissen - verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus	Modul 5 Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen	Modul 6 Fächergrenzen erfahrbar machen: Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen
Modul 7 Förderung von Mädchen und Jungen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Aspekte durch CAS-Einsatz </div>	Modul 8 Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern
Modul 9 Verantwortung für das eigene Lernen stärken	Modul 10 Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs	Modul 11 Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards

Abb.1.4.a: Module im BLK-Modellversuch verknüpft mit CAS-Einsatz

Durch die Einrichtung des Berliner CAS-Projekts erhalten einige Schulen die Möglichkeit, ihre Ansätze aus dem SINUS-Modellversuch auf eine breitere, auch medienorientierte Basis zu stellen. Es ist bekannt, dass Rechneinsatz Schüler und Lehrer motiviert. Der Einsatz eines Personal- oder Taschencomputers erfordert vom Lehrer zwangsläufig einen anderen Unterricht, in dem beispielsweise offene Unterrichtsformen, die Untersuchung verschiedenartiger Aufgabenlösungen und Visualisierungen deutlich in den Vordergrund rücken. Damit werden wesentliche, in den Modulen von SINUS enthaltene Aspekte gefördert. Betrachten wir etwa Modul 10: „Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs.“ Durch die Möglichkeiten der Dokumentierung von Rechen- und Zeichenergebnissen schulischer oder häuslicher Arbeit am Rechner werden für den Lehrer Fortschritte in diesbezüglichen Schülerkompetenzen deutlich sichtbar. Auch andere Module werden überzeugend angesprochen. Mit Modul 3, „Aus Fehlern lernen“, sind die Schüler bei der Rechnerarbeit ständig konfrontiert: Schülereingaben führen möglicherweise zu unerwarteten oder falschen Ergebnissen. Überprüfungen werden nötig: War die Eingabe (syntaktisch) falsch? Handelt es sich um einen logischen Fehler?

SINUS-Modul	Förderung / Behinderung durch Computereinsatz
Modul 1: Weiterentwicklung der Aufgabenkultur	Die Möglichkeiten des Computereinsatzes führen zu diversen andersartigen Aufgabenformen, die häufig auf unterschiedliche Weise bearbeitet werden können (Lösungsvielfalt). Beleg sind u. a. die im Rahmen des Projekts erarbeiteten Klassenarbeiten, Arbeitsbögen und Hausarbeiten. Außerdem findet sich in der Fachliteratur eine Fülle von relevanter Aufgaben.
Modul 3: Aus Fehlern lernen	Dieses Modul wird durch Computereinsatz in besonderem Maße unterstützt. Die vom Schüler zu tätigen Rechneingaben können syntaktisch falsch sein oder auf semantischen Fehlüberlegungen beruhen (falscher oder sinnloser Ansatz). Im ersten Fall erhält der Schüler sofort die Rückmeldung vom Rechner, im zweiten Fall muss er das ausgegebene Ergebnis bewerten. In beiden Fällen sind ggf. neue Eingaben zu machen. Bei der Dokumentation seiner Arbeit wird er die Fehler am Rechner ignorieren. Die hier erwähnten Lernprozesse führen jedenfalls sofort zu Fehleranalysen und der Frage: „Wie geht es besser?“
Modul 10: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs	Schon die Beobachtung der Schülerarbeit am Rechner kann dem Lehrer deutliche Hinweise auf Kompetenzzuwachs geben. Auch der Schüler spürt bei seiner Rechnerarbeit jeden Zuwachs, z.B. an Bedienungskompetenz. Auch durch Schülerpräsentation schulischer (oder häuslicher) Arbeit erhält der Lehrer auf visuelle Weise einen schnellen Überblick über eventuellen Kompetenzzuwachs eines Schülers. Bei der häuslichen Arbeit am Rechner, einschließlich einer eventuellen Benutzung des Handbuches, werden Fortschritte für den Schüler durch sofortige Rückmeldungen auf dem Bildschirm schnell deutlich.

Abb. 1.4.b: Einige Module des SINUS-Modellversuchs und Computereinsatz

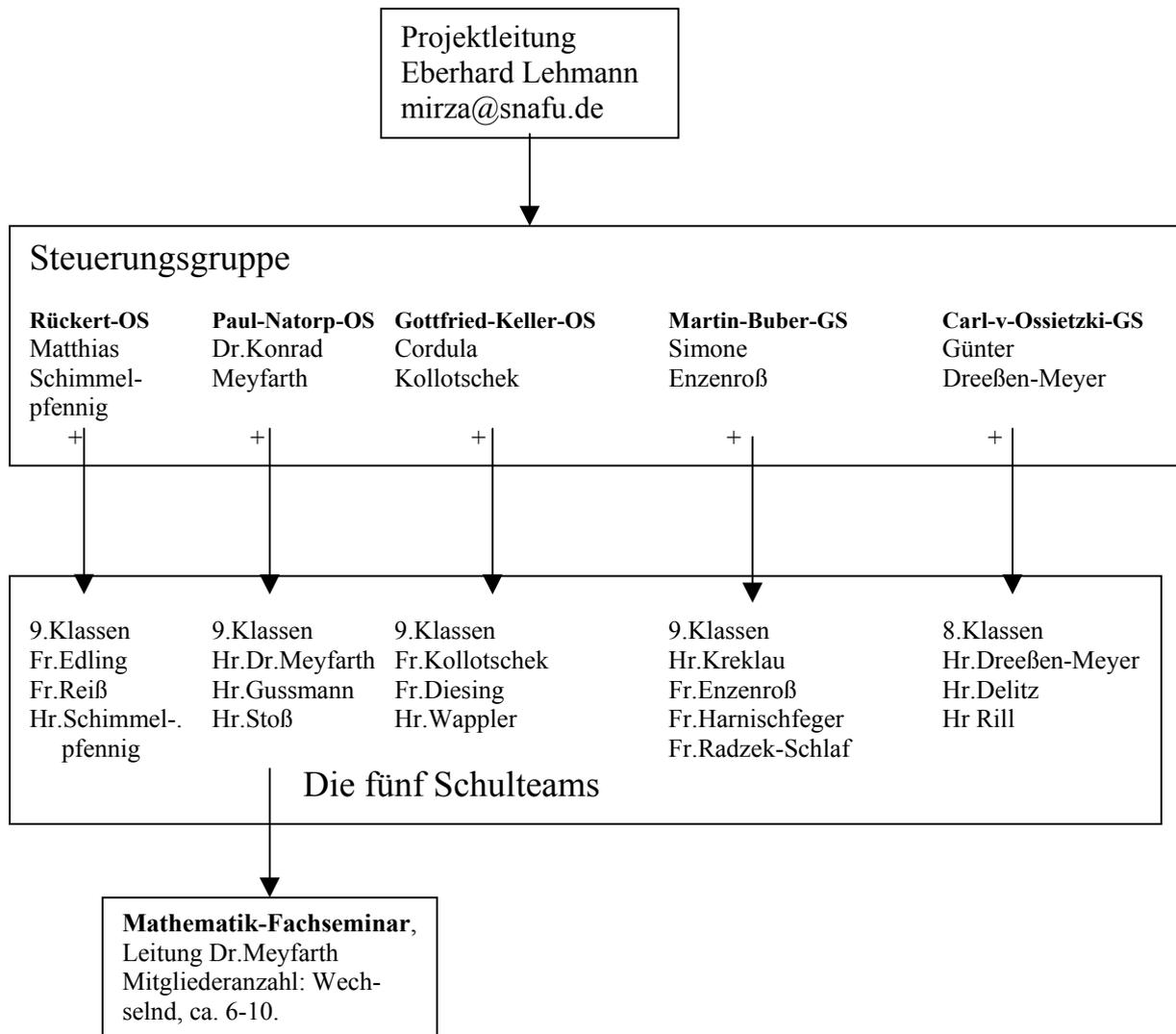
Insgesamt lässt sich die These formulieren:

Computereinsatz im Mathematikunterricht führt bei fast allen SINUS-Modulen zu direkt sichtbaren Rückmeldungen für die Schüler.

Zu dieser These werden später (Kapitel 6) nähere Erläuterungen gegeben.

1.5 Teilnehmende Schulen und Klassen, Mathematik-Fachseminar

Berliner CAS-Projekt / Sekundarstufe 1 – Projektorganisation



Einige Anmerkungen bezüglich der folgenden Informationen über die Schulen:

Die Hervorhebungen (fett, kursiv) wurden vom Projektleiter vorgenommen, weil sie das CAS-Projekt in engerem Sinn betreffen.

Kurzbeschreibung der einzelnen Schulen

Gottfried-Keller-Gymnasium
FB Mathematik
Projektgruppe TI-92-Plus

Das Gottfried-Keller-Gymnasium in Berlin-Charlottenburg hat ca. 650 Schüler und Schülerinnen. Im FB Mathematik unterrichten 11 Lehrkräfte. Ca. 1/3 unserer Schülerschaft ist nichtdeutscher Herkunftssprache, der Ausländeranteil ist leicht überdurchschnittlich für ein Gymnasium

in unserem Bezirk. Wir haben einen Computerraum mit 10 PCs für die Schüler und Schülerinnen und nehmen seit Schuljahrsbeginn 1998/ 99 am SINUS-Projekt als Setschule mit Beteiligung verschiedener Kollegen und Kolleginnen teil. Seit Schuljahrsbeginn 2001/2 sind wir mit drei 9.Klassen in einer Erprobung des unterrichtlichen Einsatzes des Taschencomputers TI 92-Plus.

Wir haben festgestellt, dass es für uns als Lehrkräfte nicht immer leicht ist, uns über unseren Unterricht auszutauschen. Wir sind es gewohnt, die Klassenraumtür hinter uns zuzumachen und dann alleine mit dem Unterrichtsthema vor den Schülern und Schülerinnen zu stehen. Die Frage nach der **inhaltlichen Motivation** des Unterrichtsinhalts und der **übergeordneten Zielsetzung** des Unterrichts stellt sich uns selten. Angeregt durch das SINUS-Projekt haben wir grundsätzliche Diskussionen über den Ziel und Zweck des Mathematikunterrichts geführt. Unsere Erwartungen an unseren Unterricht und an die Erfolge, die sich bei den Lernenden einstellen sollen, sind und waren sehr unterschiedlich.

Einen weiteren Schwerpunkt wollen wir bei der Verknüpfung verschiedener Sachgebiete und bei offenen Aufgabenstellungen setzen. Die Struktur der Rahmenpläne verleitet dazu eine strenge Trennung z.B. zwischen algebraischen und geometrischen Aufgaben und Lösungen vorzunehmen.

Da die Unterrichtseinheiten mit dem Anspruch der offenen Aufgabenstellung nicht detailliert planbar sind, stellt ihre Realisierung die Lehrkräfte vor neue Herausforderungen. Auch wir müssen uns öffnen und damit leben, dass nicht jede Stunde so abläuft wie von uns antizipiert. Aus unseren Erfahrungen heraus möchten wir Mut machen, sich auf dieses Experiment einzulassen, wenn auch nicht in jeder Stunde die Lernziele klar erfass- und überprüfbar sind. Eine Öffnung des Unterrichts, die auch teilweise eine neue Rollenverteilung zwischen Schülern und Lehrern bewirkt, ist vielleicht ein Weg zu einer neuen Auffassung von Mathematik und kann zum Abbau von Vorurteilen („Mathe habe ich noch nie verstanden“) dienen.

Die beteiligten Kollegen und Kolleginnen treffen sich regelmäßig zum Erfahrungsaustausch und zur gemeinsamen Unterrichtsplanung. Die Schülerschaft begrüßt mehrheitlich den Einsatz des TI, einige „beklagen“ aber, dass sie nun mehr tun müssten und intensiver gefordert wären. Das Sprechen über mathematische Prozesse ist mehr in den Mittelpunkt getreten, die Eigeninitiativen der Schüler und Schülerinnen sind verstärkt. Die „andere“ Form der Klassenarbeiten – mehr offene Aufgaben und begründende Kommentare – müssen noch mehr geübt werden.

C.Kollotschek, Fachbereichsleiterin
Februar 2002

Paul-Natorp-Gymnasium

Die Paul-Natorp-Oberschule ist ein Gymnasium im Bezirk Tempelhof-Schöneberg. Die Schüler werden in der 7. Klasse aufgenommen und können zwischen Latein und Französisch als zweiter Fremdsprache wählen, wobei Englisch in der Grundschule gelernt werden musste. Im Wahlpflichtbereich können die Schüler im sprachlichen Bereich außerdem noch Italienisch lernen; weiterhin sind Mathematik – Physik, Biologie – Chemie und Musik – Kunst in der 9. und 10. Klasse in diesen Kombinationen wählbar.

Die Paul-Natorp-Oberschule hat bisher kein spezielles Profil als Schwerpunkt festgelegt, sondern widmet sich der gesamten Bandbreite des Unterrichtsangebotes. Die meisten Schüler beabsichtigen, die Schule mit dem Abitur zu verlassen. Die Leistungskurse werden in Kooperation mit der

Rheingau-Oberschule angeboten und ermöglichen eine fast uneingeschränkte Auswahl für die Schüler.

Im Fach Mathematik werden in den ersten Schuljahren der Mittelstufe alle Schüler einer Klasse gemeinsam unterrichtet, um grundlegende Kenntnisse zu vermitteln und allen Schülern gleiche Chancen zu geben. Dabei ist der Unterricht in den Klassen 7 und 8 vierstündig, in den Klassen 9 und 10 dreistündig.

Da die PNS seit gut einem Jahr über zwei Räume mit Computern verfügt, konnten fast alle Schüler schon einige Stunden in Mathematik am PC arbeiten. Allerdings wird der neue PC-Raum auch von anderen Fachbereichen genutzt, steht also nur nach vorheriger Planung und Absprache für einzelne Unterrichtsstunden zur Verfügung. Der andere Computerraum wird weitgehend für Informatikunterricht belegt.

Die drei 9. Klassen der PNS sind am TI 92 – Projekt beteiligt, jeder Schüler hat seinen TI-92 in der Schule und zu Hause zur Verfügung.

Die Schüler stehen in Mehrheit positiv zum Einsatz des Rechners, da sie nach eigenen Aussagen von den vielfältigen Fähigkeiten des Rechners beeindruckt sind und erkennen, dass sie selbst zusätzliche Kompetenzen erwerben. Die Schüler finden die Präsentation am Display besonders hilfreich, weil sie auf diese Weise eindeutig nachvollziehen können, welche Lösungsschritte zum Erfolg führen. Allerdings gibt es einige Schüler die befürchten, dass sie weniger intensiv Mathematik lernen, weil sie zusätzlich die Bedienung des TI erlernen müssen. Andere Schüler wiederum geben zu erkennen, dass sie keinen großen Spaß am Arbeiten mit dem Rechner und dessen kleinem Bildschirm haben (*Anm.: hier wird die Lage nach ca. 5 Monaten des Projekts geschildert*).

Die drei Lehrer dieser Klassen hatten keine Erfahrung mit dem TI92 in Mathematik:

- Herr Dr. Meyfarth in der 9a, (komm. Fachbereichsleiter), (Math/Phy), zuvor nur geringe Erfahrung im Einsatz von Geometrieprogrammen in der Mittelstufe,
- Herr Stoß in der 9b, (Math/Phy/Inf), DERIVE und EXCEL,
- Herr Gussmann in der 9c, (Päd. Koord.), (Math/Phy/Inf), zuvor Einsatz von DERIVE im LK und Profil-Kurs Mathematik, außerdem im Wpfl. 9. Kl mit EXCEL.

Seit Beginn dieses Schuljahres und des Projektes haben die drei Kollegen in enger Kooperation zusammen gearbeitet und den Unterricht geplant. Die beiden Klassenarbeiten des ersten Schulhalbjahres wurden gemeinsam erstellt und zum gleichen Zeitpunkt in allen drei Klassen geschrieben. Diese identischen Klassenarbeiten werden vorübergehend nicht beibehalten, weil unter den drei Klassen eine negative Konkurrenz entstanden ist.

Die Eltern der Schüler in diesen Klassen unterstützen in großer Mehrheit das Projekt und begrüßen die vorgesehene Fortführung in der 10. Klasse.

Dr. Konrad Meyfarth.
Februar 2002

Martin-Buber-Oberschule

- a) Zur Schule: Die Martin-Buber-OS ist eine Gesamtschule mit gymnasialer Oberstufe in Berlin-Spandau. Die Sekundarstufe I läuft 5-zügig, zur Zeit besuchen etwa 1050 SchülerInnen die Schule (incl. Sek II).
Weitere Informationen unter www.martin-buber-oberschule.de.

- b) Der Fachbereich Mathematik umfasst 22 LehrerInnen sowie 3 Referendare/innen. Seit 1999 arbeitet der Fachbereich aktiv am SINUS - Projekt der BLK mit, im damaligen Jahrgang 7 beginnend. Im Zentrum der Arbeit stehen seitdem: offene Aufgabenstellungen (Entwicklung der Aufgabenkultur), EVA (eigenverantwortliches Lernen), Fehlerarbeit (aus Fehlern lernen), vernetztes Wissen/Kumuliertes Lernen (Lernstränge statt isolierte Lerneinheiten).
Alle folgenden Jahrgänge nutzen die erstellten Materialien und entwickeln diese weiter! Somit sind zur Zeit 18 Kurse in den Jahrgängen 7 bis 9 beteiligt.
- c) Seit diesem Schuljahr setzen wir in 4 Kursen des 9. Jahrgangs den TI-92 ein. Die G-Kurse (entspricht etwa dem Hauptschulniveau) wurden nicht mit einbezogen. Alle Schüler und Schülerinnen des E- und F-Niveaus erhielten einen Rechner zur *ständigen* Verfügung, d.h. sie können also auch zu Hause mit ihm arbeiten! Somit ist eine umfassende Einbeziehung des TI möglich, auch in Hausaufgaben und Klassenarbeiten. Neben den offensichtlichen Vorzügen (Blick fürs Wesentliche geht nicht verloren, mehr Zeit zum Überlegen, weniger Verrechnereien, schnellere Funktionsgraphen, dadurch andere Möglichkeiten der Aufgabenstellung) zeigten sich im Lauf des Schuljahres in den E-Kursen (Realschulniveau) Probleme z.B. Überforderung bei der Arbeit mit Bausteinen. Für die Arbeit in den F-Kursen stellt der TI – Einsatz eine echte Bereicherung des Unterrichts dar.

Sabine Enzenroß
 Februar 2002

Carl-von-Ossietzki-Oberschule

a) Die Carl-von-Ossietzky-Oberschule ist eine Gesamtschule im Bezirk Kreuzberg. Der Struktur Kreuzbergs entsprechend hat die Schule einen hohen Anteil an Schülerinnen und Schülern nicht-deutscher Herkunftssprache. Ebenfalls stammen viele Kinder aus bildungsfernen Schichten, das bedeutet: Vorkenntnisse aus der Lebenswelt können selten produktiv von den Kindern im Unterricht eingebracht werden.

Bezogen auf die Grundschulempfehlung haben die meisten Schüler eine Realschulempfehlung, wenige Schüler haben eine für das Gymnasium, der Rest sind Hauptschüler. In den FE-Kursen sitzen meist Real- und Gymnasialschüler.

b) Die Fachbereichsarbeit an der Schule ist sehr geprägt durch das Jahrgangsprinzip. Fachliche Diskussionen und Austausch von Erfahrungen finden in der Mittelstufe, wenn überhaupt, meist nur in den Jahrgangslernzimmern statt. Austausch zwischen den Jahrgängen ist selten. Ebenfalls gibt es im Fach einen hohen Anteil an Kollegen, die Mathematik als Neigungsfach unterrichten.

Bedingt durch die Situation an den Grundschulen in Kreuzberg bringen die Schüler beim Übergang zur Oberschule wenig Fertigkeiten zum selbständigen Arbeiten mit. Sie können häufig die Aufgabenstellung nicht erschließen, sie können keine Lösungsstrategie entwickeln, bei offenen Aufgaben stehen sie ratlos vor der Problemstellung. Hinzu kommt eine mangelhaft vorhandene Arbeitsdisziplin, besonders bei längeren Arbeitsphasen, das Durchhaltevermögen ist gering ausgeprägt.

c) Durch das TI-92-Projekt hat sich die Situation im Fachbereich nicht geändert. Auch wenn alle Kollegen wissen, dass drei Kollegen mit dem Rechner arbeiten, ist bisher kein Interesse für die Arbeit zu erkennen. Das betrifft sowohl die Kollegen aus den anderen Jahrgängen, als auch die

Kollegen im eigenen 8. Jahrgang. Es wird kein Interesse gezeigt. Die angedachte Einbeziehung eines weiteren Jahrgangs (des jetzigen 7.) in das Projekt zum nächsten Schuljahr wird freiwillig (ohne Druck) nicht realisiert werden können. Interesse bei mir und beim Schulleiter ist allerdings vorhanden.

(1) Bei den Schülern meines Kurses ist festzustellen, dass das Interesse an dem Gerät und seinen Möglichkeiten weiterhin vorhanden ist. Sie kommen immer ohne Murren zur angesetzten Hausaufgabenstunde. Auch die Aussicht, im kommenden Jahr das Gerät mit nach Haus zu nehmen, spornt an. Die Fertigkeiten im Umgang mit dem Gerät werden sicherer und die Schüler lernen immer besser die verschiedenen Ebenen Home-Bereich, y-Editor, Window-Editor und auch Table zu benutzen. Ebenso bilden sich langsam Fertigkeiten zum Gestalten von Präsentationen während einer Gruppenarbeit heraus. Bei einer kurzen Sequenz zu Bewegungsaufgaben konnte ich das gut beobachten.

Schwierigkeiten entstehen in den Kursen immer beim Aufstieg von Schülern aus den G-Kursen zu Beginn eines Halbjahres. Diese Schüler müssen sowohl die andere Arbeitsweise im FE-Kurs bewältigen als auch schnell mit dem TI-92 vertraut werden, eine große Herausforderung.

(2) Es stellte sich heraus, dass der Kurs des Kollegen Rill schlecht zusammengesetzt war, sehr schwache Schüler bestimmten den Ton im Kurs durch ihre schlechte Arbeitshaltung. Der Unterricht musste immer auf der Ebene des Grundwissens stehenbleiben. Anwendungsorientierte Aufgaben überforderten die Schüler. Die Zusammensetzung hat sich zum Halbjahr gebessert, eine bessere Voraussetzung für die Arbeit mit dem TI-92.

(3) Die Schülerinnen und Schüler in den beiden Kursen des Kollegen Delitz waren sehr interessiert am Rechner. Sie haben selbständig den neuen Schülern die Arbeit mit dem Gerät erklärt. Wenn der Rechner eingesetzt wurde, dann konnten sie ihn erfolgreich benutzen, um die gestellten Aufgaben zu lösen. Der Einsatz der Rechner erfolgte bisher nur im Rahmen der vier Unterrichtsstunden, also nicht für Hausaufgaben.

Günter Dreeßen-Meyer
Februar 2002

Fachseminar Mathematik

Im Fachseminar Mathematik an der Paul-Natorp-Oberschule unter der Leitung von Dr. K. Meyfarth besteht zur Zeit aus 10 Referendaren, die in drei unterschiedlichen Phasen ihrer Ausbildung sind. Das Fachseminar gehört zum 6. Schulpraktischen Seminar Spandau.

Jeden Dienstag nehmen die Referendare am Unterricht der Klasse 9a der Paul-Natorp-Oberschule teil. Entweder unterrichtet der Seminarleiter Dr. Meyfarth oder einer der Referendare, wobei im Anschluss an die Stunde diese intensiv besprochen wird. Darüber hinaus werden allgemeine didaktische und methodische Themen des Mathematikunterrichts im Fachseminar behandelt.

Während ihres Studiums sind die Referendare mit Mathematikprogrammen nur marginal in Berührung gekommen. Da jeder Referendar zu Hause einen eigenen PC besitzt, werden fürs Seminar Informationen untereinander per e-mail ausgetauscht.

Jeder Referendar konnte im Rahmen des Seminars mit einem TI-92 der PNS ausgestattet werden. Dadurch sind alle in der Lage, bei den entsprechenden Einheiten selbstständig mitzuarbeiten und ihren Unterricht so zu planen, dass der TI-92 in ihrem Übungsunterricht in der Seminarklasse 9a eingesetzt werden kann.

Beim Thema „Stationenlernen mit dem Satz des Pythagoras“ wurden auch Einheiten für die Verwendung des Geometrieprogrammes Euklid-DynaGeo und des TI-92 von dem Seminar erarbeitet. An diesen beiden Beispielen konnten dann die Vorteile und Nachteile der Arbeit mit den Schülern im PC-Raum der Schule und im Klassenraum der 9a mit dem TI-92 besprochen werden. Dabei wurde festgestellt, dass die Arbeit mit Geometrieprogrammen am PC wegen des großen Bildschirms sinnvoller ist, dass aber für algebraische und graphische Betrachtungen der TI-92 von ausreichender Größe ist. Insbesondere wurde der Vorteil herausgestellt, dass der TI-92 jederzeit im Klassenraum verwendet werden kann und auch für die Hausaufgaben problemlos zur Verfügung steht.

An der Fortbildungsveranstaltung im Rahmen des SINUS-Projektes „Alternative Hausaufgaben – insbesondere unter Berücksichtigung des Einsatzes von Computeralgebrasystemen (TI-92) im Unterricht“ am 12. 2. 2002 haben alle Referendare des Mathematikseminars teilgenommen und dabei intensiv mitgearbeitet. Dies war natürlich auch dadurch motiviert, dass sie bei ihrem eigenen Übungsunterricht in der Seminarklasse von den Ergebnissen profitieren werden.

Als Konsequenz aus der Arbeit mit dem TI-92 im Fachseminar Mathematik hat sich ergeben, dass zwei Referendare das Ausleihverfahren von TI für vier Wochen für ihre Schulen in Anspruch genommen haben. Herr Schacher hat den TI92 in der 8. Klasse der Freiherr-vom-Stein – Oberschule für die Einheit über *Lineare Gleichungen* eingesetzt, aus der sich seine Staatsexamensarbeit ergeben wird. Herr Zimmerchied verwendet den TI-92 in der 11. Klasse bei der *graphischen Darstellung von Funktionen*. In beiden Fällen hat sich gezeigt, dass nicht nur die Schüler zusätzliche Kompetenzen erworben haben, sondern dass auch die Kollegen und die Schulleitungen auf diese CAS-Rechner aufmerksam gemacht wurden.

Dr.Konrad Meyfarth
Februar 2002

Liste der am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer

Name	Tätigkeit	Die unterrichtete Klasse
Martin-Buber-Gesamtschule (9.Klassen, unterschiedliche Niveaustufen, FEGA-System)		
Johanna Harnischfeger Klasse 9	Kommissarische Mathematik-Fachbereichsleiterin, Informatik-Fachleiterin. – Vor Beginn des Projekts habe ich in Mathe selten den Computer eingesetzt, ab und zu mal mit DERIVE Graphen zeichnen lassen. Der TI-92 war neu für mich.	Mein Kurs ist ein F-Kurs (höchste Stufe im FEGA-System), 9. Jahrgang, 33 Schüler und Schülerinnen. - Die Sch. hatten einjährige Erfahrung mit einem normalen Taschenrechner. Sie sind recht leistungsstark und sehen die Vorteile des TI-92 in der Zwischenzeit sehr klar: weniger Verrechnen, Bausteine, schnellere Graphen, schnell mal ein Beispiel rechnen, usw.
Lutz Kreklau Klasse 9	Viel Erfahrungen im PC-Einsatz im MU mit DERIVE-Klassen, Einsatz von DERIVE und EUKLID in Oberstufenkursen, aber auch in der SEK I (insbesondere in dem heutigen 9.Jg.). Der TI-92 wurde von mir vorher nicht benutzt. Ansonsten fühlt sich die Martin-Buber-Gesamtschule dem Methodentraining nach Klippert verpflichtet.	In dem heutigen 9. Jahrgang wurde der Computer ab dem 7. Jahrgang immer wieder eingesetzt. Eine Einheit zum Dreieck wurde im 7. Jg. vollständig mit Euklid durchgeführt. Außerdem beim Pascalschen Dreieck (Abschnitt: Binomische Formeln) mit einem Tabellenkalkulationsprogramm gearbeitet. Häufiger setzte ich die Animationen der "Bewegten Mathematik" im Unterricht ein. Am Ende der 8. Klasse haben die Schüler einen "verlinkten" Text zur Wiederholung von zwei Jahren Mathematikunterricht erstellt.
Simone Enzenroß	Bisher wurde von mir der TI oder ähnliches nicht im Mathe-Unt. eingesetzt, auch DE-	- Ich unterrichte einen E-Kurs (Realschul-Niveau) (seit der 8. Klasse)

	RIVE noch nicht (nur zu Hause), das Jahrgangsteam ist auch am SINUS-Projekt beteiligt	-Bisherige Erfahrungen: Schwache E-Kurs-Schüler haben erhebliche Probleme beim Rechner-Einsatz, stärkeren ist er meist willkommen. Vorteile werden als solche erkannt und genutzt (auch hier Grenzen).
Fr. Raczek-Schlaf		

Rückert-Oberschule (9.Klassen)

Carola Edling Klasse 9a	<p>Voraussetzungen des Lehrers:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweimal Besuche von Weiterbildungsveranstaltungen zur Arbeit mit dem TI-92 im Vorfeld des SINUS- Projektes - Einsatz des Funktionenplotters Plot 11 und von Derive zur Unterrichtsvorbereitung und im Unterricht. <p>Unabhängig von der Arbeit mit dem TI in Klasse 9, habe ich die Gelegenheit genutzt, den TI zur Optimierung und zur besseren Veranschaulichung von mathematischen Sachverhalten in Klasse 11 und im Grundkurs (1.und 2.Semester) einzusetzen. Dies wurde von den Schülern mit Begeisterung aufgenommen.</p>	<p>Voraussetzungen der Schüler:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeit mit Funktionplotter Plot 11 - die Arbeit mit den TI-92 ist neu. <p>Die Klasse ist im Leistungsbild durchschnittlich. Der TI-92 wird von ihnen angenommen als weiteres Unterrichtswerkzeug. Sie haben die Vorteile (schnelle Lösungsfindung; anschauliche Darstellung; Vereinfachung von Problemstellungen mit Hilfe von Bausteinen; Reduzierung des Rechenaufwandes usw.) erkannt. Aber ihnen ist auch bewußt geworden, dass die Bedienung des Rechners ein besseres Verständnis der inneren Struktur von Termen voraussetzt. Außerdem ist es notwendig, sich einige Befehle zur Bedienung des TI's einzuprägen.</p>
Angelika Reiß Klasse 9c	<p>Mitarbeit in der Mathematik-Fachbereichsleitung der Rückert-Oberschule. – SINUS-Modellversuch in Berlin: Leitung in Mathematik – LISUM (Berliner Fortbildungsinstitut): Leitung in M.</p> <p>Bemerkungen zum Rechnereinsatz vor dem CAS-Projekt: DERIVE-Einsatz: Sek I (ohne Klasse 7), Sek II (Klasse 12); TI-92-Einsatz: Schwerpunkt Klasse 11 und 12, gelegentlicher Einsatz in Klasse 6.</p>	<p>Die 9c ist eine relativ leistungsstarke (bilinguale) Klasse, die mit großem Interesse auf den Rechner reagiert hat. Auch „stille Mädchen“ haben sich schnell mit ihm angefreundet. Ist die Benutzung freigestellt, arbeiten etwa 2/3 lieber mit dem Rechner. Meines Erachtens sind die Schüler wenig gewohnt, Erklärungen auch selbst zu verbalisieren und zu notieren, so dass eine vernünftige Dokumentation ein hartes Stück Arbeit ist. Ich habe den Eindruck, dass der Rechner auch für andere Fächer genutzt wird - im Wahlpflichtfach Mathematik bei Hr.Delling auch. - Dass die Schüler gefragt wurden, wie sie die Arbeit mit dem Rechner finden (Umfrage), fand große positive Resonanz, wie ich den Lerntagebüchern entnehmen konnte.</p>
Matthias Schimmelpfennig Klasse 9b	<p>Mitarbeit im BLK-Projekt SINUS</p> <p>Rechnereinsatz vor dem TI-Projekt: DERIVE-Einsatz in Profil- und Leistungskursen Mathematik, gelegentlicher Einsatz (Visualisierung) in der Sekundarstufe I und in Grundkursen. Einsatz der Geometrie-Software GEONET in der fünften und sechsten Klasse.</p>	<p>Die Klasse 9b besteht aus 23 Schülern (14 Mädchen, 9 Jungen) und hatte schon vorher den TI-92 kennen gelernt. Größte Probleme bereitet der Umstand, alle TI-Ergebnisse zu protokollieren. Einige Schüler nutzen den TI nur für Standards, einige aber auch zur Programmierung von Bausteinen.</p>

Paul-Natorp-Oberschule (9.Klassen)

Walter Gussmann	<p>Mathe/Physik und Informatiklehrer; Pädagogischer Koordinator.</p> <p>Ich kenne den TI92 seit seiner Einführung und habe das Gerät privat regelmäßig benutzt. Im</p>	<p>Die Klasse 9c (28 SchülerInnen) habe ich mit Beginn des Projektes neu übernommen. Erfahrungen mit CAS hatte kein Schüler. Ein Taschenrechner wurde in Klasse 8 nicht einge-</p>
-----------------	--	--

	<p>Mathe-Unterricht kam er vor diesem Projekt nicht zum Einsatz (da nicht vorhanden) - wohl aber im Physikunterricht als gutes Messgerät. In meinen Mathe-Leistungskursen habe ich intensiv und regelmäßig mit Derive gearbeitet und dabei gute Erfahrungen gesammelt. Den Einsatz des TI-92 im Unterricht habe ich zudem über meine Tochter mitbekommen, die bei Herrn Lehmann im Leistungskurs war.</p> <p>Als Informatiklehrer benutze ich im Unterricht neben Pascal auch funktionale Sprachen, die mit ihrer Mächtigkeit und Eleganz überzeugend auch im Matheunterricht (LK) eingesetzt werden können.</p>	<p>führt. Nach anfänglichem "Murren" wurde der TI zunehmend als sinnvolles Arbeitsgerät eingesetzt, auch wenn noch nicht alle voll davon überzeugt sind.</p>
Dr. Konrad Meyfarth	Komm. Fachbereichsleiter M, Fächer Math / Phy, zuvor nur geringe Erfahrung im Einsatz von Geometrieprogrammen in der Mittelstufe, Fachseminarleiter Mathematik	Klasse 9a, auch Seminarklasse, so dass sie wechselnde Lehrpersonen erlebt.
Walter Stoß, Klasse 9b	Erfahrungen im PC - Einsatz in Informatik, Physik, besonders auch in Mathematik, z.B. Derive in der Sek II, Excel im Wahlfach Mathematik, DynaGeo in der 7./8. Klasse, Einsatz programmierbarer Sharp - Taschenrechner im Ph/Ma - Profilkurs. Zur Problemlösung verwende ich selbst den PC. Der TI-92+ wurde von mir vorher nicht benutzt.	Diese Klasse (31) habe ich zum Schuljahr übernommen. Das Leistungsvermögen ist eher durchschnittlich. Alle Schüler hatten einen TR Casio FX-85Wa erworben und im Unterricht verwendet. Gruppen- und Projektunterricht werden von den Schülern gern angenommen. Sie können am PC arbeiten (Physik - Projekte in 8 und 9).

Gottfried-Keller-Oberschule (9.Klassen)

Fr. Diesing Klasse 9	Pädagogische Koordinatorin, vor dem CAS-Projekt keine Unterrichtserfahrung mit Computer und TI	Alle drei 9.Klassen hatten keine Rechnererfahrung aus der Schule, viele Schüler haben private Computerkenntnisse, aber nicht mit CAS
Fr. Kollot-schek Klasse 9	Fachbereichsleiterin Mathematik, Erfahrung mit DERIVE im Unterricht vor allem Sek II, TI-92 neu	siehe oben
Hr. Wappler Klasse 9	Fachbereichsleiter Physik, vor dem CAS-Projekt keine Unterrichtserfahrung mit Computer und TI-92 im MU, Beteiligung am SINUS-Projekt im Fach Physik	siehe oben

Carl-von-Ossietzki-Gesamtschule (8. Jahrgangsstufe)

Hr. Delitz		
Günter Dreeßen-Meyer	<ul style="list-style-type: none"> Ich bin Fachbereichsleiter Mathematik für die Sekundarstufe II. Der TI-92 zusammen mit dem VIEW-Screen wurde als Medium bereits seit ca. 4 Jahren vor allem in der SEKII benutzt. DERIVE haben ich schon längere Zeit im Wahlpflichtkurs Mathematik in der 9. Und 10. Jahrgangsstufe eingesetzt. <p>Mein derzeitiger Leistungskurs benutzt DERIVE als Hilfsmittel. Die Schüler und Schülerinnen haben alle einen PC und DERIVE zuhause. DERIVE wird auch in der Klausur benutzt. Ebenso ist das Verwenden von DERIVE im Abitur im kommenden Schuljahr vorgesehen</p>	<p>Meine Mathematikgruppe im 8. Jahrgang hat im 7. Jahrgang PC-Erfahrung. Es wurden Unterrichtssequenzen mit CABRI durchgeführt. Die Schüler haben in 7 alle einen ITG-Unterricht gehabt.</p> <p>Nahezu die Hälfte der Schüler aus der Mathegruppe besuchen den Wahlpflichtkurs Mathematik / Informatik in 7 und 8. Dort haben sie gelernt, WEB-Seiten zu erstellen. Sie können das Programm DREAMweaver bedienen – wichtig für Präsentationen von Ergebnissen auch aus dem normalen Mathematikunterricht.</p>
Hr. Rill		

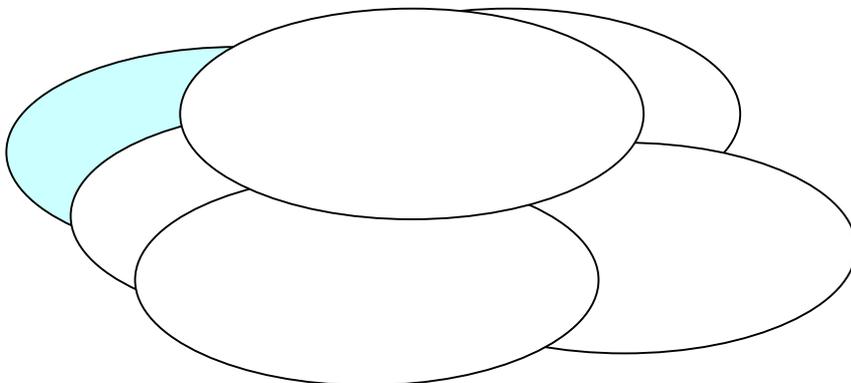
2. Der Projektablauf

Ablauf tabellen

Kommunikation

```
111111111111000011111111111100000000000011
00000001111111111111111100000010000000010
1011111111111111111111111111111100001111111
111111111100001111111111110000101010101111
```

Koordination und Kooperation



2.1 Ablauftabellen – alle Aktivitäten auf einen Blick

Die in Abbildung 2.1.a und 2.1.b folgenden Ablaufpläne listen die einzelnen Maßnahmen im Rahmen des Projekts übersichtlich auf. Dabei wird auch die intensive Begleitung durch den Projektleiter deutlich. Wie schon erwähnt, gehört diese zu den besonderen Kennzeichen des Berliner CAS-Projekts.

Zeit	Kommunikation	Schule 1 Martin-Buber	Schule 2 G.Keller	Schule 3 Rückert-OS	Schule 4 Paul Natorp	Schule 5 C v Ossietzki
------	---------------	--------------------------	----------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------

Neben einer Zeitleiste und dem Hinweis auf eine durchgehende Kommunikation über das Internet werden in den einzelnen Spalten zusammengestellt:

- Schulübergreifende Workshops und Fortbildungsveranstaltungen, (eine ausführliche Darstellung der Workshops folgt in Kapitel 3)
- Aktivitäten der Projektleitung in den einzelnen Schulen: Fachkonferenzen, Unterrichtsbesuche, Unterredungen, Unterricht des Projektleiters in Projektklassen,
- Aktivitäten der Projektleitung in dem beteiligten Mathematik-Fachseminar
- Aktivitäten der Projektleitung nach außen, im Land Berlin und über das Land hinaus, u.a. mit Informationen über die Projektgestaltung oder über einzelne Ergebnisse.

In den Überblickstabellen erkennt man u. a. die zentrale Stellung der Workshops. Besonders hingewiesen wird auch auf die an den einzelnen Schulen veranstalteten Mathematik-Fachbereichskonferenzen, in denen das Projekt vom Projektleiter vorgestellt und mit allen Lehrern des Fachbereichs diskutiert wurde. Außerdem waren die Schulleiter und die für die Mathematik-Fachkonferenz gewählten Elternvertreter anwesend. Damit wurde das Projekt über den engeren Rahmen der Mathematiklehrer hinaus bekannt gemacht. Interessanterweise haben die Elternvertreter die Mathematiklehrer teilweise zur Beteiligung am Projekt ermuntert. Zur weiteren Verbreitung des Projekts haben auch die Gespräche der Schüler mit anderen Schülern, Eltern und weiteren Personen beigetragen, siehe 2.Schülerumfrage.

Für einige der genannten Aktivitäten werden in diesem Kapitel Beispiele gegeben. Für ausführliche Darstellungen wird auf spätere Kapitel verwiesen. Dort findet sich eine umfangreiche Materialsammlung, in der diverse konkrete Dokumente niedergelegt sind, u. a. mit

- Anregungen zur Arbeit als Projektleiter,
- Anregungen zur Gestaltung von Workshops,
- fachlichen Hinweisen und Entwürfen.

Projekttablauf von März 2001 – Juli 2001 und September 2001 - Januar 2002

Zeit	Kommunikation	Schule 1 Martin-Buber	Schule 2 G.Keller	Schule 3 Rückert-OS	Schule 4 Paul Natorp	Schule 5 C v Ossietzki
März 2001		1.Sitzung der Steuerungsgruppe, 22.3.01, Projektkonzept				
Mai 2001	Laufender Informationsaustausch und Materialaustausch über E-Mail oder (selten) Telefon	Vorstellung des Konzepts in den 5 Mathe-Fachbereichen + Schulleiter				
Juni 2001		1.Workshop 18.6.01 Projektvorbereitung: TI-92-Grundlagen				
Juli 2001		Ende der Vorbereitungsphase				
Sept. 2001 <i>(eigentlicher Projektbeginn)</i>	17.-21.9.01 Weilburg, Fachleiter M, Lehmann: Vorstellung des Projekts	2.Workshop 25.9.01, Lineare Gleichungssysteme				
Oktober 2001				28.-30.9.01 Tagung über Medien in Dillingen		
		CAS-Gruppe in SINUS (bundesweit): 4./5.10.01: Diverse CAS-Informationen (einige Vertreter der 5 Schulen), Berliner CAS-Projekt vorgestellt				
		16.10.01 Unterricht v. Hr.Lehmann in Kl.9 von Hr.Krekla, Besuch bei Fr.Harnischfe ger		10.10.01 Besuch bei Fr.Edling		
				11.10.01 Vorstellung des CAS-Projekts in der GEV		
		Berliner SINUS-Tagung in Hubertusstock 22./23.10.01 Basiswissen (einige Vertreter der 5 Schulen)				
Nov. 2001	26/27.11.01 SINUS, in Ellwangen, Berliner CAS-Projekt vorgestellt	3 Workshop 6.11.01: Klassenarbeiten, Umfrage S1,UE „Reelle Zahlen“				
				19.12.01 Besuch bei Hr. Schimelpfenning, selbst unterrichtet	Seminar, Dr.Meyfarth, Lehrprobe einer Referendarin: Heron-Verfahren	14.11.01 Besuch bei Hr.Dreeßen-Meyer, Kl. 8
Dez. 2001		17.12.01 Besuch bei Fr. Kollotschek Wurzelgleichungen				
Januar 2002		4. Workshop 14.1.01: Reelle Zahlen (Bericht, Klassenarbeiten), Dokumentation, Hausaufgaben				

Abb. 2.1.a: CAS-Projekt-Ablaufabelle

Februar 2002	Laufender Informationsaustausch und Materialaustausch über E-Mail oder (selten) Telefon	11.2.01 Teilnahme einiger Projektteilnehmer am Workshop „Schulbuch im heutigen M-Unterricht“, u.a. „Schulbuch mit CAS“ (Ort: Ossietzki-GS)				
		5.Workshop 12.2.02 Workshop: „Hausarbeiten mit CAS“, Ort: Rückert-OS				
März 2002					19.2.02 Unterricht des Projektleiters im M-Seminar „Entfernungsmessungs-Baustein“	
		6.3.-8.3.02 CAS-Gruppe in SINUS (bundesweit): Diverse CAS-Informationen (einige Vertreter der 5 Schulen), u.a. Bewertung offener Aufgaben bei CAS, Ort: Bayreuth				
Projektleitung: Vorlegen des Zwischenberichts zur Evaluation des Berliner CAS-Projekts						
April 2002	2.-5.4.02, in Kloster Schöntal: CAS-Arbeitskreis Prof.Koepf, u.a. Berliner CAS-Projekt vorgestellt				15.3.02. Unterrichtsbesuch bei Fr.Reiß	20.3.02: Unterrichtsbesuch bei Hr.Delitz
		6 Workshop 10.4.02: u.a. „TI-92 bei der UE KREIS“, Berichte				
		22.4. /23.4. Hubertusstock, SINUS-Tagung: Vortrag und Workshop von LSchR. Heugl (Österreich): Leistungsbewertung Workshop Lehmann: Leistungsbewertung bei CAS-Einsatz (einige Vertreter der fünf Schulen)				
		21.6.02 Diskussionsrunde im Haus der Zukunft über CAS mit Univ.Professoren				
Juli. 2002		7. Workshop 2.7.02: Abschlussberichte, erste Auswertung				
Zeit	Kommunikation	Martin-B.	Gottfried-K.	Rückert-OS	Paul-N.	CvOssietz

Abb. 2.1.b: CAS-Projekt-Ablaufabelle 2, Projektablauf von Februar 2002 - Juli 2002

2.2 Kommunikation

Bei einem Projekt der hier beschriebenen Art beruht ein wesentlicher Teil der Arbeit und des Erfolgs auf einer guten Kommunikation zwischen den Teilnehmern und der Projektleitung. Abbildung 2.2.a zeigt die hier geplanten und dann auch praktizierten Kommunikationsformen.

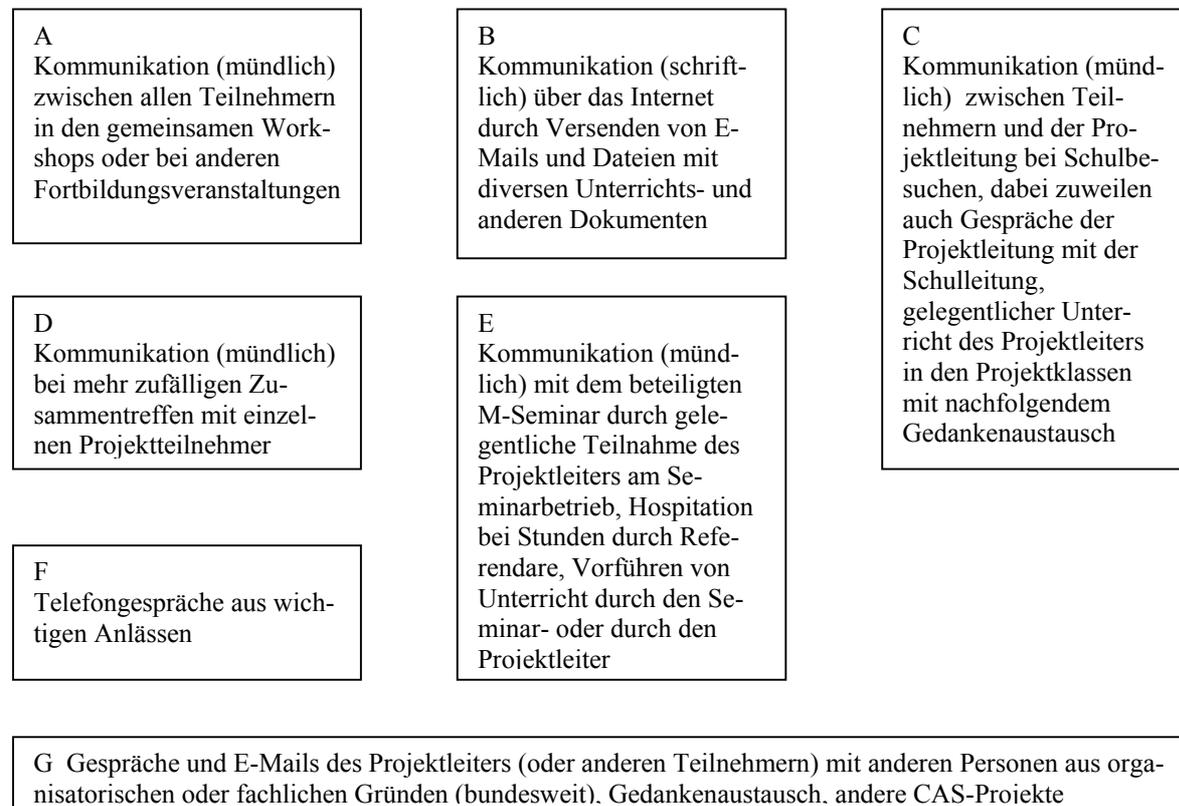


Abb. 2.2.a: Kommunikation im CAS-Projekt

Die Anzahl der an der Kommunikation beteiligten Personen schwankt je nach Art des Kommunikationsweges. Direkt am Projekt beteiligt sind 17 Personen (für die Schulen 4 x 3 und 1 x 4, Projektleiter). Das außerdem beteiligte Fachseminar hat etwa 8 Teilnehmer, gelegentlich kam ein weiteres Fachseminar dazu und zuweilen waren auch andere Personen aus den fünf Schulen anwesend.

Die Bedeutung einer funktionierenden Kommunikation zwischen den Teilnehmern kann nicht hoch genug eingeschätzt werden.

A Zu den Workshops

Besonders die Workshops (siehe A) führten zu intensiven Diskussionen über

- Entwürfe zu dem kommenden Unterricht,
- abgelaufenem Unterricht,
- Klassenarbeiten,
- didaktisch-methodischen Fragen des Computereinsatzes

Damit konnten die Kompetenzen der einzelnen Projektteilnehmer

- „Klippert-Spezialisten“,

- Mathematik-Fachseminarleiter mit besonderen Kompetenzen im didaktisch-methodischen Bereich,
- Mathematik-Fachbereichsleitung mit besonderen organisatorischen Vorkenntnissen,
- Projektleitung in Mathematik im SINUS-Modellversuch,
- weitere Erfahrungen aus dem SINUS-Projekt,
- schon vorhandene Erfahrungen im PC-Einsatz usw.

eingebraucht, nutzbar gemacht und über den Rahmen einer einzelnen Schule hinaus verbreitet werden.

Vorbereitung und Ablauf der einzelnen Workshops wird in Kapitel 3 ausführlich geschildert.

Projektdurchführung in der Klassenstufe 9

Dieser intensive Gedankenaustausch konnte auch deshalb so fruchtbar werden, weil sich fast alle Schulen für eine Projektdurchführung in der gleichen Klassenstufe (9) entschieden hatten. Die an einer Schule bevorzugte Klassenstufe 8 liegt inhaltlich und unterrichtsmethodisch in der Nähe der Stufe 9 und konnte daher die Sichtweisen noch ergänzen. Damit konnte der Arbeitsaufwand für alle Beteiligten recht ökonomisch gestaltet werden. Auch die Ergebnisse werden durch diese Ansätze gut vergleichbar.

Die Erprobung des Computereinsatzes in der Sekundarstufe 1 ist zweifellos von besonderem Interesse, weil eben dort die mathematischen Grundlagen für die Oberstufe gelegt werden und damit die brennende Frage nach den heute noch zu fordernden handwerklichen Rechen- und Zeichenfertigkeiten besonders relevant ist.

Man vergleiche hierzu auch den Aufsatz von Herget / Heugl / Kutzler / Lehmann in der Zeitschrift MNU, Heft 8, 2001: „Welche handwerklichen Rechenkompetenzen sind im CAS-Zeitalter unverzichtbar?“

B / C Kommunikationsbeispiele

Kommunikationsbeispiel 1

Wie erwähnt, wurden häufig Informationen über E-Mail ausgetauscht. Als erstes Beispiel hierfür wird ein Schriftverkehr dokumentiert:

Betreff: TI
 Datum: Wed, 5 Sep 2001 17:49:39 +0200
 Von: Lutz.Kreklau@t-online.de (Lutz Kreklau)
 An: "Eberhard Lehmann" <mirza@berlin.snafu.de>

Lieber Eberhard,
 wir haben uns gestern getroffen und über das Rechnerprotokoll diskutiert. Wir sind zu der Überzeugung gelangt, dass die Schüler alles notieren müssen, so dass wir mit Hilfe eines Rechners zu dem gleichen Ergebnis kommen wie sie. – Wie siehst du dies?

Mit freundlichen Grüßen, Lutz

Betreff: Re: TI
 Datum: Wed, 05 Sep 2001 20:56:02 +0200
 Von: Eberhard Lehmann <mirza@berlin.snafu.de>
 An: Lutz Kreklau <Lutz.Kreklau@t-online.de>

Lieber Lutz, danke für den Diskussionsbeitrag. Ich meine, die Schüler sollten soviel notieren, dass der Rechnerweg nachvollzogen werden kann. Das heißt, Irrwege kann er weglassen, falls der übrigbleibende Weg noch klar bleibt.

AMfG Eberhard

Kommunikationsbeispiel 2

Als zweites Beispiel dient eine Nachricht von Walter Gussmann an die Kollegen seiner Schule und den Projektleiter.

Betreff: Bericht LGS und Planung reelle Zahlen
 Datum: Fri, 02 Nov 2001 14:31:24 +0100
 Von: Walter Gussmann <wagu1@web.de>
 An: mirza@snafu.de, Konrad Meyfarth <KonradMeyfarth@gmx.de>, Walter Stoß <walter_stoss@web.de>

Lieber Herr Lehmann,
 ich hatte mir soviel für die Herbstferien vorgenommen - und nun sind sie schon wieder vorüber. Zumindest den Abschlussbericht über die UE "LGS" habe ich heute fertiggestellt (siehe Anlage). Die letzten Arbeitsbögen lege ich als Anlage bei (Sonderfälle, Textaufgaben, Übungsarbeit). Die Arbeit wird Ihnen Herr Stoß, der sie im Rechner hat, sicherlich zuschicken. Wir haben alle dieselbe Arbeit geschrieben und nach einem einheitlichen Schlüssel korrigiert.

Für die kommende UE "Reelle Zahlen" habe ich mir so einige Gedanken gemacht und für den Einstieg 3 unterschiedliche Problemstellungen aus dem "Alltag" gewählt, bei denen reelle Zahlen auftreten. Ich möchte, dass sich die S. für 2-3 Stunden damit in Gruppenarbeit / Lernen an Stationen beschäftigen. Die Probleme habe ich so gewählt, dass jeweils eine andere Lösungsidee angebracht erscheint:

- R_Brücke: grafische Lösung über Funktionsgraphen
- R_DIN-A : Verhältnisgleichungen, Länge:Breite = Wurzel 2,
- R_Fläche: Annäherung durch flächengleiche Rechtecke, Heron-Verfahren

Zusätzlich lege ich Ihnen eine vorläufige Grobplanung (R_Zeitplan) für diese UE vor. Ich denke, wir werden dafür bis Weihnachten benötigen. Die 2. Arbeit wird voraussichtlich am 14. Dezember geschrieben.

Herzlichen Gruß Walter Gussmann

Name: Bericht_LGS.pdf, Type: Acrobat (application/pdf), Encoding: base64
 Name: LGS Sonderfälle.pdf, Type: Acrobat (application/pdf), Encoding: base64
 Name: LGS_Textaufgaben.pdf
 Name: LGS_Übungsarbeit.pdf
 Name: R_Brücke.pdf
 Name: R_DIN-A.pdf
 Name: R_Fläche.pdf
 Name: R_Zeitplan.pdf

Kommunikationsbeispiel 3

Betreff: Stunden am Dienstag
 Datum: Tue, 9 Oct 2001 17:12:51 +0200
 Von: Lutz.Kreklau@t-online.de (Lutz Kreklau)
 An: "Eberhard Lehmann" <mirza@berlin.snafu.de>

Lieber Eberhard,
 ich habe den Schüler heute mitgeteilt, dass du am nächsten Dienstag (in der 3. Stunde) den Unterricht machen wirst. – Heute haben wir den SOLVE-Befehl auf LGS angewendet, nachdem die Schüler das Additionsverfahren kennen gelernt haben. – Am nächsten Dienstag muss zuerst die HA (siehe Anlage) eingesammelt und u.U. teilweise besprochen werden. – Anschließend in der 4. Stunde werden wir mit dem Stationenarbeiten (1. Station im Anhang) beginnen (Dauer 4 Stunden).

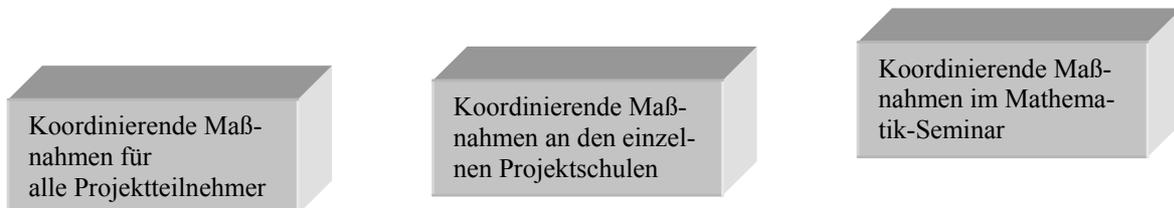
Wir treffen uns am besten in meinem Büro D105 im 1. Stock über dem Eingang um ca. 9.30 Uhr. Ich habe davor keinen Unterricht.

Lutz

HA 3.doc
 Name: HA 3.doc
 Type: Winword Datei (application/msword)

Neben den oben genannten Aktionen fanden zahlreiche Gespräche und E-Mails des Projektleiters (oder anderen Teilnehmern) mit anderen Personen statt. Das erfolgte aus organisatorischen oder fachlichen Gründen (bundesweit), Gedankenaustausch, z.B. mit anderen CAS-Projekten.

2.3 Koordination und Kooperation



Zu den koordinierenden Maßnahmen für alle Projektteilnehmer gehörten u.a.

- gemeinsame Workshops
 Durch Fortbildung inhaltlicher Art und bedienungstechnischer Art am TI-92 und den begleitenden Gesprächen wurden *gemeinsame Grundlagen* gelegt, die dann vom jeweiligen Fachlehrer nach eigenem Gutdünken im Unterricht eingesetzt wurden,
- E-Mails an alle Projektteilnehmer
 Hierbei wurden *an alle Projektteilnehmer wichtige Hinweise und Anregungen* verschickt, die koordinierend wirkten. Beispiele sind Klassenarbeitsvorschläge, fachinhaltliche Passagen und Hinweise auf gemeinsame Fortbildungen.

- **Materialaustausch**

Dieser Austausch erfolgte insbesondere auf den Workshops (Klassenarbeiten, Unterrichtsideen, Arbeitsbögen) oder bei anderen gemeinsamen Fortbildungsveranstaltungen, aber auch über E-Mail.

Zu den koordinierenden schulinternen Maßnahmen gehörten u.a.

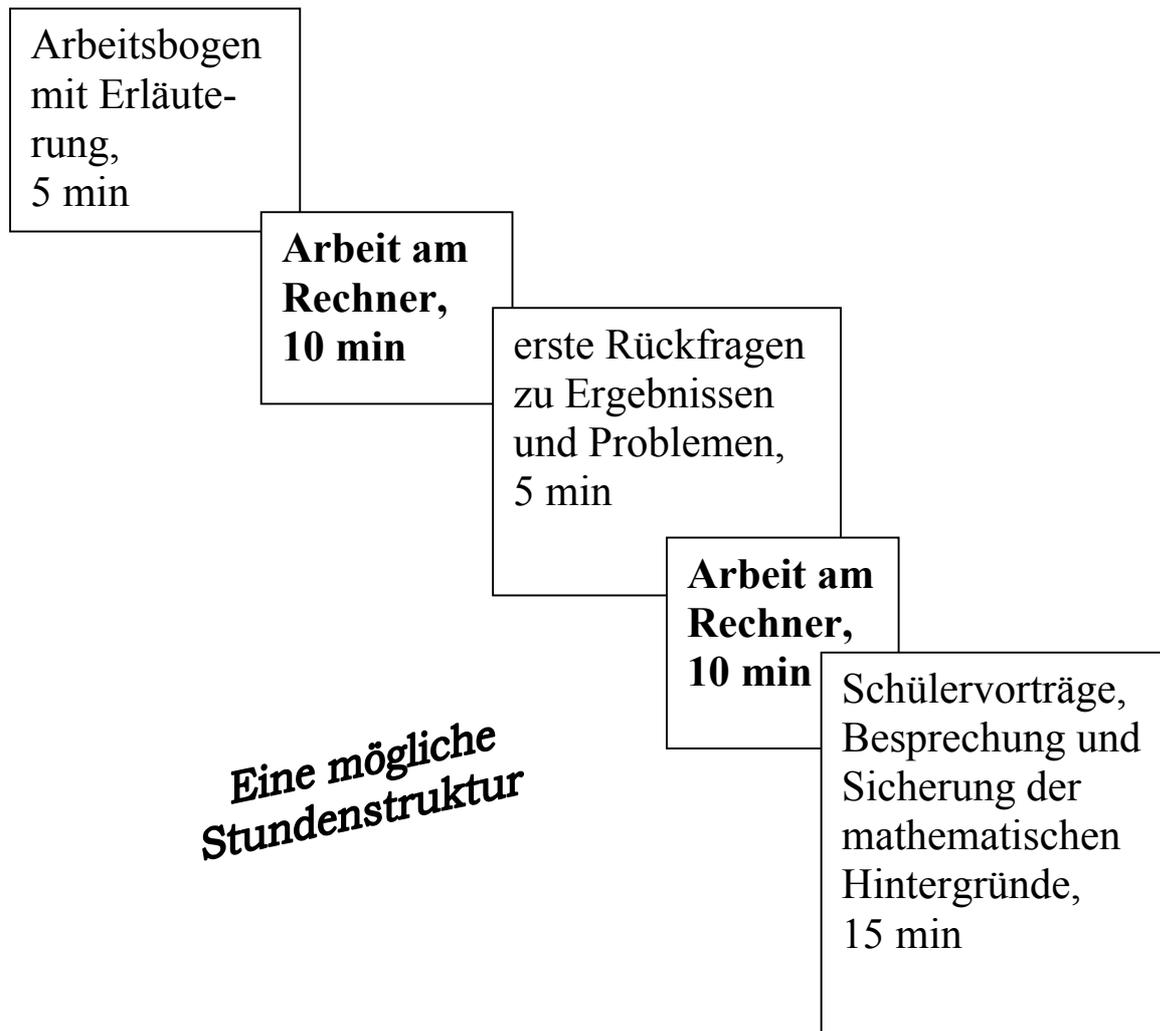
- Entwurf, Bewertung, Korrektur, Auswertung gemeinsamer Klassenarbeiten,
- Austausch von Klassenarbeiten, Arbeitsbögen usw.,
- Austausch von Unterrichtserfahrungen.

Koordinierende Maßnahmen im Mathematik-Seminar

- Gemeinsame Unterrichtsbesprechungen zum Unterricht in Klasse 9 im Mathematik-Fachseminar mit dem Seminarleiter oder Projektleiter

Später wird von der Vorbereitung einer Tagung im September 2002 berichtet, siehe Workshop 7. Projektlehrer werden dabei Unterricht mit dem TI-92-Plus in ihren (dann zehnten) Klassen vorführen. Zuhörer werden Teilnehmer aus dem bundesweiten CAS-Arbeitskreis (Leitung Esper / Heinrich) sein. Der Unterrichtsablauf wird dann besprochen. Auch hier werden diverse koordinierende Aktionen ablaufen. Während der Tagung werden dem Arbeitskreis Ergebnisse des Berliner CAS-Projekts vorgestellt.

3. Workshops als gemeinsame Projektbasis



3.1 Lehrplan Klasse 9

Grundlage der inhaltlichen Arbeit bildet der Berliner Rahmenplan für den Mathematikunterricht der Klasse 9. Dieser ist zwar total veraltet und muss sich nun vor allem die Abwandlungen auf Grund des SINUS-Modellversuchs und des CAS-Projekts gefallen lassen. So wie ältere Schulbücher durch neue Aspekte angereichert werden können, ist es auch mit dem Lehrplan. Deshalb folgt hier ein erster Vorschlag, wie er von Herrn Schimmelpfennig am Anfang des Projekts vorgelegt und für alle Teilnehmer angekündigt wurde.

Eberhard Lehmann

Berlin, d. 30.8.01

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

zunächst wünsche ich einen guten Start ins neue Schuljahr und insbesondere in unser gemeinsames Unternehmen.

Hierzu noch einige Hinweise:

1) Anbei finden Sie einen Entwurf von Herrn Schimmelpfennig für Klasse 9, in einem gemeinsamen Gespräch dann noch etwas ergänzt. Die TI-Kenntnisse sind Vorschläge, man muss ja nicht alles machen und die Ausgestaltung ist ohnehin individuelle Unterrichtsfrage.

2) Gleichzeitig wird noch auf den kommenden Workshop 2 hingewiesen. Wir treffen uns ja schon im September (25.9.01, Rückert-Schule, ca. 15-19 Uhr, Thema: Workshop zu den ersten Erfahrungen mit LGS / TI-92-Plus). Es wäre schön, wenn Sie wieder etwas Zeit zu einem gemeinsamen Abendessen mitbringen.

3) Offenbar ist die angekündigte Sendung vom Schroedel-Verlag mit je 4 kostenlosen Heften zu

- | | | |
|----|---|-------------|
| a) | Lineare Funktionen (Barzel, Ebenhöf, Herget, Malitte, Richter) | Kl. 8 und 9 |
| b) | Gleichungen (Lehmann) | Kl. 7, 8, 9 |
| c) | Stochastik (Grabinger, Schmidt), in anderen Bundesländern in Sek1, für uns Grundkurs! | |

eingetroffen.

Mindestens die Hefte a) und b) sind erhebliche Hilfen für unser Vorhaben.

Scheuen Sie sich nicht, auch mal eine Unterrichtseinheit direkt aus einer Vorlage nachzumachen. Ich sehe hierfür folgende Wege:

- den Schülern wird eine Kopie in die Hand gegeben, sie arbeiten das selbst durch und tragen Ergebnisse vor - vielleicht geht das auch in Gruppen,
- Sie verraten den Schülern nur Teile,
- gut verwendbar dürften auch die angebotenen Arbeitsblätter sein, die man auch kopieren darf.

In dem folgenden Plan gebe ich einige Hinweise auf Unterrichtseinheiten. Diese beziehen sich auf b), weil ich dieses Heft am besten kenne. Aber auch in a) dürfte sich Geeignetes finden. Besondere Anregungen kann auch der Anhang in b) geben: Gleichungen in neuer Sicht!

Denken Sie bitte daran: Für unsere Arbeit ist der folgende Aspekt grundlegend!

Weniger rechnen – mehr verstehen !

Und nun der Plan:

9.Klasse	Plan-Schimmelpfennig (Lehmann), August-2001
Wichtige Rahmenplan-Elemente	zu erwerbende TI-92 Kenntnisse
1. LGS (21 Std., ca. 7 Wochen) 1.1 Grafische Lösung von 2x2 Systemen 1.2 Rechnerische Lösung von 2x2, 3x3, ... Systemen	Grafen linearer Funktionen darstellen <i>Rechnerische. und grafische Lösung verbinden,</i> Systeme auch mit Matrizen lösen - <i>hierbei UE Lagerhaltung aus a) Leh/Gleichungen erproben,</i> <i>allg.Lösung für (2,2) Systeme $a11*x +$ usw...</i> <i>Als Übungseinheit Arbeitsblatt 3.1.2 (Projekt Geradenbüschel) aus *a) oder sogar</i> <i>die UE über magische Quadrate aus *b), S.13 f, Arbeitsblatt 1.2.1</i> <i>als Demo PLOT11-Animation (für Rückert-Schule)</i> Workshop 25.9.2001, Rückert-Sch., 15-19 Uhr
2. Reelle Zahlen (18 Std., ca. 6 Wochen) 2.1 Irrationale Zahlen als unendliche, nicht periodische Dezimalzahlen 2.2 Wurzeln mit Intervallschachtelungs- und Heronverfahren 2.3 Rechnen mit Wurzeln (Wurzelgesetze, partielles Wurzelziehen)	Darstellung von Zahlen als Wurzeln bzw. approximierte Werte <i>hierbei Zahlendarstellungen des TI-92 besprechen</i> Grafische Intervallschachtelung durch Zoom-Technik Programmierung des Heronverfahrens sollte unterbleiben (<i>wenn doch, dann fertiges Programm vorgeben</i>) Rekursion! → Workshop geplant Vereinfachungen des TI-92 Ergebnisses erklären ($\sqrt{24} + \sqrt{6} = 3\sqrt{6}$)
3. Pythagoras (15 Std., ca. 5 Wochen) 3.1 Satzgruppe (Höhen-, Kathetensatz, Pythagoras) mit Beweisen 3.2 Streckenlängenberechnungen auch an räumlichen Figuren (Raumschauung)	Baustein-Programmierung (<i>erstmalig - gut geeignete Stelle</i>) zur Abstandsberechnung $\sqrt{(a-b)^2 + (c-d)^2} \rightarrow \text{abst}(a,b,c,d)$ Bausteinaufrufe <i>abst(2,1,3,4), abst(2,1,,x,x^2)</i>
4. Quadratische Funktionen und Gleichungen (21 Std., ca. 7 Wochen) 4.1 Quadratische Funktionen - Verschiebungen der Normalparabel	<i>Hier evtl. UE Kugelstoßen aus *b), S.26</i> Parabeln zeichnen lassen, Parabelterme bei gegebenen Grafen bestimmen Lösungsbefehl „Solve(f(x)=0, x)“

<ul style="list-style-type: none"> - Umwandlung von allg. quadr. Funktionen $f(x) = ax^2 + bx + c$ in Scheitelpunktform - Nullstellen $f(x) = 0$ <p>4.2 Schematisches Lösen quadratischer Gleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spezielle quadr. Gleichungen - p-q-Formel - Fallunterscheidungen (Gleichungen mit Parameter) - Wurzel- und Bruchgleichungen 	<p>(Äquivalenz)Umformungen mit dem TI-92 zum Lösen von Gleichungen</p> <p>Hierüber sollten wir einen Workshop machen</p> <p><i>Siehe auch UE aus *b), S.20f. (Linearfaktoren!)</i></p> <p><i>Weglassen!</i></p>
<p>5. Kreisberechnungen (15 Std., ca. 5 Wochen)</p> <p>5.1 Kreisumfang ($U \sim d$) bzw. Flächeninhalt ($A \sim r^2$)</p> <p>5.2 Zahl π</p> <p>5.3 Kreisbogen und –sektor</p> <p>5.4 Zylinder</p>	<p>Näherungsberechnungen des Kreis-FI A_n (bzw. der Zahl π) durch Rechteckstreifen</p> <p><i>Bei Berechnungsformel Parameter mitschreiben, z.B. $V(r,h) = \dots$, Baustein</i></p>
<p>6. Strahlensätze (18 Std., ca. 6 Wochen)</p> <p>6.1 Strahlensätze mit Beweis</p> <p>6.2 Umkehrung der Strahlensätze</p> <p>6.3 Zentrische Streckung (Ähnlichkeit von Dreiecken)</p>	<p>Bausteine zur Berechnung fehlender Größen in der Strahlenfigur $\frac{a+b}{a} \cdot c \rightarrow \text{ssatz}(a,b,c)$</p> <p>Workshop geplant</p> <p>weglassen?</p>

Wie oben schon angemerkt, handelt es sich in der rechten Spalte um einen Vorschlag für den Einsatz von CAS-Elementen. Die spätere Arbeit zeigte die Nützlichkeit dieser Ansätze; diese wurden aber in unterschiedlicher Weise ausgebaut. Hierzu vergleiche man die späteren Unterrichtsbeschreibungen in Kapitel 4. Auch die Workshops gestalteten sich unter den dann jeweils aktuellen Bedürfnissen teilweise anders.

3.2 Alle Workshops im Überblick

Die wichtigste gemeinsame Veranstaltung sind die Workshops. Insgesamt wurden 7 (projekinterne) Workshops durchgeführt. Dazu kamen noch andere Fortbildungsveranstaltungen, u.a. im Rahmen des Sinus-Projekts.

Workshop	Themen	Bemerkungen
1 18.06.01	Projektvorbereitung: CAS-TI-92-Grundlagen, Erarbeitung von Grundlagen für die Unterrichtseinheit LGS	In 3.3 folgt eine ausführliche Darstellung des Workshops.
2 25.09.01	Auswertung der ersten Erfahrungen mit dem TI-Einsatz, Tipps, Klassenarbeiten mit CAS	In 3.4 folgt eine ausführliche Darstellung des Workshops.
3 06.11.01	Auswertung: Schülerumfrage Unterrichtseinheit Reelle Zahlen	Diese UE wird in Kapitel 4 ausführlicher dargestellt.
4 14.1.02	Auswertung: Reelle Zahlen Unterrichtseinheit Pythagoras	
5 12.2.02	Hausarbeiten mit CAS	In 3.5 folgt eine ausführliche Darstellung des Workshops. Man beachte hier insbesondere die Aufgabenbeispiele .
6 20.3.02	Planung der nächsten Unterrichtseinheiten	
7 2.7.02	Diskussion der Projektbilanz	Projektabschluss für das erste Projektjahr (September 2001 bis Juli 2002)

Abb. 3.2.a: Überblick über die durchgeführten Workshops

In den Workshops wurden insbesondere folgende Ziele verfolgt:

- Vermittlung neuer Kenntnisse zum CAS-Einsatz und zur Bedienung des TI-92-Plus,
- Entwurf und Diskussion von Unterrichtsreihen,
- Berichte über abgelaufenen Unterricht,
- Gedankenaustausch aller direkt beteiligten Lehrer,
- Informationen aller Art, z.B. Literaturempfehlungen, Hinweis auf Tagungen und Vorträge,
- Austausch von Materialien der beteiligten Lehrer,
- Verteilung von Materialien durch den Projektleiter,
- Vorstellung von Stundenentwürfen des Projektleiters.

3.3 Workshop 1 – Projektvorbereitung

Einladung (über E-Mail)

Zum Workshop am Montag, d. 18.Juni, 15-etwa 19 Uhr sind eingeladen

- 1) Steuerungsgruppe
- 2) Die in den kommenden 8. oder 9.Klassen mit TI-92 unterrichtenden LehrerInnen
→ Sofern nicht schon geschehen, teilen Sie mir bitte deren Namen über E-Mail mit.
- 3) ggf. weitere M-Lehrer der 5 Schulen - **diese bitte über E-Mail anmelden!**

Tagesordnung:

- a) Literaturempfehlungen (Texas Instruments, Schroedel-Verlag).
- b) Kommunikation zwischen den Teilnehmern
- c) Unterrichtsgrobplanung für das erste Halbjahr
(geplante Reihenfolge der Themen mitbringen - von Gottfried-Keller bereits gemailt),
- d) Einführung in den TI-92 mit Themen aus den Klassen 9 und 8
(zielgerichtete Auswahl aus Punkt c).
- e) Weitere organisatorische Fragen zum Projektablauf.

Was halten Sie von der Idee, anschließend gemeinsam Abendessen zu gehen - gute Gelegenheit zum besseren Kennenlernen? Also ggf. Zeit mitbringen.

Beste Grüße Eberhard Lehmann

Anmerkungen: Bitte die Mail bestätigen!

Ergebnisprotokoll zu Workshop 1

1) Empfehlungen und Hinweise zu der Büchersendung von TI an die Schulen

Die ebenfalls übersandte Sekundarstufe II - Literatur kann dienen zur

- Erweiterung des Wissens über die Möglichkeiten des TI-92 und des Unterrichts damit,
- zur Unterrichtsvorbereitung in allen Klassen, Methoden des Zeichnens / Rechnens.
- Durch Reduktion erhält man teilweise Unterricht zur Sekundarstufe 1.

Der Schroedel-Verlag wird in Kürze Hefte zum CAS-Unterricht zu den Sek1-Themen

- Lineare Funktionen
- Gleichungen
- Stochastik

übersenden. Diese enthalten konkrete Unterrichtseinheiten und sind damit gut geeignet für unsere Unterrichtsvorhaben in Klasse 8 und Klasse 9.

2) Vorstellungen zur Kommunikation zwischen den Projektteilnehmern

- E-Mail-Liste aller Beteiligten wurde erstellt.
- Es sind jederzeit Anfragen, Hilferufe usw. an mich möglich.
- Sendung von Arbeitsbögen, Klassenarbeiten usw. an mich.

3) Das Erreichen der Projektziele wird in mehreren Schritten angestrebt:

- a) Arbeitsbögen - Einordnung in jeweilige Unterrichtseinheit, siehe U-Protokoll unten,
- b) dann kommen Klassenarbeiten und
- c) später kommen Hausarbeiten dazu.

Für dieses Thema ist im Herbst 2001 ein eigener Workshop geplant.

4) Möglichkeiten des CAS-Einsatzes bei der UE *Lineare Gleichungssysteme*

In Klasse 9 wird die erste Unterrichtseinheit über *Lineare Gleichungssysteme* gehen - laut Rahmenplan. Hierzu wurden zahlreiche Möglichkeiten der Arbeit mit dem TI-92 demonstriert und von den Teilnehmern nachgestellt.

Bearbeitungsmöglichkeiten für LGS mit Hilfe von CAS:

- LGS mit Solve lösen
- LGS graphisch lösen (y-Editor $y_1(x)$ usw., Cursorbewegung auf Schnittpunkt)
- LGS graphisch lösen mit (Intersection)
- LGS mit Matrizen, `ref(matrix)`, `rref(matrix)`
- Lösung aus Tabellen ablesen
- Gleichungen abkürzen, elementare Umformungen durchführen - Handrechnung simulieren

In der folgenden Gruppenarbeit (siehe (5)) in den Schulteams wurde das Ziel verfolgt, aus diesen vielen Ansätzen passenden Unterricht konstruieren.

Eine für die Einführung neuer Gleichungen häufig mögliche Abfolge ist:

- Anwendungsaufgaben führen auf LGS,
- einfache LGS werden von Hand gelöst (Verfahren einführen),
- ein komplexeres LGS wird mit dem Computer bearbeitet,
- das Lösungsverfahren wird als Black Box eingeführt.

5) Entwurf der ersten Unterrichtseinheit

Bei unseren Unterrichtsentswürfen soll u.a. berücksichtigt werden:

- a) Offener Unterricht
- b) Offene Aufgaben
- c) Vermeidung von Kalküllastigkeit, aber Kalkül von Hand an einfachen Beispielen
- d) ggf. Computereinsatz
 - Computer als Rechenknecht,
 - Computer als Zeichenknecht, visualisieren,
 - Computer als Kontrollinstrument,
 - Computer zum Experimentieren.

Es wurden die Fragen bezüglich des ersten TI-Einsatz diskutiert:

- TI vorher isoliert einführen, z.B. an einfachen Gleichungen?
- TI an der vorliegenden konkreten UE einführen?

Hinweis: Beide Wege sind möglich, besser scheint mir der zweite Weg zu sein.

Einige Tipps zur ersten TI-Stunde:

Rechner verteilen, beschriften usw., erste Übungen an einem bekannten Gegenstand, z.B. einfache Gleichungen wie $3x + 5 = 9$, dabei Kennenlernen der grundlegenden Tasten, wie *on*, *off*, *enter*, *esc* usw.

Erarbeitung von Ideen für die dann folgende Stunde zum Thema LGS

Vorstellen der Ideen:

- Paul-Natorp: Einfache Gleichung mit TI -92 bearbeiten - gleichzeitig in Tabellenform dokumentieren, **eine Spalte nimmt die TI-Befehle auf.**
- Martin-Buber: **Funktionsorientierter Einstieg**, z.B. Telefonkosten, lineare Funktionen, später LGS.
- Rückert: - **Einstieg mit einem LGS, dessen Lösungen leicht erkennbar**, Kaninchenaufgabe.
- Gottfried-Keller: **Ausgangspunkt ist eine Gleichung** mit 2 Variablen, Lösungsmenge, graphisch,

Erarbeitung von Ideen für die erste Stunde zum Thema Geometrie (Klasse 8)

- nur Carl-von-Ossietzky-Schule

- **Rechnereinführung bei Umfangs- oder Flächenberechnung**, z.B.
- $2a + 2b \rightarrow \text{umfang}(a,b)$, danach $\text{umfang}(3,4)$ usw.
- später $\text{umfang}(x,4)$ als Übergang zu Funktionen und graphischer Darstellung.
- Noch später: Flächenmaximierung.

- Kernpunkte unserer Dokumentation sollen bekanntlich sein:
 - Arbeitsbögen Abo →
 - Klassenarbeiten KIA →
 - Hausarbeiten HA →
- Auf diese wird ggf. jeweils verwiesen (sie werden als Anlage beigefügt)
- Die knappe Unterrichtsdokumentation auf dem Formblatt dient einer zeitlichen und inhaltlichen Einordnung der Kernpunkte. Dazu reichen kurze Anmerkungen. Ausführliches findet sich dann in den jeweiligen Anlagen Abo, KIA und HA.
- Das Formblatt sollte am Rechner (WORD) geführt werden (Empfehlung: So übernehmen wie oben, Zeilenzahl ggf. vergrößern)
- Am Ende einer Unterrichtseinheit bitte Formblätter über E-Mail als Anlage an mich senden. Am besten macht das das Steuerungsgruppenmitglied.

Diese Formblätter und ihre Anlagen sind dann auch Grundlage unseres nächsten Workshops.

Beispiel eines Unterrichtsprotokolls (erster Entwurf) – als din-A4-Blatt

Lehrer - Klasse: Meier - 9b	Unterrichtseinheit Lineare Gleichungssysteme	
Tag	Kurzbeschreibung des Unterricht	Anmerkungen, Auffälligkeiten, Arbeitsbogen
17.9.01	Wo treten LGS auf? Beispielaufgaben (ohne TI-92)	ABO, s. Anlage
20.9.01	Graphische Lösung von LGS per Hand (ohne TI)	
26.9.01	Bearbeitung eines Arbeitsbogens mit Aufgaben zur graphischen Lösung (mit TI-92 -Einsatz)	Probleme im Handling bei der Einführung von <i>Intersection</i> ABO s. Anlage

(7) Es wurden weitere wichtige Aspekte angesprochen

- Wie protokollieren die Schüler die Rechnerarbeit?
→ wird in einem WORKSHOP besprochen, zuerst Erfahrungen sammeln!
- Anlegen einer Befehlsliste zur jeweiligen Unterrichtseinheit?
→ das ist ausgesprochen wichtig!
- Hausaufgaben → späterer WORKSHOP mit Günter Schmidt (siehe auch MU-Heft 1989)
- Sichtung neuer Schulbücher: Das sollte u.a. unter den folgenden Aspekten geschehen. Berücksichtigung von
 - a) Offenem Unterricht und offenen Aufgaben.
 - b) Ggf. TI-Einsatz
 - c) Vermeidung von Kalküllastigkeit, Kalkül von Hand an einfachen Beispielen.

3.4 Workshop 2

– erste Rückmeldungen über CAS-Einsatz

Ergebnisprotokoll zu Workshop 2

Ort : Rückert-Oberschule, Raum 107,
Zeit: 25.September 2001, 15-19 Uhr

Tagesordnung:

- a) Berichte der einzelnen Schulen von der ersten Unterrichtseinheit bzw. dem ersten Arbeitsbereich.
- b) Folgerungen
- c) Anfangsüberlegungen zu Klassenarbeiten

**Besondere Probleme
Rückmeldungen**

a) Berichte

a1) Stichwörter

Die Berichte wurden mit einer Stichwortsammlung über besondere Probleme und erfreuliche Rückmeldungen eingeleitet.

Stichwortliste (nach ca. 3 Wochen TI-92-Einsatz)

Stichwörter	Einige Diskussionsergebnisse bzw. Anmerkungen
P / Dokumentation der CAS-Arbeit bei den Schülern	Thema wurde hier nur gestreift, später Workshop dazu
<ul style="list-style-type: none"> + Die Schüler sollen/müssen kreativ sein + Man kann besser denken + Das Rechteck muss ein Quadrat sein (Aha-Erlebnis bei einem Schüler, max.Rechteck) + Anschaulicher wegen graphischer Veranschaulichung + Wunsch der Schüler: Lehrer go home (eigenständige Rechnerarbeit) + Aufbruchstimmung bei den Schülern + Begeisterung bei den Schülern + positive Resonanz + Schülermotivation + Schülermitarbeit + Engagement + Zusammenhänge werden klarer + Graph - Tabelle - Gleichung 	<p>Die Rechnerarbeit, insbesondere die experimentelle Arbeit führt zu Fragen und zu kreativen Verhaltensweisen, Vorgänge müssen mathematisch hinterfragt werden</p> <p>Das Wechselspiel zwischen Algebra und Visualisierung ist ein grundlegendes Prinzip der Arbeit am Computer (mit Medien)</p> <p>Für etliche Schüler ist das ein neuer Anfang, aus dem sich neue Chancen für den Schüler und für die Mathematik ergeben.</p> <p style="text-align: right;">Wichtig!</p> <p>Der Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsebenen ist für das mathematische Verständnis sehr förderlich!</p>
P Überforderung P Die unterschiedlich schnelle bzw. langsame	Übliche Unterrichtsprobleme, die sich aber hier verschärfen oder verschieben können,

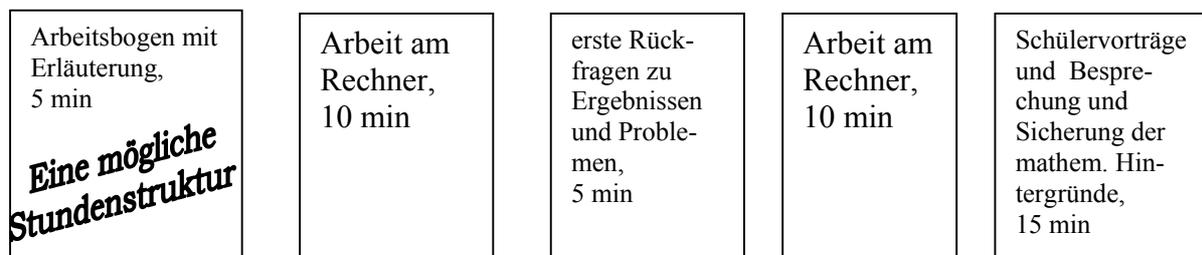
Auffassungsgabe der Schüler	weil eine weitere Bearbeitungsebene dazu kommt *
P Heterogenität P diffuse Verkenntnisse P unterschiedliche Vorkenntnisse P stark unterschiedliches Wissen / Können	siehe *
P Fehler im Handbuch / in der Literatur	Ärgerlich insbesondere bei falschen Tastendetails. Bei Häufung in einem Buch sollte man das Buch nicht mehr verwenden.
P unvorhersehbare TI-Probleme P ständig verschiedene Fehlermeldungen Wichtig!	Häufig können leistungsstärkere Schüler anderen S Hinweise geben! Die Probleme liegen besonders in 2 Bereichen: a) Einstellungsprobleme b) Probleme mit Variablenbelegung <i>Siehe hierzu Ausführungen weiter unten im Protokoll!</i>
P Herbeischaffen und Wegbringen der Rechner	Organisationsproblem
P Aufmerksamkeit P Lehreranordnungen schwer durchzusetzen P Das Nichtbeachten der vorhandenen Arbeitsaufträge	Rechner zuklappen / weglegen, Hände nach unten, Aufträge diktieren, zu Arbeitsaufträgen vorher Fragen stellen lassen, nicht zu viele Aufträge auf einmal geben!
P Was verstehen die Schüler wirklich? P Wo ist die Mathematik?	Bedeutendes Problem! <i>Siehe hierzu Ausführungen weiter unten im Protokoll!</i>

b) Diskussion einiger besonderer Aspekte - Folgerungen

1) Nicht zu lange Phasen der Rechnerarbeit machen!
Je länger die Arbeit am Rechner, desto größer wird die Schere zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schülern.
Zwischenzusammenfassungen, Zwischenergebnisse (z.B. zum Vergleich, zur Kontrolle) sind wichtig.

Tipps!

Beispiel eines Stundenablaufes mit Computereinsatz:



2) Fehler durch falsche bzw. unterschiedliche Einstellungen am Gerät

Durch vorhergehende andere Arbeiten können Einstellungen (Optionen) vorhanden sein, die man bei momentanen Problem nicht braucht. Häufig ist das z.B. bei der Mode-Einstellung der Fall, etwa
 mode, graph: function, sequence, polar usw.
 mode, angle: radian. degree
 mode, exact/approx: auto, exact, approximate

Tipps!

3) Fehler durch frühere Variablenbelegung

Für viele Rechnungen/Zeichnungen benötigt und definiert man Variable. Einige sind voreingestellt und können ohnehin nicht benutzt werden. Aber wenn z.B. a mit irgendeinem Wert belegt ist, wird die Verwendung von a bei einem weiteren Problem in der Regel zu Fehlern führen.

- Für kurzzeitig benötigte Variablen *einen* Buchstaben verwenden. Diese können leicht gelöscht werden mit **Home Editor - F6 -**
- Für längerfristig benötigte Variable „sprechende“ Namen verwenden, z.B. für Bausteine, etwa **$m \cdot x + n \rightarrow \text{gerade}(x, m, n)$** .
- Über den Inhalt einer Variablen kann man sich mit **2nd - var-link - F6** informieren und dann ggf. mit F1 usw. löschen.

a2) Es wurde gezeigt, wie man TI-Bilder vom Taschencomputer in Word-Dokumente einfügt.

a3) Weitere Berichte

Herr Schimmelpfennig schildert anhand seiner Formularblätter einige Unterrichtsphasen und verweist ebenso wie Frau Edling auf die **Verwendung bereits vorliegender Unterrichtseinheiten aus der Literatur** (Schroedel-Hefte).

Herr Dreeßen-Meyer erläutert seine Formblätter zum Unterricht in Klasse 8 über Rechtecke und Quadrate. Hier wurde bereits **mit Bausteinen** - vorwiegend algebraisch - gearbeitet. Herr Delitz ergänzt diesen Ansatz und weist dabei auf die **Möglichkeiten des entdeckenden Lernens (experimentelles Arbeiten)** hin.

Das Arbeitsblatt von Frau Enzenroß weist auf eine Möglichkeit der **Bewältigung von Einstellungsproblemen** hin (Mode-Taste, TI-Bild zeigen) und regt bei den Schülern die **Benutzung des Benutzerhandbuches** an.

Frau Harnischfeger zeigt ihr **Konzept des Lerntagebuches** – viele Anregungen für unsere Arbeit!

Die von Herrn Dreeßen-Meyer vorgelegten **Klassenarbeitsaufgaben** zeigen einige bei CAS-Einsatz mögliche Muster und führen zu einer ersten Diskussion über die Art der Aufgaben. Hier wird angemerkt, dass es zahlreiche neue Möglichkeiten für Klassenarbeitsaufgaben gibt. Dazu wird auf den nächsten Workshop verwiesen.

Nächster Workshop: Entwurf von Klassenarbeiten und Folgerungen für Dokumentationsarbeiten, Termin bitte vormerken: Mi 7.11.01, 15 Uhr, Rückert-Schule (Ausweichtermin Di, 6.11.01) / bitte Rückmeldungen zum Termin! - Vorbereitung des Workshops auf der Sinus-Tagung in Hubertusstock am 22./23.10.01. Hierzu bitte schon geschriebene Arbeiten mitbringen.

Bitten:

- 1) Es fehlen mir noch Formblätter zum Unterricht in Word-Format.
- 2) Bitte auch Arbeitsblätter so senden.
- 3) Schlagen Sie mir über E-Mail Termine für Unterrichtsbesuche in Ihrer Klasse vor.
 Zeiträume: 1.10. bis 20.10. Hierzu einige meinerseits nicht mögliche Termine: Möglichst keine Freitage, Do 4.10., Fr 5.10.01.

Und denken Sie daran: Ich bin jederzeit - bei Problemen oder auch sonst - über E-Mail oder Telefon (seltener) erreichbar.

Ende des Workshop-Ergebnisprotokolls

3.5 Workshop 5 – Hausaufgaben mit CAS

Sie lesen hier:

- Einladungsschreiben zu zwei Workshops über Schulbücher und Hausaufgaben
- Workshop-Ergebnisse
- Beispiele für Hausaufgaben mit CAS

3.5.1 Einladungsschreiben

Das Thema „Hausaufgaben mit CAS“ wurde durch zwei Workshops vorbereitet, die gezielt auf das CAS-Projekt ausgerichtet wurden. Das Einladungsschreiben von Angelika Reiß zu einer Sinus-Tagung verdeutlicht den Ansatz.

„... Wir möchten Sie und Ihre Kolleginnen und Kollegen sehr herzlich zu zwei Veranstaltungen unserer Berliner Sinus-Gruppe einladen.

*Wir freuen uns, dass es uns gelungen ist, Herrn Günter Schmidt (Mitherausgeber des neuen Schulbuchs „Neue Wege“ aus dem Schroedel -Verlag) für unsere Veranstaltungen zu gewinnen. In der einen Veranstaltung wollen wir uns damit beschäftigen, **wie unser Bemühen nach einem veränderten Unterricht durch Schulbücher unterstützt werden kann**, in der anderen Veranstaltung werden wir der **Frage nach alternativen Hausaufgaben**, insbesondere bei Verwendung des Computers nachgehen. Damit werden wir zwei inhaltliche Schwerpunkte haben, die für unsere tägliche Arbeit von großem Interesse ist. – Wir laden Sie also zu folgenden Veranstaltungen ein:*

„Neue Unterrichtskultur und intelligentes Üben. – Welche Auswirkungen hat dies auf Konzeption und Gestaltung von Schulbüchern? Wie kann man vorhandene Schulbücher zur Unterstützung der gewünschten Unterrichtskultur nutzen?“ (Vortrag und Workshops)

Zeit und Ort: Montag, den 11. Februar 2002, 13:00 bis 17:00,
in der Carl-von-Ossietsky- Schule

Wir wollen dies konkret auf die Themenbereiche „quadratische Funktionen“ und „zentrische Streckung“ beziehen. Bitte bringen Sie die Schulbücher mit, die in Ihrer Schule benutzt werden.

„Alternative Hausaufgaben“ --- insbesondere unter Berücksichtigung des Einsatzes von Computeralgebrasystemen (TI-92) im Unterricht

Vortrag: Günter Schmidt, Workshop: Eberhard Lehmann

Zeit und Ort: Dienstag, den 12. Februar 2002, 10:00 bis 15:00,
in der Rückert-Oberschule

Die zweite Veranstaltung richtet sich insbesondere an die Teilnehmer der CAS-Arbeitsgruppe „TI-92 im 9. Jahrgang“. Sollten Mitglieder dieser Arbeitsgruppe Schwierigkeiten haben, an beiden Veranstaltungen teilnehmen zu können, bitten wir Sie, vorrangig an der Veranstaltung am Dienstag teilzunehmen. Sie ist wichtig für die Verwirklichung der nächsten Ziele des CAS-Projekts. – Bitte besprechen Sie mit Ihren Kolleginnen und Kollegen und der Schulleitung die Teilnahme an den Veranstaltungen. In einem gesonderten Schreiben werden wir bei Ihrer Schulleitung um Verständnis dafür werben, Sie für diese Veranstaltungen vom Unterricht zu befreien. – Bitte geben Sie uns möglichst bald - spätestens bis zum 30.1.02 - Bescheid, wie viele Kolleginnen und Kollegen Ihrer Schule an welcher Veranstaltung teilnehmen werden.

*Mit herzlichen Grüßen und besten Wünschen für den Endspurt in diesem Schulhalbjahr!
Frau Reiß, Frau Dr. Meyerhöfer”*

3.5.2 Ergebnisse des Workshops

Workshop „Hausaufgaben mit CAS“, Ergebnisprotokoll, 12.2.02, 10-15 Uhr

Teilnehmer/Verteiler: Die Mitglieder der CAS-Projektgruppe, M-Seminare Dr.Meyfarth bzw. Verworn, G.Schmidt (Referent).

Protokoll: Eberhard Lehmann, 12.2.2002

A) Vortrag von Günter Schmidt (Stromberg) über „Alternative Hausaufgaben“ – Diskussion

Herr Schmidt bezog sich im Wesentlichen auf ein MU-Heft („Hausaufgaben“ in der Zeitschrift *Der Mathematikunterricht*, Klett-Verlag, 1989).

Normalfall im Unterricht ist die Hausaufgabe (HA), die sich bezieht auf das

- Üben vorher gelernten Stoffes.

Dem werden nun alternative Hausaufgaben gegenübergestellt: Die

- vorbereitende HA,
- produktive HA,
- experimentelle HA,
- lern- und arbeitstechnische HA,
- kreative HA.

Zahlreiche Beispiele erläutern diese Hausarbeitsformen. Der Computer wird dabei von Herrn Schmidt wegen des folgenden Workshops bewusst noch nicht berücksichtigt.

In der Diskussion wird darauf hingewiesen, dass

- jede derartige Hausarbeit Unterricht (ggf. sogar für längere Zeit) initiiert,
- der Lehrer vor der Aufgabe steht, die zu erwartende Vielfalt von HA-Bearbeitungen im Unterricht zu bewältigen (inhaltlich und zeitlich). Hierfür muss er besondere Strategien entwickeln, z. B.:
 - Vortragen von Lösungen durch verschiedene Schüler,
 - Einsammeln und Bewerten von Schülerarbeiten,
 - Erstellen von Postern zum Aushang im Klassenraum.

**Wichtige
Hinweise!**

Literaturhinweis: In dem oben genannten Heft befindet sich auch der Beitrag von J.Sjuts: „Hausaufgaben in Mathematik: Weg vom sturen Üben“ (schöne Beispiele).

B) Workshop über „Hausaufgaben mit CAS“, Leitung: Eberhard Lehmann Erarbeitung in 4 Gruppen – Vortragen der Ergebnisse, Diskussion

Einige Voraussetzungen für die Aufgabenerstellung im Rahmen des Workshops:

- Die Aufgaben sollen möglichst einleuchtend auf die Benutzung eines CAS zugeschnitten sein,
- jeder Schüler habe ständig (in Schule und zu Hause) einen TI-92 und ein Handbuch dazu zur Verfügung,
- im Klassenraum befinden sich ein OH-Projektor und ein TI-View-Screen.
- Als Anhaltspunkte für die Aufgaben können die obigen Aspekte (siehe A) verwendet werden.

- Es soll mindestens je eine Aufgabe aus dem kommenden Unterrichtsstoff von Klasse 8 und Klasse 9 formuliert werden. Dabei ist weiterhin zu beachten:

Gruppeneinteilung

Die Teilnehmer der einzelnen Schulen / der 2 M-Fachseminare verteilen sich auf die Gruppen.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Gottfried-Keller				
Paul-Natorp				
Rückert				
Martin-Buber				
Carl v Ossietzki				
Seminar Dr.Meyfarth				
Seminar Verworn				

Einige Ergebnisse der Gruppenarbeit (auf Folien):

Aufgabe 1, Kl.9 – probieren

Finde die zugehörige Funktionsgleichung (gegeben ist eine Zeichnung mit einer Normalparabel).

Der TI-92 ist nützlich, weil hier probiert werden muss.

Aufgabe 2, Kl.8, Binomische Formeln mit höheren Exponenten (vorbereitende und experimentelle Hausaufgabe)

Voraussetzung: Die Schüler kennen die Befehle „expand“ und „factor“.

Untersuche die binomischen Ausdrücke $(a+b)^n$ für verschiedene Exponenten n ($n \in \mathbb{N}$).

a) Benutze den EXPAND-Befehl.

Der Bezug zum CAS ist deutlich – ohne nähere Erläuterung.

b) Notiere die Rechnerergebnisse und sortiere die Koeffizienten farbig. Was fällt auf?

c) Benutze den Befehl ncr(n,k) für natürliche Zahlen n und k und versuche einen Zusammenhang zu den Koeffizienten von b) herzustellen.

Auswertung: Zunächst Partner- oder/und Gruppenarbeit, Präsentation an der Tafel.

Aufgabe 3, Kl.8 – binomische Formel

Paul, ein Schüler der 9.Klassen, tönt auf dem Schulhof herum, dass er im Kopf zweistellige Zahlen problemlos multiplizieren kann. Als Beweis rechnet er die Aufgaben seines Freundes vor: $51 * 49, 37 * 43, 23 * 17$, doch beim Test durch Petra ($45 * 38$), die die Sache durchschaut hat, versagt er!

Was hat sich Petra gedacht? Was war der Trick von Paul? Finde eine Gesetzmäßigkeit .

Falls du nicht so recht weiterkommst: Rechne $50 * 50, 49 * 51, 48 * 52, 47 * 53, \dots$

Hinweis: Hier ist der TI-92 nicht unbedingt nötig. Er kann ggf. zur Rechenkontrolle dienen – wegen der Vielzahl der Aufgaben und für die allgemeine Lösung.

Aufgabe 4, Kl.9 – viele Parabeln

Zeichne die zugehörigen Graphen und notiere deine Beobachtungen:

$$y = x^2 \pm 3, y = (x \pm 2)^2, y = (x \pm 2)^2 \pm 3, y = x^2 - 2x + 3.$$

Hinweis: Falls Parabeln im Unterricht neu sind, kann man dieser Aufgabe im Unterricht z. B. eine ähnliche Aufgabe mit Geraden vorschalten.

Der Computereinsatz ergibt sich schon aus der Vielzahl von Gleichungen bzw. Graphen.

Aufgabe 5, Kl.9 – Gleichungen „ordnen“

Idee A: Man gebe quadratische Gleichungen vor und lasse diese ordnen durch Benutzung von SOLVE und FACTOR. – Eine vorbereitende Hausarbeit.

Aufgabe 6, Kl.9 – Wechselspiel Graph-Gleichung

$$y = (x - 3)(x + 2) = x^2 - x - 6$$

Im Unterricht: Graph dazu geben (mit Markierung der Nullstellen und des Scheitelpunkts), Gleichung suchen lassen.

Zu Hause: Gleichung geben. Graph zeichnen lassen und Nullstellen, Scheitelpunkt angeben.

3.5.3 Einige Hausaufgaben aus den CAS-Projekt-Schulen

Hausaufgaben dienen u. a. weiterhin dazu Mathematik zu üben – mit und ohne Computer. Auch bzgl. der Verwendung eines Computers / Taschencomputers ist das nötig. Hausaufgaben schulen hierbei das Umgehen mit dem Rechner, wobei hier Zeit genug vorhanden ist, bei Problemen das Handbuch zu Rate zu ziehen und sich damit selbst zu helfen.

Die folgenden Hausarbeiten stammen von Lutz Kreklau

Die Anmerkungen stammen von der Projektleitung.

Immer wieder werden die Schüler darauf hingewiesen:

Wenn du den TI-92 benutzt, so gib bitte die notwendigen Befehle an (ohne ENTER)!
ACHTUNG: Bitte auch kurze Rechnungen auf ein Extrablatt!

 1. Zeichne die Graphen, die zu den folgenden Funktionen gehören, in ein eigenes Koordinatenkreuz!

1.1 $f(x) = 2x^2 - 4x + 2$

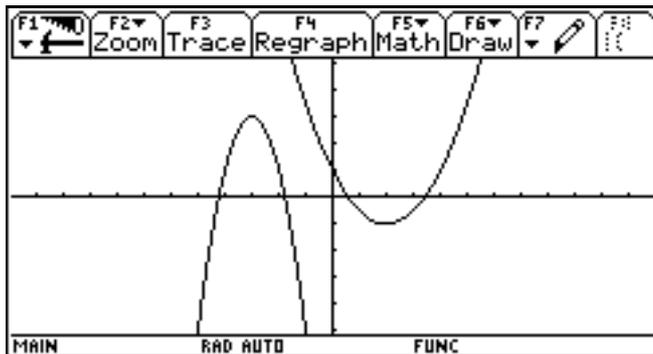
1.2 $f(x) = 3x - 4$

1.3 $f(x) = -0,5x^2 + 2x - 1$

1.4 $f(x) = -2x + 3$

- Anmerkung
 Wenn der Schüler von Hand zeichnet, so kann er doch auch den Rechner benutzen:
 Erstellen einer Wertetafel, Kontrolle der Zeichnung, besonders an den charakteristischen Punkten.

2. Bestimme die Funktionsgleichungen der Graphen!



- **Anmerkung**
Zu Hause haben alle Schüler genügend Zeit, diese Bilder mit dem TI-92 herzustellen. Sie üben damit auf motivierende Weise den Umgang mit Parabelgleichungen.

1. Zeige, dass die beiden Funktionen f und g keinen Schnittpunkt haben!
 $f(x) = 2x - 4$ und $g(x) = 2x + 4$
2. Ändere $g(x)$ aus der Aufgabe 2 so ab, dass ein Schnittpunkt mit f entsteht!
Begründe deine Änderung!
3. Bestimme die Nullstelle der Funktion h mit
 $h(x) = 0,5x - 1,2$

- **Anmerkung:**
Diese Aufgabensequenz übt das Umgehen mit linearen Funktionen durch Verwenden unterschiedlicher Sichtweisen und Begriffe (Schnittpunkt, Aufgabenvariation, Nullstelle).

1. **Lösungen von LGS**
Gib drei LGS an! Das erste soll eine Lösung besitzen. Das zweite soll unlösbar sein. Das dritte LGS soll unendlich viele Lösungen haben.
Hilfen findest du auf den Seiten 20 und 21 im Buch.

- **Anmerkung:**
Der Schüler kann hier ggf. das Buch benutzen, lernt also den Gebrauch von Hilfsmitteln. Der Taschencomputer kann dazu dienen, die Lösungsarten zu überprüfen. Vom Rechnen wird weitgehend abgesehen, aber das Verständnis wird überprüft.

2. Löse die folgende Aufgabe graphisch!
I $3x - 2y = 5$ II $2x - 3y = 0$
Ändere die Gleichung II so ab, dass die beiden Geraden parallel sind !

- **Anmerkung:**
Hier kann der Taschencomputer erneut dazu dienen, die Überlegungen durch Darstellen der beiden Geraden zu überprüfen. Der Schüler hat damit Rückmeldungen, ohne dass er den Lehrer benötigt.

Die folgende Hausarbeit stammt von Simone Enzenroß

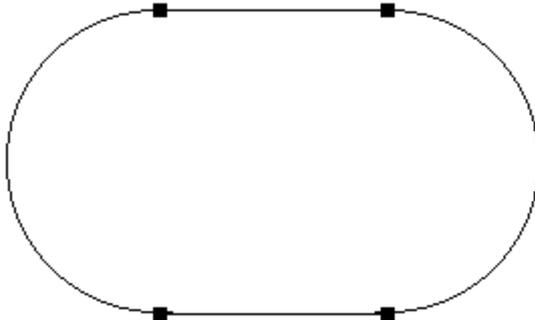
MA-9 **Hausaufgabe 14**
 Lehrerin: Simone Enzenroß

Abgabe:  Montag, den 11. März 2002
in mein Fach im Lehrerzimmer(98) oder in B 204

Wenn du den TI-92 benutzt, so gib bitte die notwendigen Befehle an (ohne ENTER)!

ACHTUNG: Bitte alle! Rechnungen aufschreiben, nicht nur die Ergebnisse!

1. Der Stundenzeiger einer Turmuhr ist 1,90 m lang. Welchen Weg legt seine Zeigerspitze an einem Tag zurück?
2. Kann ein Fass durch eine 1,20 m breite Kellertür gebracht werden, wenn das Fass an seiner „dicksten“ Stelle einen Umfang von 3,60 m hat?
3. Um ein Rad von 1,20 m Durchmesser ist ein 5 mm dicker Eisenreifen gelegt.
 - 3.1 Wie groß ist der äußere Umfang des Rades ohne Eisenreifen?
 - 3.2 Wie groß ist der äußere Umfang des Rades mit Eisenreifen?
4. Wie groß ist der Flächeninhalt?



Die Figur (4.) wurde aus einem Rechteck herausgeschnitten. Wie viel Prozent macht der Verschnitt vom Flächeninhalt dieses minimalen Rechtecks aus? Warum muss man *minimales* Rechteck fordern?

5. Wie groß ist der Umfang der Figur unter 4.?
 - Anmerkung:
 Hier kann der Taschencomputer besonders zum Rechnen benutzt werden. So können sich die Schüler auf die Ansätze konzentrieren, so dass das mathematische Modellieren geübt wird.

Die folgende Hausarbeit stammt von Günter Dreeßen-Meyer

Mathematik mit dem TI92 Hausaufgabe1

Lehrer: Günter Dreeßen-Meyer – Klasse 8

Aufgabe 1

Ergänze die folgenden Tabellen. Finde die dazugehörige Gleichung.

X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
-4	-8		-4			-3	-3		-5	-9
-2	-4		-2			-2	-1		-3	-5
0	0		0			0	3		1	3
2	4		2			1	5		3	7
5	10		5			4	11		5	11
y =			y = 2x - 2			y = 2x + []			y =	

Gib die Gleichung in den y= -Editor ein und kontrolliere mit TRACE die Tabellenwerte. Stelle im Graph-Editor den ZOOM auf ZoomDec ein.

Welche Lage haben die vier Geraden zueinander? Woran mag das liegen?

- Anmerkung:
Diese Aufgabe übt den Umgang mit Tabellen, von Hand erstellt, aber auch mit geeigneten Einstellungen am Computer. Darüber hinaus wird der Vorgang der Erstellung passender graphischer Darstellungen mit dem TI-92 gefestigt.

Aufgabe 2

Lösche die alten Angaben im y= -Editor. Und gebe jetzt die vier neuen Gleichungen ein.

$$g1: y = -2 \cdot x + 1$$

$$g2: y = \frac{1}{2} \cdot x - 3$$

$$g3: y = -2 \cdot x - 1$$

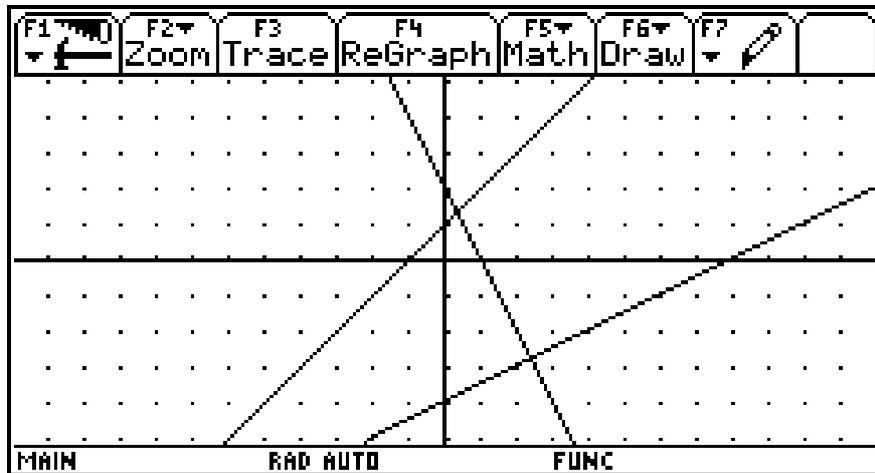
$$g4: y = \frac{1}{2} \cdot x$$

Wie liegen die Geraden zueinander. Woran mag das liegen?

- Anmerkung:
Der Taschencomputer dient zum Zeichnen. Das Ergebnis ist Grundlage für das Nachdenken über die Situation.

Aufgabe 3

Im Bild sind drei Geraden angegeben. Versuche Punkte auf den Geraden abzulesen. Trage sie in der Tabelle ein. Stelle die Gleichung auf und zeichne zur Kontrolle.



X	Y		X	Y		X	Y
$y =$			$y =$			$y =$	

- Anmerkung:
Die drei Aufgaben zeigen, wie man durch verschiedene Aufgabenstellungen, die sich um die gleiche Sache ranken, mathematische Sachverhalte von verschiedenen Sichtweisen her festigen kann.

Bemerkenswert!

3.6 Workshop 7 - Projektende – Planungen

Mit dem Juli 2002 endete das CAS-Projekt.

Ergebnisprotokoll des Workshops am 2.7.2002

1. Überlegungen zur Auswertung des zweiten Schülerfragebogens. Dieser wurde inzwischen von fast alle KollegInnen gemailt.

2. Organisation der Unterrichtsbesuche der bundesweiten CAS-Gruppe Esper / Heinrich am Mittwoch, d. 18. September 2002. Diesen Tag gestalten wir und es wäre gut, wenn möglichst alle teilnehmen. Die Planung sieht so aus:

- 17.9. Wir treffen uns abends mit den Teilnehmern der Veranstaltung (ca. 30):
Kennenlernen, kurzes Vorstellen der geplanten Stunden.
- 18.9. 3.Stunde: Unterrichtsbesuche an verschiedenen unserer Schulen,
4.Stunde: Besprechung der Stunden,
Mittagessen.

Danach Fahrt zur Tagungsstätte und

- alle gemeinsam: Diskussion über erlebten CAS-Unterricht,
- Berichte aus unserem CAS-Projekt - verschiedene Themen,
- Abendessen und gemütliches Beisammensein

3. Bestandsaufnahmen

4. Planung für das nächste Schuljahr –

4.1 Projektfortsetzung

a) Das Projekt soll im nächsten Schuljahr in Klasse 10 (in der Carl-von-Ossietzki-Schule in Klasse 9) fortgesetzt werden, allerdings vermutlich in einer weniger intensiven Betreuungsform.

b) Es werden weiterhin begleitende Workshops (zum Unterricht in Klasse 10) stattfinden.

Bitte notieren: Der erste Workshop wird verabredungsgemäß bereits am 28. August 2002 (Mittwoch), 15-19 Uhr, Rückert-Oberschule, stattfinden. Thema: *TI-92-Einsatz in der Unterrichtseinheit „Trigonometrie“*. Das sollte an allen Schulen die erste UE sein. Hierfür werden Beiträge zur Vorstellung gesucht! Falls Sie etwas haben: Bitte das Vorhaben zu mir mailen.

c) Unterrichtsbesuche bzw. Schulbesuche wird es nur auf Wunsch geben.

d) Klassenarbeiten sollen weiterhin ausgetauscht und zu mir gemailt werden.

e) Interessante Arbeitsbögen bitte selbst untereinander austauschen.

f) Im Mittelpunkt des Interesses steht die Frage „Wieviel White-box, wann Black-box“?

g) Das Seminar von Herrn Dr. Meyfarth wird weiterhin beteiligt.

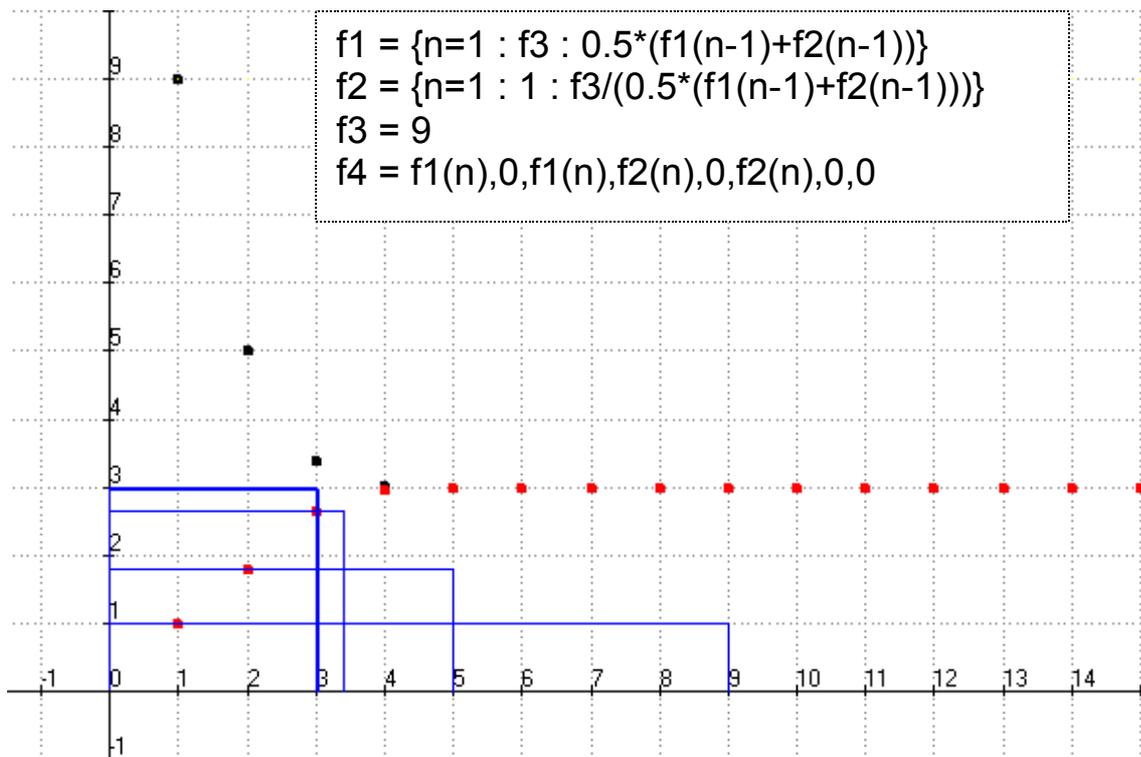
4.2 Neue Rechner

Falls es weitere Rechner von KORBIT (Hr. Neufert) gibt sind je nach Anzahl der Rechner (jetzt Voyage 200) folgende Aktivitäten geplant:

a) Nach dem gegenwärtigen Stand können nur die MBO und die PNO Lehrer finden, die einen neuen Durchlauf in Klasse 9 durchführen. Hierzu würden Rechner bereitgestellt.

b) Mit weiteren Rechnern ist ein neues CAS-Projekt geplant, Arbeitstitel „CAS-Einsatz bei Klausuren und beim Abitur“. Hierbei sollen die Leistungskurse und Profilkurse ausgewählter Schulen mit dem Voyage 200 ausgerüstet werden.

4 Aus dem Unterricht - ausgewählte Dokumente



Graphische Demonstration des Heron-Verfahren

Darstellung mit Hilfe rekursiv definierter Folgen

Benutzung des Programms von ANIMATO

4 Aus dem Unterricht – ausgewählte Dokumente

Wie in den Kapitel 1 und 2 vorgestellt, sind die Schwerpunkte der Projektarbeit und damit auch der Projektdokumentation durch die Lehrer in den Punkten

- Klassenarbeiten,
 - Arbeitsblätter,
 - Hausaufgaben
- zu sehen.

Um diese Dokumente in den gesamten Unterricht einer Lerngruppe einordnen zu können, wurde ein Formblatt entwickelt, das den groben Ablauf der einzelnen Unterrichtsreihen und insbesondere Elemente des TI-92-Einsatzes festhält.

Die Vernetzung zwischen

- einer vorhergehenden Tagung, an der einige Projektlehrer teilnahmen,
 - einem einleitenden Workshop,
 - einer Datei mit verschiedenen Möglichkeiten zum Heron-Verfahren,
 - dem folgenden Unterricht mit der groben Unterrichtsdokumentation (Formblatt),
 - und der abschließenden Klassenarbeit
- wird am Beispiel der Unterrichtseinheit „Reelle Zahlen“ dargestellt.

4.1 Dokumente zur Unterrichtsreihe „Reelle Zahlen“

Bei der Unterrichtsreihe über reelle Zahlen bieten sich zahlreiche wirkungsvolle Gelegenheiten des Computereinsatzes. Einige mögliche Themen wurden von einigen Projektlehrern auf einer Tagung zusammengestellt und dann im nächsten Workshop (6.11.2001, siehe unten) erläutert.

Auszug aus dem Workshop vom 6.11.2001

IV) Vorbereitung der Unterrichtseinheit über reelle Zahlen

Auf der vorhergehenden Tagung in Hubertusstock wurden von einer kleinen Gruppe mögliche Anwendungen des TI-92 für diese Unterrichtseinheit und dabei auch einige andersartige Fragestellungen als bisher diskutiert.

- Eine Skizze der besprochenen Inhalte wurde bereits über E-Mail verteilt.
- Frau Kollotschek berichtet darüber und legt eine grobe Unterrichtsplanung vor (wurde als Papier verteilt)
- Herr Stoß legt einen zweiten Ansatz vor, der von einer Gruppenarbeit anhand dreier Anwendungsaufgaben ausgeht (Unterrichtsmethode *Stationenlernen*).
- Auch für die Unterrichtseinheit R ergeben sich Einsparungsmöglichkeiten beim Rechnen mit Wurzeln und Möglichkeiten für vertieftes Verständnis durch Visualisierung (z. B. Wurzelfunktion)

Weiterhin wurde über mehrere Möglichkeiten des TI-92-Einsatzes beim Heron-Verfahren berichtet (Papier verteilt, wegen der Demo-Zeichnung wird die Datei noch einmal im Anhang übersandt).

Verteilte Papiere:

- Klassenarbeiten Umfrageergebnisse 2 Entwürfe für die UE „reelle Zahlen“
- TI-Bilder zum Heron-Verfahren und Demozeichnung, erstellt mit ANIMATO

Hubertusstock, 23.10.2001

Klasse 9, reelle Zahlen mit CAS
Zusammenstellung von Möglichkeiten der Verwendung von CAS
(nur eine Skizze – keine Unterrichtsreihe)

- 1) Intervallschachtelung $\sqrt{2}$
 - ausprobieren, 1.4^2 , 1.42^2 usw.
 - gezielter: Tabelle, tableset, immer besser schachteln, dazu die Grafik $y=x^2$, $2 = x^2$
 -
- 2) Ausnutzen der Parameterdarstellung (parametric) $x(t)=t$, $y(t)=t^2$ und $x(t)=t^2$, $y(t)=t$
- 3) Heron
 - Programmieren? Nein, evtl. gibt Lehrer Programm vor, erläutern, benutzen
 - „Vor“-Programm: Die notwendige Schleife, schrittweise von Hand durch fortlaufendes Einsetzen.
- 4) Taschenrechner-Zahlen
 - neuartig, methodisch anspruchsvoll, ABO!!
 - Siehe Baumann, alte Taschenrechner-Hefte, ältere Fachzeitschriften
 - Mode: auto, exact, approx
 - $\sqrt{2}=1.4\dots$, wieder quadrieren, Rundung auf $\sqrt{2}$, eine Stelle wegnehmen, Abhängigkeit von Float xx
- 5) Zahlendarstellung im Rechner base, dec, bin, hex – Umwandlungen
 - Darstellung im Rechner als Binärzahlen, Problem Nachkommastellen $2^{(-1)}$, $2^{(-2)}$,...
 - (Wahlpflichtfach!), 14.5 in dual, 14.6 in dual!
- 6) $\sqrt{2}+\sqrt{6}$, Entdecken von Gesetzen, factor, expand, Handrechnung in einfachen Fällen
- 7) Sonderfälle wie $\sqrt{(-9)^2}$ usw.
- 8) Wie macht man Irrationalität? Zwischen 2 rat. Zahlen immer noch eine weitere – auch mit CAS: $(a+b)/2$
 Q nicht dicht, neue Zahlen $\sqrt{}$, bzw. Cantor-Diagon.Verf., $\sqrt{10}$ nicht rational.
 Zusammenfassung: Methodisch teilweise schwierig, durchdachte ABOs nötig.
- 9) Mehrfaches Quadratwurzel ziehen, z.B. $17 \rightarrow w$, $\sqrt{w} \rightarrow w$, fortlaufend den letzten Befehl abschicken.

Die vom Projektleiter über E-Mail allen Teilnehmern übersandte Datei zum Heron-Verfahren wurde in Teilen während des Workshops in einer intensiven Fortbildungsphase am Rechner bearbeitet.

Lehrerfortbildung zur TI-92-Benutzung:
 Heron-Verfahren zur angenäherten Wurzelberechnung

F1	F2	F3	F4	F5	F6
←	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear a-z...
■ $.5 \cdot \left(x0 + \frac{zahl}{x0} \right) \rightarrow x1$			$\frac{.5 \cdot (x0^2 + zahl)}{x0}$		
■ 9 ÷ zahl			9		
■ 1 ÷ x0			1		
■ x1 ÷ x0			3.4		
■ x1 ÷ x0			3.02353		
■ x1 ÷ x0			3.00009		
■ x1 ÷ x0					
MAIN		RAD AUTO		FUNC 6/30	

Abb. 1: Weg 1, Berechnung von Quadratwurzel(9)

Eingabe der Heron-Formel

Es soll die Wurzel aus 9 gezogen werden. Der Anfangswert sei 1.

Wiederholtes Drücken der Enter-Taste.

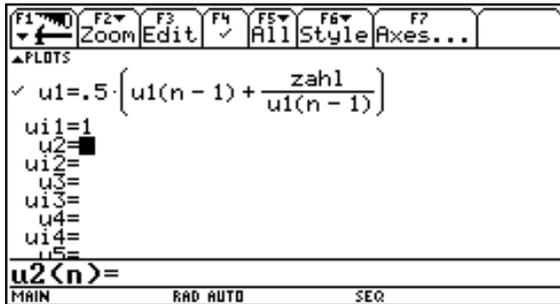
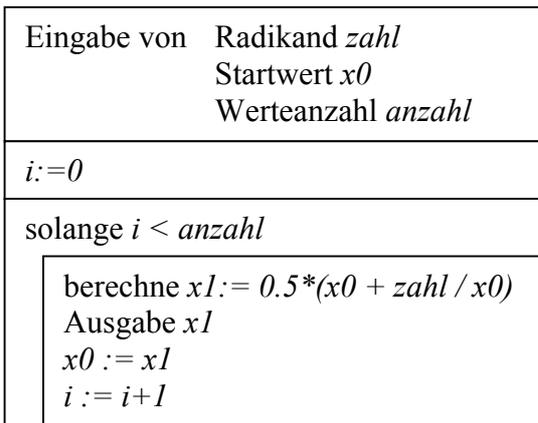


Abb. 2: Weg 2, rekursive Definition der Folge (*mode, sequence*). Wie oben wurde vorher $9 \rightarrow$ *zahl* im Home-Editor eingegeben. Nun braucht man nur noch jeweils die Zahl eingeben und *TABLE* aufrufen.

n	u1				
1.	1.				
2.	5.				
3.	3.4				
4.	3.0235				
5.	3.0001				
6.	3.				
7.	3.				
8.	3.				

n=1.



Weiteres:

- Experimente mit unterschiedlichen Startwerten für *x0*
- Graphische Darstellung der Folgen
- Wie kommt es zur Formel?

Abb. 3: Weg 3, der Algorithmus in Struktogrammform. Dieses ist unmittelbar in ein Programm übersetzbar

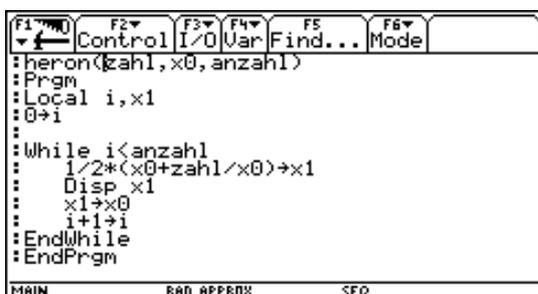


Abb.4

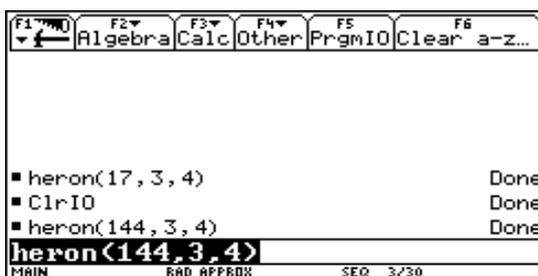


Abb.5

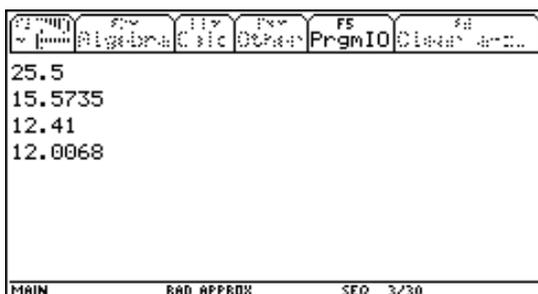


Abb.6

Ein Programm zum Heron-Verfahren, realisiert mit dem TI-92

- Programmaufruf mit den Parameterwerten *zahl* = 17, *x0* = 3 und *anzahl* = 4
- Löschen des IO-Bildschirms (F5)
- Ein weiterer Programmaufruf
- 4 Näherungswerte für Quadratwurzel(144)

Heron-Verfahren - Weitere Lösungswege:

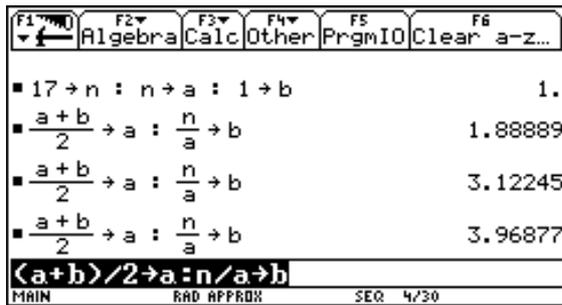


Abb. 7: $\sqrt{17}$ mit Heron (im Home-Editor)

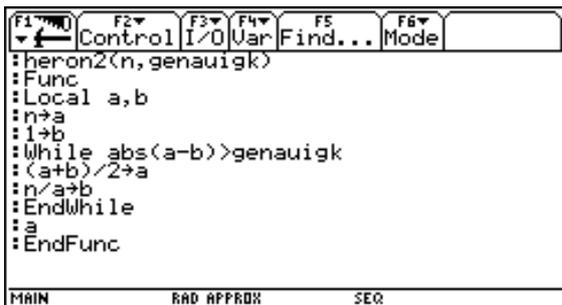
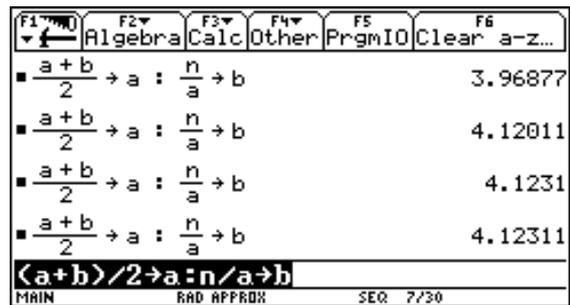


Abb. 8: $\sqrt{17}$ als Funktion

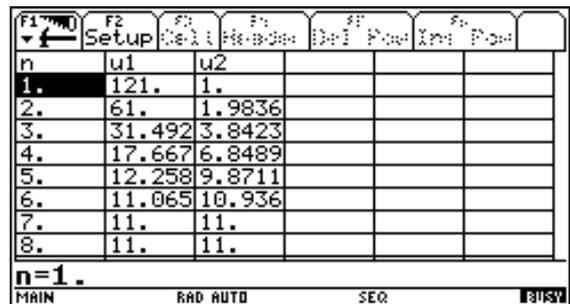
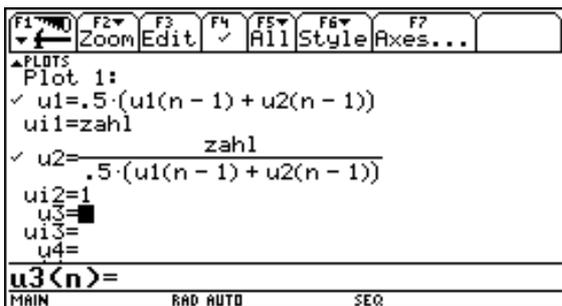
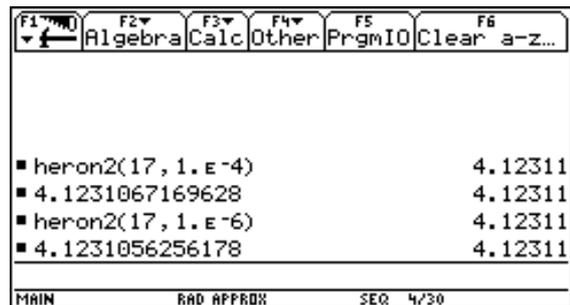
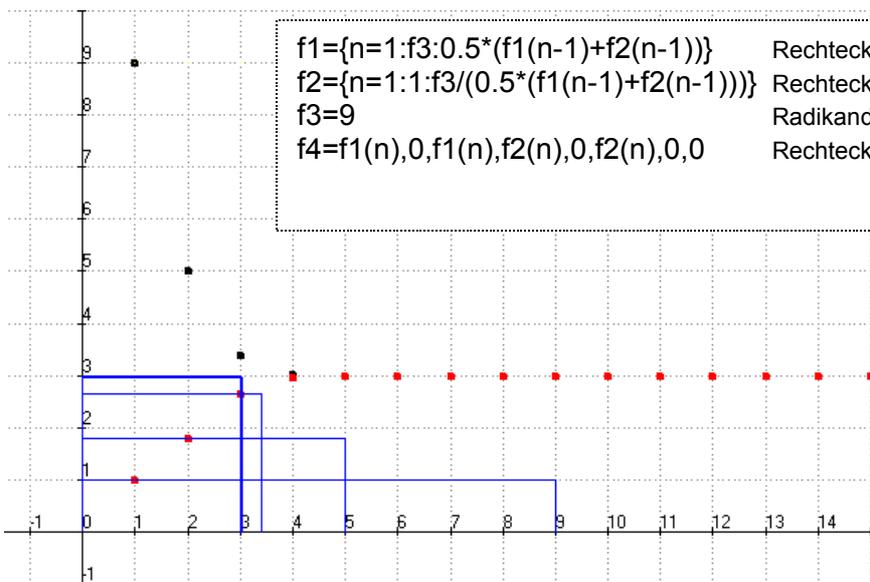


Abb.9: $\sqrt{121}$, im Home-Editor wurde 121 \rightarrow zahl eingegeben



$f1 = \{n=1:f3:0.5*(f1(n-1)+f2(n-1))\}$ Rechteckseite 1, Start mit dem Wert 9
 $f2 = \{n=1:1:f3/(0.5*(f1(n-1)+f2(n-1)))\}$ Rechteckseite 2, Start mit dem Wert 1
 $f3=9$ Radikand
 $f4=f1(n),0,f1(n),f2(n),0,f2(n),0,0$ Rechtecke zeichnen

Abb.10
Graphische
Demonstration des
Heron-Verfahrens für
 $\sqrt{9}$. Darstellung mit
Hilfe rekursiv
definierter Folgen.
Benutzung von
ANIMATO.

Beispiel eines Formblatts zur Unterrichtsdokumentation

Unterrichtsdokumentation Paul-Natorp-OS / Dr. Meyfarth

Lehrer: Dr. Meyfarth Klasse: 9a Tag	Thema der Unterrichtseinheit: Reelle Zahlen Kurzbeschreibung des Unterrichts	Anmerkungen, Hinweise auf Arbeitsbögen, TI-Einsatz, Auffälligkeiten,
6. 11. 2001	Lernen an Stationen, jeweils versch. Gruppen: Brückenbogen	TI: Graph, Darstellung des Parabelbogens, Schnittpunkte
8. 11.	Gruppe: DIN A Papier Gruppe: Grundstück	TI: Wurzelberechnung TI: Flächen, Wurzeln
9. 11.	Wandertag	
13. 11.	Heron-Verfahren (Quadratwurzel)	TI: Näherungsverfahren (Referendarin: Frau Treder) (Besuch: Herr Lehmann, Projektl.)
15. 11.	Heron-Verfahren (Kubikwurzel)	TI: Näherungsverfahren mit langsamer Konvergenz
16. 11.	Eigenschaften von Wurzeln	TI: Rechenhilfe, Kopfrechnen
20. 11.	Intervallschachtelung, Wurzel (2)	TI: Rechnereigenschaften (Referendar. Herr Kabsch)
22. 11.	Weitere Intervallschachtelungen, Kubikwurzeln	TI: <i>solve-Befehl</i> , Rechenhilfe
23.11.	Übungen mit Wurzeln	
27.11.	Wurzel-Regeln (Quadratwurzeln)	TI: Beispiele, (Referendarin. Frau Bose)
29.11.	Regeln, Beispiele, Gegenbeispiele	TI: <i>solve-Befehl</i> , Rechenhilfe,
30. 11.	Wandertag	
4. 12.	Umformen von Wurzeltermen	TI: <i>Mode exact</i> , Erklärung der Rechnerergebnisse (Referendarin: Frau Molero)
6. 12.	Übungen mit Wurzeltermen	TI: Algebra: <i>comDenom</i> , Erklärung durch die Schüler
7.12.	Vereinfachen von Termen	TI: Geeignete Einstellung wählen
11. 12.	Umformungen: Brüchen in Dezimalzahlen und umgekehrt	TI: Als Rechenknecht
13. 12.	Übungen im Rückblick	TI: Schüler wählen geeignete Einstellung, Liste mit Beispiel-aufgaben für die Klassenarbeit
14. 12.	Fragen und Probleme um Wurzeln	TI: Übungen
15.12.	Klassenarbeit	TI: Verwendung bei fast allen Aufgaben
18. 12.	Rückgabe der Klassenarbeit an 9a: Note: I II III IV V VI Anzahl: 7 8 7 3 0 0 Durchschnitt: 2.24	Hinweis: Die Arbeit wurde von allen drei Lehrern der Schule gemeinsam entworfen und geschrieben.
20. 12	Abgabe der Berichtigung durch die Schüler	Letzter Mathematik-Unterricht vor Weihnachten

Die Klassenarbeit der Paul-Natorp-Schule

Paul-Natorp-Oberschule (Dr.Meyfarth, Gussmann, Stoss)

2.Klassenarbeit Klasse 9 14.12.2001

1. Wandle um in einen Bruch

a) $a) 0.\overline{5}$ $b) 0.24\overline{3}$

Bei Aufgabe 1 könnte das CAS zur Rechenkontrolle verwendet werden.

8

2. Berechne!

a) $\frac{\sqrt{225}}{150}$ b) $\frac{\sqrt[3]{64}}{\sqrt{64}}$ c) $\sqrt[3]{\frac{\sqrt{4}-\sqrt[3]{8}}{\sqrt{1}}}$ d) $\sqrt{0.1} : \sqrt{\frac{1}{100}}$

8

2a) und 2b) sind Aufgaben, die man auch im CAS-Zeitalter noch von Hand berechnen können sollte. 2c) und 2d) sind zwar ebenfalls leicht zu rechnen – eine Eingabe in das CAS würde vermutlich länger dauern! Dabei wäre die Termstruktur von großer Bedeutung. Aber die Aufgabenart dürfte im späteren Unterricht kaum vorkommen.

3. Vereinfache schriftlich im Heft! Schreibe mindestens einen Zwischenschritt auf.

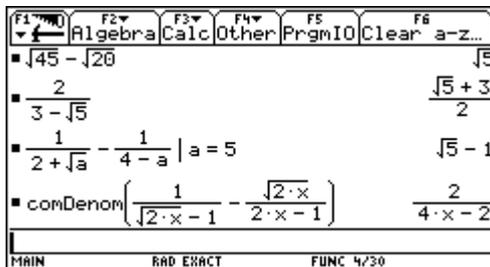
a) $(\sqrt{x} - y)(\sqrt{x} + y)$ b) $\sqrt{0.2x} \cdot \sqrt{0.05x}$

6

3a) und 3b) sind ebenfalls zur Übung von Handrechnung geeignet.

4. Erkläre die vier Rechnungen, die der TI92 durchgeführt hat, indem du die Zwischenschritte aufschreibst. Du musst die Aufgaben nicht neu eingeben.

12



Aufgabe 4 kombiniert das CAS (Eingabe – Ausgabe) mit Erläuterungen zum Zustandekommen der ausgegebenen Ergebnisse. Ein häufig möglicher Typ von CAS-Aufgaben, der empfohlen werden kann.

5. Führe bei diesem Heron-Verfahren noch 2 Schritte durch und erkläre dein Ergebnis. – Stelle hierzu den TI92 auf EXACT und Display-Digit: FLOAT 4. Zeige durch geschickte Umformungen, was mit dem Heronverfahren berechnet wird!

7

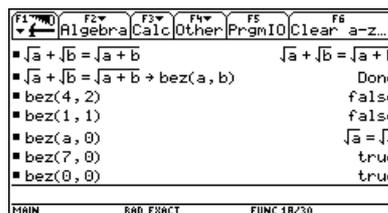
$$x + \frac{17}{2} = \frac{x}{2} / x = 4 \quad 4.125$$

Das Heron-Verfahren lässt sich gut mit CAS bearbeiten.

6. Begründe, warum es keine Rechenregel $\sqrt{a} + \sqrt{b} = \sqrt{a+b}$ gibt.

3

Aufgabe 6 ist an sich rechnerunabhängig (Gegenbeispiel angeben), wengleich ein CAS auch hier helfen kann. Reicht die nebenstehende Begründung?



Kommentare: Lehmann

Summe 44

Weitere Klassenarbeiten zur Unterrichtseinheit „Reelle Zahlen“ (mit Kurzkomentaren zur Aufgabenstellung)

Mathematik	2.Klassenarbeit	9.Klasse/ 14.12.2001
Diesing , Wapler, Kollotschek Gottfried-Keller-OS	Wurzelrechnung/Reelle Zahlen	Keine Hilfsmittel!!

1.Aufgabe (16 BE): Vereinfache den Wurzelterm und berechne soweit wie möglich!

$$\begin{array}{ll} \text{a) } \sqrt{4400} = & \text{c) } \sqrt{14} \sqrt{18} = \\ \text{b) } \frac{\sqrt{288}}{\sqrt{108}} = & \text{d) } \sqrt{144 - 64} = \end{array}$$

Bei den Aufgaben a) bis c) lässt sich gut diskutieren, ob diese Fähigkeiten heute noch händisch verlangt werden sollen.

2.Aufgabe (10 BE): Mache den Nenner rational und fasse soweit wie möglich zusammen!

$$\text{a) } \frac{a-b}{\sqrt{a}+\sqrt{b}} = \quad \text{b) } \frac{\sqrt{7}+4\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} =$$

Hier gilt die gleiche Anmerkung wie bei Aufgabe 1, wohl noch verstärkt.

3.Aufgabe (6 BE): Du siehst auf dem Bildschirm des TI 92 (CAS) Folgendes:

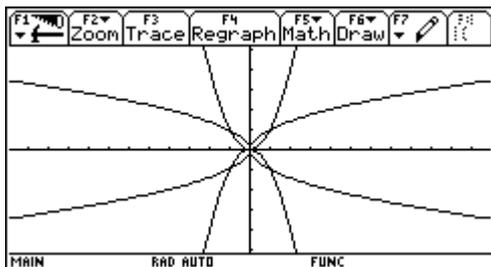
$$\sqrt{3} + \sqrt{12} + \sqrt{27} + \sqrt{48} \qquad 10\sqrt{3}$$

Erkläre im Text die Vorgehensweise des TI 92 .

Eine schöne Aufgabe, die das mathematische Verständnis fördert und dennoch Grundwissen am einfachen Fall (händisch) verlangt.

4.Aufgabe (8 BE):

Der folgende Graph ist mit dem TI 92 aus 6 verschiedenen Funktionen erstellt worden.



Auch dieser Aufgabentyp, der mit einem Computerbild arbeitet, verlangt vom Schüler weit mehr Verständnis und Können, als es stures Rechnen leisten könnte.

a) Gib die Funktionsgleichungen an und ordne jedem Teil des Graphen die entsprechende Funktion zu.

b) Warum konnte das Bild nicht aus nur 4 Funktionsgraphen erzeugt werden ?

Kommentare (Lehmann)

Edling, 19.12.01, Kl. 9 a
Rückert-Oberschule

Name:

2. Klassenarbeit (Thema : Reelle Zahlen und Wurzeln)

1. Bestimme mit dem Heron – Verfahren angenähert die Wurzel von $\sqrt{50}$.
Benutze dazu den Home – Editor vom TI- 92.
Dokumentiere die einzelnen Eingabe-Schritte.

Gut geeignetes Thema für CAS-Einsatz.

2. Verwandle den Dezimalbruch in einen gewöhnlichen Bruch.
Kürze soweit wie möglich.

a) 41,75 b) $0,\overline{240}$

Bei a) hilft das CAS sofort, bei b) kann es zur Kontrolle dienen.

3. Bestimme die Definitionsmenge des Wurzelterms .

a) $\sqrt{7 - 5x}$ b) $\sqrt{4 - x^2}$

solve(7 - 5x ≥ 0, x), x ≤ 1.4

4. Bestimme die Lösungsmenge .

$$5x^2 = 7x^2 - 18$$

Auch die weiteren Aufgaben ließen sich alle durch CAS-Einsatz schnell lösen. So kann man an dieser Arbeit gut die Frage diskutieren. Welche Aufgaben soll man noch ohne CAS lösen?

5. Berechne mithilfe der Wurzelregeln .

a) $\sqrt{0,16 \cdot 49}$ b) $\sqrt{0,09 \cdot 225}$ c) $\sqrt{0,8} \cdot \sqrt{180}$ d) $\sqrt{7} \cdot \sqrt{28}$

6. Vereinfache durch teilweises Wurzelziehen.

a) $\sqrt{720}$ b) $\sqrt{3a^2b^4}$ c) $\frac{\sqrt{36a}}{\sqrt{b^2}}$ d) $\frac{\sqrt{8a^2} \cdot \sqrt{9b^2}}{\sqrt{7x^2} \cdot \sqrt{7y^2}}$

e) $(4\sqrt{6} + 8) \cdot (4\sqrt{6} - 8)$ f) $\sqrt{1 + 2a + a^2}$

Kommentare (Lehmann)

Viel Erfolg !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

4.2 Dokumente zum Unterricht in Klasse 8

Wie oben angemerkt, waren an dem CAS-Projekt auch drei achte Klassen der Carl-von-Ossietski-Gesamtschule aus Berlin-Kreuzberg beteiligt, in denen auf Grund der Wohnlage viele türkische Schüler sind. Die Leistungsstärke der Klassen kann nicht mit der der beteiligten Gymnasien verglichen werden, siehe Schulbeschreibung in Kapitel 1.

Das Arbeiten mit Parametern in der Sekundarstufe 1

Dennoch haben sich Projektlehrer schon frühzeitig Aufgabenstellungen mit Verwendung von Bausteinen mit Parametern zugewandt. Hierzu wurde das Thema „Flächen- und Umfangsberechnung“ ausgewählt. Die folgenden Dokumente geben einen kleinen Eindruck von der Arbeitsweise und insbesondere der Berücksichtigung des Parameteraspekts in Klassenarbeiten oder Arbeitsbögen.

Bisher wurde in der Schule mit Parametern fast nur in der Sekundarstufe 2 gearbeitet. Die Verfügbarkeit von CAS kann diese Sachlage grundlegend ändern. Man vergleiche hierzu den in Kapitel 6 angefügten Beitrag von Eberhard Lehmann. Für die Sekundarstufe 1 ergeben sich neuartige Arbeitsweisen aus den folgenden Gründen:

- Bekanntlich werden im Unterricht im Laufe der Zeit zahlreiche Formeln zur Geometrie oder Algebra entwickelt und benutzt.

Beispiele: Flächeninhalt eines Trapezes $A(\text{Trapez}) = (a + b) \cdot \frac{h}{2}$
 binomische Formeln, etwa $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$

- Diese Formeln lassen sich unter Berücksichtigung der Parameter in das CAS eingeben und stehen damit als „Bausteine“ (Funktionen, Terme, Gleichungen usw.) für Anwendungsaufgaben oder zur Untersuchung ihrer Eigenschaften zur Verfügung. Man braucht sie nur „aufzurufen“.

Weitere unterrichtsrelevante Ausführungen über das Arbeiten mit Parametern in der Sekundarstufe 2 findet man in *Eberhard Lehmann: Mathematiklehren mit Computeralgebrasystem-Bausteinen, Franzbecker-Verlag, Hildesheim 2002.*

Eingabe der Definition im CAS	Reaktion, Ausgabe des CAS	Eingabe eines Aufrufs im CAS	Reaktion, Ausgabe des CAS
$(a + b) \cdot \frac{h}{2} \rightarrow \text{trapez}(a,b,h)$	done	trapez(3,4,5)	17.5
expand((a+b)^3)→bi(a,b)	done	bi(a,5)	$a^3 + 15a^2 + 75a + 125$

(A) Beispiel einer Klassenarbeit

Lehrer: Delitz

Mathematik 8 Umfangs- und Flächenberechnungen mit dem TI-92 Plus

TEST/KLASSENARBEIT„_____? *Enter*“ bedeutet: Schreibe auf, was du eingegeben hast !**1. Aufgabe**

a) Erzeuge einen Baustein „trafl“, welcher dazu dient, die Fläche eines Trapezes zu berechnen, wenn die Stücke a, c und die Höhe h gegeben sind.

_____? *Enter*b) Gegeben ist ein Trapez mit folgenden Maßen: $a=7,5$ cm $c=3,4$ cm $h=5,3$ cm. Bestimme $A(T)$ _____? *Enter* Ergebnis: $A(T)=$ _____c) Lasse den Rechner überprüfen, ob die folgende Aussage wahr oder falsch ist und kreuze das Ergebnis an. „Ein Trapez mit $a=7$ m, $c=5,2$ m und $h=3,47$ m hat einen Flächeninhalt von $21,167$ m²“._____? *Enter* true or false d) Bestimme unter Verwendung des **Solve-Befehls** die Länge der Trapezseite a. Gegeben sind $c=7,9$ m $h=5,1$ m und der Inhalt $A(T)=44,115$ m²._____? *Enter* Ergebnis: a=_____**2. Aufgabe**

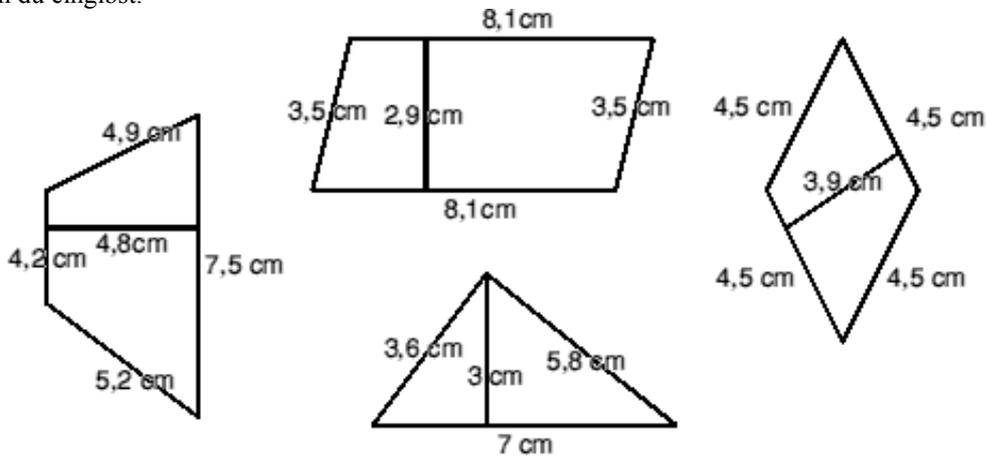
a) Erzeuge einen Baustein „drafl“, welcher dazu dient, die Fläche eines Drachens zu berechnen, wenn die Diagonalen e und f gegeben sind.

_____? *Enter*b) Bestimme unter Verwendung des **Solve-Befehls** die Länge der Diagonalen f. Gegeben sind $e=6,24$ dm und der Inhalt des Drachens $A(D)=23,1504$ dm²._____? *Enter* Ergebnis: f=_____**3. Aufgabe**a) Bestimme unter Verwendung des **Solve-Befehls** und eines geeigneten Bausteins die Länge der Rechteckseite b. Gegeben sind $a=27$ cm und der Rechteckinhalt $A(R)=118,53$ cm²._____? *Enter* Ergebnis: b=_____b) Bestimme unter Verwendung des **Solve-Befehls** die Länge der Rechteckseiten a und b. Der Umfang $u(R)$ beträgt $64,8$ cm und es gilt: $a=5 \cdot b$._____? *Enter* Ergebnis: a=_____ b=_____

Mathematikarbeit	TI-92	Teil2	13.11.2001
------------------	-------	-------	------------

Aufgabe 1

Berechne die Flächeninhalte der Figuren. Wenn du mit dem TI-92 arbeitest, so schreibe immer den Baustein auf, den du eingibst.



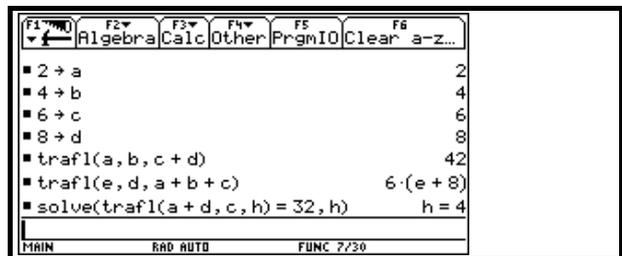
Aufgabe 2

Berechne die fehlenden Größen des Trapezes ABCD mit $a \parallel b$.

	i	ii	iii	iv
a	11,8 cm	6 cm	120 mm	
c	6,2 cm	4 cm		4,5 m
h	8,4 cm		0,8 dm	3,2 m
A		70 cm ²	84 cm ²	11,2 m ²

Aufgabe 3

Ein Ti-92-Benutzer hat die folgende Eingabe gemacht. Erkläre, wie die angegebenen Ergebnisse entstanden sind. Berechne selber!

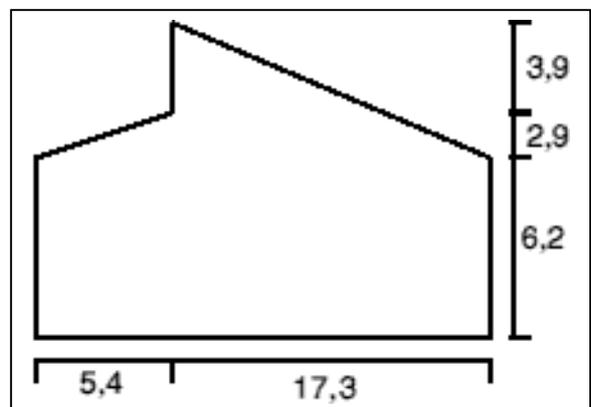


Aufgabe 4

Zeichne das Vieleck ABCDE in ein passendes Koordinatensystem und berechne den Umfang und die Fläche. $\{A(1|3), B(5|1), C(8|3), D(7|7), E(3|7)\}$.

Aufgabe 5

Die Giebelwand eines Hauses soll saniert werden. Der Maurer nimmt pro m² 22,95 DM und der Maler nimmt dann 15,98 DM pro m². Was hat der Hauseigentümer für die Sanierung zu bezahlen. Die Angaben in der Zeichnung sind Meterangaben



(B) Beispiel eines Arbeitsbogens

Lehrer: Dreeßen-Meyer

Steil & Co. mit dem TI-92 und Line
A2

Gegeben sind die vier Tabellen mit jeweils einem Anfangspunkt und einem Endpunkt. Mit Hilfe des Graphik-Befehls **Line** kann die Strecke von dem Anfangs- bis zum Endpunkt gezeichnet werden.

Vorgehen:

- Einschalten des Graphik-Bereichs: Graphik
- Löschen einer vorhandenen Graphik: DRAW (F6) 1:ClrDraw
- Einstellen eines besonderen Koordi-Systems ZOOM (F2) 4:ZoomDec
- Setzen der Gitterpunkte des Ko-Sys (F1) 9:Format Grid ON

Zeichnen einer Strecke:

- Aufrufen des Werkzeugs (F7) 3:Line
- Ansteuern des 1. Punktes mit der Bewegungstaste (Festhalten der [2nd]-Taste bewirkt eine Schrittweite von 1) → ENTER-Taste
- Ansteuern des 2. Punktes → ENTER-Taste
- Beenden mit der ESC-Taste

Tabelle 1	x	y
Anfangspunkt	4	2
Endpunkt	-2	-1

y=

Tabelle 2	x	y
Anfangspunkt	-2	4
Endpunkt	0.5	-1

y=

Tabelle 3	x	y
Anfangspunkt	9	3
Endpunkt	6	2

y=

Tabelle 4	x	y
Anfangspunkt	3	3.5
Endpunkt	1	2.5

y=

Arbeitsauftrag:

- Zeichne die vier Strecken mit dem Line-Befehl.
- Überlege, welche Gleichung gehört zu den einzelnen Tabellen?
- Gib die Gleichungen im **y=-Editor** ein und zeichne sie in die Graphik ein.
-

Zusatzaufgabe: Steil & Co. - selbst erdacht!

Zeichne ein Geradenbüschel, das die folgenden Eigenschaften erfüllt:

- alle Geraden sind Ursprungsgeraden,
- genau eine Gerade hat einen negativen Anstieg,
- genau ein Paar der Geraden steht senkrecht zueinander,
- genau eine Gerade ist flacher als $y = x$ und genau eine ist steiler als $y = x$.
-

Schreibe von jeder Geraden eine Tabelle mit zwei Punkten auf und dann auch die Geradengleichung.

(C) Kurzdokumentation der Unterrichtseinheit "Vierecke/Flächenberechnung"

Lehrer: Rill, Lerngruppe: 823/24, FE (CvO)

Tag	Kurzbeschreibung des Unterrichts	Anmerkungen
5.9.01	Flächeninhalt eines Rechtecks	
6.9.	Flächeninhalt und Umfang am Rechteck (Tabellen)	
10.9.(D) - Doppelstunde 100 min)	Ergänzen und Zerlegen von Figuren, so dass Rechtecke entstehen, Berechnung des Flächeninhalts	Lehrbuch, Schröder//Wurl Ma 8 S 100/3,4
12.9.	Erarbeitung der Formel zur Berechnung des Flächeninhalts eines Parallelogramms	S 101/4
13.9.	Flächeninhalt eines Dreiecks	S 102/4,3
17.9.(D)	Übungsaufgaben zu A(Dr) Einführung des TI 92	S 102/5,6 TI 92 als „Taschenrechner“
20.9.	Berechnungen von fehlenden Größen zum Parallelogramm in einer Tabelle mit dem TI 92	S 103/6
24.9.(D)	Erzeugung von Bausteinen <refl> und <reum>; Bedeutung der STO Taste ;	$a*b \rightarrow \text{refl}(a,b)$ $2a+2b \rightarrow \text{reum}(a,b)$ Berechnungen von Tabellen S 70/4
26.9.	Erläuterungen zu vorgegebenen Bausteinaufrufen Kontrolle des Speichers mit VAR-LINK	z.B. $\text{refl}(4,5)$ Fläche eines Rechteck mit der Länge $a=...$ und der Breite $b=...$ $\text{refl}(6,6)$ Quadrat Sachaufgabe S 70/5
27.9.	Sachaufgaben mit dem TI 92 (Berechnungen mit nur einer Eingabezeile) Wiederholung von Flächenformeln	S 70/6 ; S 100/1
1.10.(D)	Belegung von Variablen mit Zahlen; Kontrolle der Speicher Erläuterungen von Bausteinaufrufen Löschen der Speicherinhalte mit F6 1:Clear a-z Berechnung und Überprüfung einer fehlenden Größe beim Rechteck “I so dass“ mit 2nd K	z.B. $5 \rightarrow e; 6 \rightarrow f; 7 \rightarrow g$ $\text{reum}(e,f); \text{refl}(2e,f); \text{refl}(e+f,g)$ z.B. $\text{reum}(4,b)=60$ $b=26$ true
4.10.	Erarbeitung der Formel zur Berechnung des Flächeninhalts eines Trapezes	S 104/2
8.10.(D)	Übungsaufgaben zum Trapez Baustein <trfl> AB Trapez	$(a+c)/2*h \rightarrow \text{trfl}(a,c,h)$ Ausmessen und Berechnung
10.10.	Sachaufgaben mit dem TI 92 Anwendung der Bausteine	S 71/1,2,3
11.10.	Komplexe Sachaufgabe zur Flächenberechnung mit dem TI 92 ; verschiedene Lösungswege	Spiegel: Spiegelfläche, Rahmen
15.10.(D)	Sachaufgaben	u.a. S 105/1
17.10.	Wiederholung und Vergleich von Berechnungen am Beispiel von Formel und Baustein	z.B.: “Wir“ $A=a*b$ ”TI 92“ $\text{refl}(a,b)$
18.10.	Binnenkontrolle Flächenberechnung	
24.10.	Eigenschaften des Parallelogramms Konstruktion	
25.10.	Raute, Rechteck und Quadrat als besondere Parallelogramme, Umfrage über TI 92	
5.11.(D)	Konstruktion von Trapezen und Drachen; Übersicht Vierecke	S 38/3 S 41/2,3

(D) Kurzdokumentation der Unterrichtseinheit Funktionen

Lehrer:Hr. Delitz, Lerngruppe:821/22, VI; 1.O/OG

Tag	Kurzbeschreibung des Unterrichts	Anmerkungen
7.11.	Kurze Wiederholungen, Maßstabsumrechnungen, Einführung in die Bearbeitung von Zuordnungsaufgaben	
8.11.	Darstellung und Interpretation von Funktionsgraphen aus „ Schnittpunkt 8 “ S.78/79	Ausgezeichnetes Buch mit sehr vielen geeigneten UE-Einstiegsaufgaben
12.11.	Lösung verschiedener „Zuordnungsaufgaben“ aus Schnittpunkt S.78/79	
14.11.	Einführung in lineare Funktionen (Graph & Funktionsgleichung)	
15.11.	Musterbeispiele, dann Einsatz des AB's „ Steil & Co “, 1. Blatt	
19.11.	TI-92-Einsatz zwecks Darstellung der Funktionsgleichungen vom 1. Blatt „Steil & Co“ (ZoomDec, Trace, tableset, y= etc.) 2. Blatt s.o.	
21.11.	Untersuchung linearer Funktion mit dem TI -92 mit dem Ziel: Bedeutung von m und n	
22.11.	$y=3/5x+1$ Analyse der Wertetabelle und graph. Umsetzung	
26.11.	Entwicklung einer Tabelle mit ausgewählten Steigungen und zugeh. Abbildungen, Abzeichnen vorgegebener Graphen u. Aufstellen der Funktionsgl. Kontrolle mittels des Ti-92	
28.11.	Einführung in die Schnittpunktsbestimmung, zunächst zeichnerisch, Kontrolle mittels Trace und Table	
29.11.	Erarbeitung des Ansatzes zur rechner. Best. des Schnittpunkts, Beweis: $f(x+1)=f(x)+m$ AB Ursprungsgeraden	
3.12	Einige Schnittpunktsbestimmungen zu Fuß, dabei Wiederhol. Bruchrechenregeln, Exkurs: alternative Herleit. der Trapezflächenformel & Kopfrechen-Konzentrationsübungen.	
5.12.	Schnittpunktsbestimmungen mittels des solve-Befehls , Hausaufgabenkontrolle mit TABLE	
6.12.	Aufgabe 13, S 91 aus „ Schnittpunkt 8 “ mit anschl. Eingabe der Gleichungen in den TI	Hierbei erwies sich der Rechnereinsatz als besonders effektiv in jeder Hinsicht!
10.12.	Fortsetzung der Aufgaben und Ergebnissicherung, Einführung und Durchführung eines Wettbewerbs in „Staffellaufform“	
12.12.	Gemischte Übungen: Geradenschnellkonstruktionen, Wertetabellen, Schnittpunkte	
13.12.	Schnittpunktsbestimmungen mit m und n aus Q	
17.12.	Aufstellung der Funktionsgleichung bei 2 geg. Punkten, Einsatz von AB 2 mit Anwendung des Line-Befehls	
19.12.	AB 3 und TI-92-Einsatz : Erzeugung von Vierecken durch sich schneidende Geraden	
20.12.	Ergänzende Übungen zur Vorbereitung der Biko z.B. Lücken in der Wertetabelle bzgl. $y=-4/7x+2$	
7.1.	Binnenkontrolle Lineare Funktionen ohne TI	

(E) Ein Geradenbaustein – Unterrichtsmaterial für den TI-92

zum Einsatz im 8. Jahrgang und auch später

Günter Dreeßen-Meyer, Carl-von-Ossietzky-Oberschule, 6.6.2002

Der Arbeitsbogen wurde von mir eingesetzt, um das Thema „Lineare Funktionen“ bei den Schülern wieder wachzurufen. Gleichzeitig konnten die Schüler ihre Kenntnisse des TI-92 erweitern. – Die Anregung stammt aus dem Klett-Heft *Mathematikunterricht anders – offenes Lernen mit neuen Medien*, Hrsg. Barzel / Böhm (ISBN 3-12-720028-5)

Mathematik 8	Lineare Funktionen	Wiederholung
--------------	--------------------	--------------

Du sollst zuerst einen neuen Baustein in Deinem TI-92 bereitstellen:

$$m \cdot x + n \rightarrow g(m, x, n).$$

- Untersuche jetzt die Bedeutung des Bausteins. Führe dazu die folgenden Eingaben aus, notiere, was der TI-92 macht und erläutere das Ergebnis.

Aufruf des Bausteins	Ergebnisse, Beschreibungen
$g(2, x, 3)$	
$g(-\frac{1}{2}, x, 2) \rightarrow y1(x)$	
$g(\frac{2}{3}, x, n) n = \{-1, 2, 3, 4\}$	
$g(m, x, -1.5) m = \{-\frac{1}{4}, 1, \frac{3}{4}\}$	
$g(2, 3, -1)$	
$g(-1, x, 3) x = \{2, -2, 4, \frac{2}{3}\}$	
$g(3, 4, -2) = 10$	
$g(-3, 3, 2) = 2$	
$\text{solve}(g(-2, x, 4) = 0, x)$	
$\text{solve}(g(-2, x, 4) = 6, x)$	
$\text{solve}(g(m, 1, 4) = 2, m)$	
$\text{solve}(g(-\frac{2}{3}, 6, n) = 1, n)$	

- Schreibe jetzt noch selbst Aufrufe des Bausteins auf und tausche sie zur Bearbeitung mit Deinem Nachbarn aus.

4.3 Weitere Unterrichtsdokumente

4.3.1 Aus der Unterrichtseinheit „Pythagoras“

Für die Unterrichtseinheit „Pythagoras“ werden unterschiedliche Unterrichtsdokumentationen aus zwei Schulen bzw. von drei Kollegen angeboten. Interessant, wie unterschiedlich Planungen und Unterricht ausfallen können!

(A) Pythagoras – Formblatt zur Unterrichtsdokumentation

Gottfried-Keller-Gymnasium, Lehrerin: Kollotschek, Klasse: 9.3

Thema der Unterrichtseinheit: Satz des Pythagoras

*Verwendung
diverser Medien*

Tag	Kurzbeschreibung des Unterrichts	Anmerkungen, Auffälligkeiten
15.1.2002	Feldhausen: Einstieg über Flurbereinigung	s. Beispiel aus der Zeitschrift mathematik lernen
18.1	Zerschneidungen	AB (s. mathematik lernen)
21.1	dynamischer Pythagoras / Lernumgebung mit geonext	Computerarbeit mit Lernumgebung (Baptist u.a)
22.1	Auswertung, Formulierung des S. v. Pythagoras	Auswertung der Schülerarbeiten am Computer zeitaufwendig
25.1	Quadratzerlegungen, prakt. Übungen, Beweis des Satzes	ABO aus mathematik lernen OH-Folien
28.1	Pythagoras als Person (Film)	Video: Geschichte der Mathematik
11.2	Pythagoras, Pentagramme, Satz von Thales	ABO
15.2	pythag. Zahlentripel, pythag.-Baustein	AB, TI-92, Bausteinverwendung
18.2	Anwendungsaufgaben	HA . 88 Nr. 6
19.2	Anwendungsaufgaben S. 84/85, S.90 Nr. 6	Problematik der erfüllenden Einsetzungen
22.2	Zahlentripel mit TI	Schülerreferat mit Internet-Recherche
25.2	Anwendungen zur Pyramidenberechnung	Schülerreferat
26.2	Umkehrbarkeit von Sätzen, Umkehrung des Satzes v, Pythagoras	
5.3	Wiederholung Wurzeln, Übungen zur Klassenarbeit	
8.3	Klassenarbeit	KL
11.3	Besprechung der Klassenarbeit	
12.3	Berechnungen an Pyramide (Forts)	Zelt, Cheopspyramide
19.3	Kathetensatz mit Beweis	
8.4	Anwendungen Kathetensatz und Baustein	
9.4	Höhensatz mit Baustein	TI-92, Bausteinverwendung
12.4	Berechnungen von Seitenlängen, Höhen und	

Dieses Formblatt zur Kurzbeschreibung von Unterricht zeigt insbesondere die Vielseitigkeit der heute verwendbaren Medien. Der folgende Entwurf dokumentiert die Definition und Anwendung eines Pythagoras-Bausteins im oben beschriebenen Unterricht.

(B) Berechnung von pythagoreischen Zahlentripeln

Gottfried-Keller-Gymnasium, FB Mathematik

Kollotschek, Projektgruppe TI 92 9.Klasse

26.2.2002

1. Zu je zwei natürlichen Zahl m und n (mit $m > n$) kann mit Hilfe der Festlegungen für a und b (wie unten) c so berechnet werden, dass sich ein pythagoreisches Zahlentripel (a,b,c) ergibt. Der Ausdruck $c = m^2 + n^2$ wird daraus hergeleitet (Die Frage des Betrages sollte hier nicht thematisiert werden).

```

F1 2nd Algebra Calc Data PrgmIO Clean Up
m^2 - n^2 -> a          m^2 - n^2
2 * m * n -> b          2 * m * n
c^2 = a^2 + b^2        c^2 = m^4 + 2 * m^2 * n^2 + n^4
sqrt(c^2 = m^4 + 2 * m^2 * n^2 + n^4)  |c| = m^2 + n^2
|c| = m^2 + n^2 |m=2 and n=3  |c| = 13
a | n=2 and m=3  5
[[aa,bb,cc]]|m=25 and n=24
MAIN          RAD AUTO          FUNC 14/23

```

*Pythagoras-
Baustein*

2. Hier werden die Variablen umbenannt in aa , bb und cc , um mit dem Befehl $a^2 + b^2 = c^2 \rightarrow \text{pyth}(a,b,c)$ kompatibel zu sein

```

F1 2nd Algebra Calc Data PrgmIO Clean Up
m^2 - n^2 -> aa          m^2 - n^2
m^2 + n^2 -> cc          m^2 + n^2
2 * m * n -> bb          2 * m * n
2 * m * n -> bb          2 * m * n
[aa bb cc] | m=3 and n=2  [5 12 13]
[aa bb cc] | m=25 and n=24
49 1200 1201
[[aa,bb,cc]]|m=25 and n=24
MAIN          RAD AUTO          FUNC 17/23

```

3. Der Baustein $\text{pyth}(a,b,c)$ wird unter Verwendung des solve-Befehls zu konkreten Berechnungen von Dreiecksseitenlängen bei zwei gegebenen Maßen verwendet.

Ende des Entwurfs

(C) Pythagoras – Unterrichtsdokumentation Paul-Natorp-OS
 Dr.Meyfarth, Referendare, Klasse 9a

Tag	Kurzbeschreibung des Unterrichts	Anmerkungen, Auffälligkeiten, Hinweis auf Arbeitsbogen
8. 1. 2002 9. 1. 10. 1. 11. 1.	Lernen an 4 Stationen: I. Pythagoras – Puzzle II. Pythagoras an Geobrettern III. Pythagoräische Zahlen (Berechnungen mit TI-92-Bausteinen) IV. Pythagoras am Computer	Jeweils 2 Gruppen (3 Schüler) arbeiten an einer Station und bearbeiten die Probleme. Jeder Schüler erstellt individuell einen Hefter, Abgabe am Di. 15. 1. 2002, Material auf der Homepage der PNS
15. 1.	Kathetensatz (Ref. Zimmerschied)	Einführung, Beweis
17. 1.	Anwendungen in der Geometrie	Beispiele, Formeln
18. 1.	Anwendungen bei Körpern	Beispiele, Formeln
22. 1.	Höhensatz (Ref. Andrees)	Einführung, Beweis
25. 1.	Anwendungen	Übungen mit den drei Sätzen
29. 1.	Entfernung zwischen Punkten (Herr Lehmann), Baustein mit vier Parametern	Problem, Koord. System, Bausteine am TI -92: $\sqrt{(ax-bx)^2+(ay-by)^2} \rightarrow$ abst(ax,ay,bx,by)
13. 2.	Abstand vom Nullpunkt zu Geraden	Bausteine am TI verwendet zur Minimierung von Entfernungen, graphische Darstellung
15. 2.	Anwendungen zur Optimierung	Entfernungsbausteine
19. 2.	Berechnungen an Dreiecken	Bausteine zur Flächenberechnung
21. 2.	Übungen mit Bausteinen	Herleitungen, Anwendungen
22. 2.	Berechnungen an Pyramiden	Formeln, Herleitung
26. 2.	Kreis um den Nullpunkt	Abstand mit Baustein, Bestimmung von Koordinaten, Kreis-Gleichung
27. 2.	Kreis um einen bel. Punkt	Problemerarbeitung, Allg. Kreis-Gleichung, Baustein am TI
28. 2.	Übungen für Klassenarbeit	
1. 3.	3. Klassenarbeit	I 8 II 9 III 2 IV 5 V 3 VI 0, Durchschnitt: 2.5

(D) Pythagoras – Unterrichtsdokumentation Paul-Natorp-OS

Herr Stoß, Klasse 9b

Tag	Kurzbeschreibung des Unterrichts Thema der Unterrichtseinheit: Satzgruppe des Pythagoras	Anmerkungen, Auffälligkeiten, Hinweis auf Arbeitsbogen
09.01. 1.	Einführung Pythagoras - Lernen an Stationen	Einsatz von Geobrettern, dem TI-92 und Dynageo (Computer)
14.01. 2.	Projekt - Pythagoras	Informationen auf der PNS-Homepage www.paul-natorp-oberschule.de
15.01. 3.	Projekt - Pythagoras	
16.01 4.	Projekt - Pythagoras	Abgabe des Projekt - Hefters
18.01. 5.	Satz des Pythagoras - abschließende Formulierung, einfache Anwendungen	TI-92 Anwendung der solve - Anweisung
21.01 6.	Gleichseitiges Dreieck	TI-92 - Baustein dr1(a), Flächeninhalt
22.01. 7.	Kathetensatz Beweis und Anwendungen	
23.01.	Unterrichtsausfall Wandertag	
28.01.	Unterrichtsausfall Abiturfrei	
29.01. 8.	Höhensatz Beweis	Aufgaben über die Ferientage
11.02.	Unterrichtsausfall, Dienstbesprechung	
12.02.	Unterrichtsausfall, Fortbildung	
13.02. 9.	Oberfläche der Pyramide	
18.02. 10.	Abstand zweier Punkte zueinander	TI92 Baustein $\sqrt{((ax-bx)^2+(ay-by)^2)} \rightarrow$ abst(ax,ay,bx,by)
19.02. 11.	Minimaler Abstand: Nullpunkt - Gerade	AB Lösung mit dem TI92

20.02. 12.	Minimaler Abstand: Nullpunkt - Gerade	Graphikbildschirm des TI-92 Lösung auch ohne TI-92														
25.02. 13.	Abstand - Kreis um den Nullpunkt	TI-92: Anwendungen des Bausteins abt														
26.02. 14.	Gleichschenklige Dreiecke - Flächeninhalt	Entwicklung des Bausteins $dr2(s,a)$														
27.02. 15.	Frage- und Übungsstunde zur Klassenarbeit															
04.03. 16.	Klassenarbeit	Anwenden der Bausteine gelingt, Beschreiben der Bausteine nur bedingt möglich, Entwicklung eines eigenen Bausteins $pyr(a)$ nur durch leistungsstarke Schüler möglich Aufgabe 2 sollte (da Zeitmangel) gestrichen werden.														
05.03. 17.	Rückgabe und Besprechung der Klassenarbeit Die Klasse wertet den Ausfall als positiv, letzter Durchschnitt lag bei 3,7.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> <th>IV</th> <th>V</th> <th>VI</th> <th>Ø</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>3,4</td> </tr> </tbody> </table>	I	II	III	IV	V	VI	Ø	1	3	12	8	4	0	3,4
I	II	III	IV	V	VI	Ø										
1	3	12	8	4	0	3,4										

Anmerkung: Der Einsatz des TI-92+ wurde in dieser Einheit durch die Schüler positiv gewertet - wesentlich besser geeignet als bei den Wurzeln. Die Entwicklung der Bausteine und deren anschließender Einsatz machte nochmals die Vorteile des TI-92+ deutlich.

Nachteil: Die Schüler haben die Vorteile der Solve-Anweisung erkannt - einige nutzen sie, sobald es nicht ausdrücklich verboten ist. Die Rechenfähigkeit per Hand scheint gefährdet.

4.3.2 Aus der Unterrichtseinheit „Kreis“

Klassenarbeit an der Martin-Buber-Gesamtschule

Ma – 9E

4. Arbeit: KREIS

20.03.2002

Name: Enzenroß

Punkte:

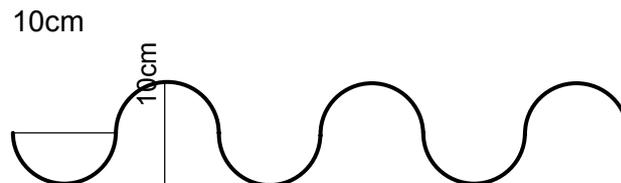
Prozent:

Note:

Klasse:

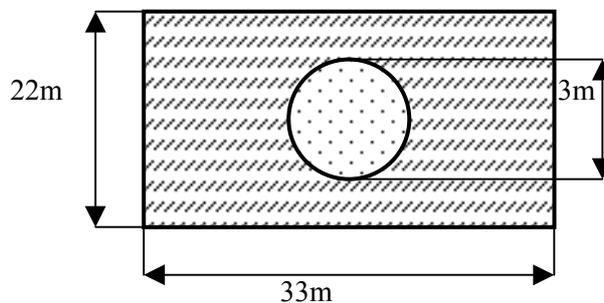
Punkte	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	∅
Kurs																
E ges.																

- Ein runder Tisch hat einen Durchmesser von 90 cm. Der Durchmesser des ebenfalls runden Tablett, das auf diesem Tisch steht, ist halb so groß.
 - Berechne den Flächeninhalt der Tischplatte.
 - Berechne den Flächeninhalt des Tablett.
 - Wie viel Prozent des Tisches bedeckt das Tablett?
- In der Zeichnung siehst du den Querschnitt eines Wellblechstücks. Wie breit muss das (noch glatte) Blech sein, damit **nach** der Formung ein 1 Meter breites Wellblech entsteht?



- Zwei gleiche Riemenscheiben haben je 25 cm Durchmesser. Ihre Mittelpunkte sind 1,5 m voneinander entfernt. Berechne die Länge des Riemens, der über die beiden Scheiben gelegt wird. Fertige dazu eine Skizze an!
 Skizze: Rechnung:
- In einem Park soll eine rechteckige Rasenfläche angelegt werden, in der Mitte soll dabei ein kreisförmiges Blumenbeet entstehen.

Skizze :



- Wie groß ist die Fläche des Blumenbeetes?
- Wie groß ist die Fläche, auf der Rasen wachsen soll?
- Wie viel kg Grassamen benötigt der Gärtner, wenn pro m² etwa 50g Samen gerechnet werden müssen?

Ende der Klassenarbeit

4.3.3 Aus der Unterrichtseinheit „Quadratische Gleichungen“

Quadratische Gleichungen – Arbeitsbogen und Hilfskarte

Entwurf: Lutz Kreklau

MA-9

Quadratische Gleichung

AB 1

Die quadratischen Funktionen

1. Foto eines Wasserstrahls

Fotografiert ein Bild des Bogens, den ein Wasserstrahl erzeugt.
Haltet einen Zollstock von 40 cm Länge ins Bild.

2. Die Quadratische Funktion mit $f(x) = x^2$

Lies die Seite 66 im Buch.
Notiere die jeweilige Definition der Begriffe *Normalparabel*, *Scheitelpunkt* und *Symmetrieachse* in deinem Heft!

Löse die Aufgaben Nr. 5 und Nr. 7 im Buch auf der Seite 67 !
Versuche die Ergebnisse auch rechnerisch zu bestätigen.

3. Die quadratische Funktion mit $f(x) = ax^2$

Untersuche mit dem TI-92 den Einfluss, den der Parameter **a** auf den Verlauf des Graphen der Funktion hat.

Arbeite mit den TI-Funktionen „Y=“ und „GRAPH“ !
Gehe möglichst systematisch vor.

Stelle die Ergebnisse auf dem farbigen Papier zusammen.

4. Die „Wasserstrahl-Funktion“

Bestimme die Funktionsgleichung der „Wasserstrahl-Funktion“ !
Zeichne dazu ein geeignetes (möglichst einfaches) Koordinatenkreuz in das Foto.
→ Zur weiteren Vorgehensweise kannst du die Hilfskarten verwenden.

5. Die quadratische Funktion mit $f(x) = a(x+d)^2 + e$

Untersuche mit dem TI-92 den Einfluss der Parameter **a**, **d** und **e** auf den Verlauf des Graphen der Funktion $f(x) = a(x+d)^2 + e$!

Fertigt dazu in Gruppen Plakate an.

Mit Hilfe dieser Plakate sollt ihr den Mitschülern die Einflüsse erläutern.

Ende des Arbeitsbogens

Hilfekarte

1. Zeichne das Koordinatenkreuz so auf das Foto, dass der Scheitelpunkt des Wasserstrahls im Koordinatenursprung liegt (in der Mitte des Wasserstrahls). Wähle 1 cm als Einteilung auf beiden Achsen.
2. Welcher Funktionstyp liegt vor?
Gib die Funktionsgleichung an, die du vermutest!
Du kannst zeichnen oder rechnen.
3. Funktionstyp lautet: $f(x) = ax^2$

$$y = f(1) = a \cdot 1^2$$

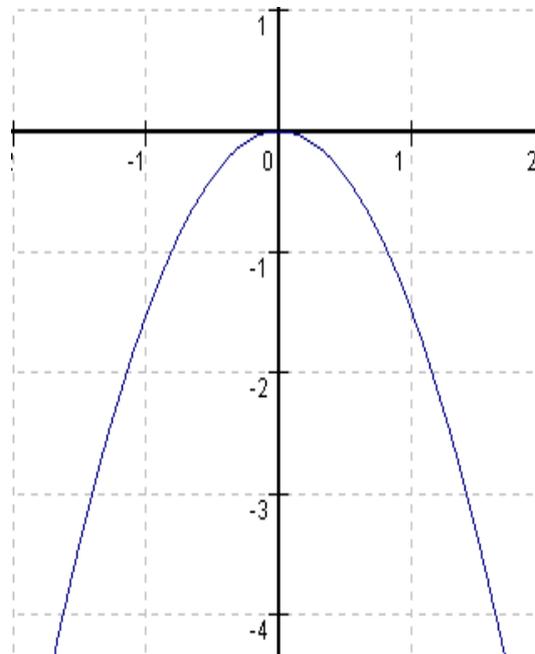
Wie lautet der zugehörige y-Wert in deiner Zeichnung?

4. Lies den Wert aus der Zeichnung ab. (z.B. $f(1) = -1,5$)
 $-1,5 = a \cdot 1^2$

Somit ist in meinem Beispiel: $a = -1,5$

Überprüfe die gefundene Funktionsgleichung an einer anderen Stelle in deinem Koordinatensystem.

5. Siehe Abbildung



Ende der Hilfekarte

5

Umfragen
bei Schülern
und Lehrern

? ? ? ?

? ? ?

? ? ? ?

5.1 Schülerumfragen

Im Verlauf des Projekts (September 2001 bis Juli 2002) wurden zwei Schülerumfragen erhoben.

5.1.1 Schülerumfrage 1 – nach knapp zwei Projekt-Monaten

Diese Umfrage war absichtlich sehr offen formuliert. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Schüler gerade die ersten Eindrücke vom Taschencomputer und von den Änderungen in ihrem Mathematikunterricht. So war die Zielsetzung u.a. die folgende:

Zielsetzung der ersten Schülerumfrage:

- Sammeln von Anregungen für die teilnehmenden Lehrer und die Projektleitung
- Feststellen und Auffangen von Schülerproblemen durch gezielte Hinweise der Projektleitung für die Lehrer
- den Schülern das Gefühl einer Mitwirkung am Projekt zu geben (die Schüler ernst nehmen!)

**Was sagen
die Schüler?**

Die Vorlage für die Umfrage

Eberhard Lehmann, CAS-Projekt-Berlin

Datum:

Schule:

Klasse:

Lehrer:

Dein Name:

(nur wenn Du willst)

Liebe Schülerinnen und Schüler,

seit September dieses Jahre nimmt eure Klasse an dem Berliner Taschencomputer-Projekt mit dem TI-92-Plus teil. Damit hat sich für euch sicher Einiges am Mathe-Unterricht geändert. Wir wollen von euch lernen, wie ihr die Veränderungen seht und werden euch deshalb gelegentlich nach eurer Meinung fragen.

Natürlich wird eure Meinung in keiner Weise benotet.

Schreibe uns heute bitte deinen Standpunkt zu den folgenden Fragen auf:

Worin siehst du die Vorteile und Nachteile des Taschencomputereinsatzes? Was hat sich gegenüber dem früheren Unterricht geändert?

Bitte sauber und mit einem dunklen Kugelschreiber schreiben. Haltet bitte die Schreibfläche ein! Falls nötig, Rückseite benutzen. **Ihr habt zehn Minuten Zeit.**

Rest der din-a4-Seite für den Text

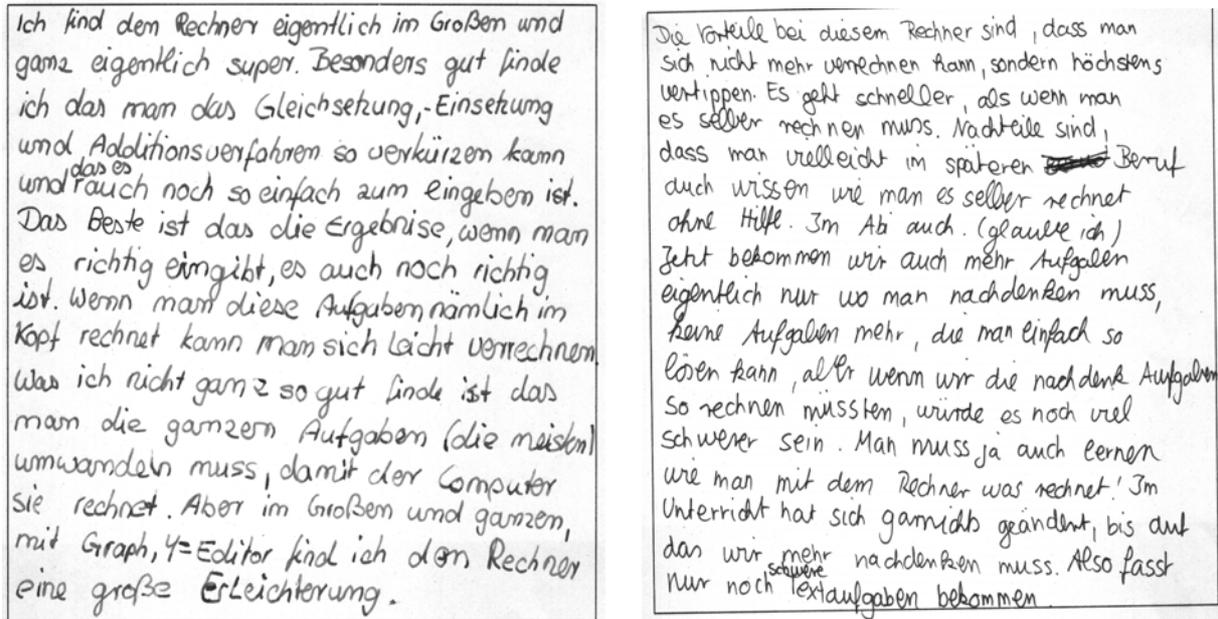


Abb. 5.1.a: Zwei Schülertexte zur Umfrage (Verfasser links: ohne Namen, recht: Luisa Kelm)

Da diese Umfrage in allen Klassen des Projekts durchgeführt wurde, lagen zur Auswertung insgesamt ca. 5 (Schulen) * 3 (Klassen) * 25 (Schüler, ca.) = 375 (Bearbeitungen) vor. Hieraus konnten diverse Rückschlüsse gezogen werden, wenngleich diese mit einer gewissen Vorsicht bezüglich der Folgerungen gesehen werden müssen. Schließlich haben die Schüler mit dem Rechner erst ca. 2 Monaten gearbeitet. Wie oben schon angekündigt, folgt auf diese offene Umfrage am Ende des Projekts eine detaillierte Umfrage mit konkreten Fragen.

Steigerung der Lehrerkompetenz – Auswertung der Umfrage

Die Auswertung der Umfrage erfolgte durch den jeweiligen Projektlehrer und zwar nach einem von ihm selbst erstellten Kriterienkatalog. Hier haben sich aber teilweise auch die Lehrer einer Schule zusammengetan. Diese Art der Auswertung wurde bewusst so gewählt – Steigerung der Lehrerkompetenz / Kooperation / Koordination.

Auswertungsbeispiel 1

Auswertung der Umfrage, Gottfried-Keller-Schule, Klasse 9.2, Frau Diesing

Gesamteindruck					
positiv	13	neutral	8	Negativ	3
Unterricht geändert	8	Wenig geändert	5	Nicht geändert	9

Vorteile		Nachteile	
Ergebnisse leicht überprüfbar	7	mühsames Tippen	4
Ergebnisse schneller	16	Rechner kompliziert	4
weniger selbst rechnen	6	Englisch	2
Unterricht interessanter	8	Verlernen des von Hand Rechnen/Kopfrechnen	14
Grafik leicht erstellbar	5	Tastenkombinationen lernen und kennen	9
mehr Spaß	5	schwierigere Aufgaben	4

Weniger schreiben	1	Langsameres Vorankommen	2
Gute Aufstellungsmöglichkeit	1	Extra Zeit für die Bedienung	6
Mehr reden über Mathe, weniger Rechnen	3	Rechnerprotokoll	5
		Transport	5
		Rechner steht nicht bis zum Ende der Schulzeit zur Verfügung	3
		Teuer, falls man ihn kaufen oder bezahlen muß/Verantwortung	3

Auswertungsbeispiel 2

Auswertung des Fragebogens zum TI-92, Klasse 9a, Rückert-Gymnasium, Frau Edling

<u>Positive Meinungen</u>	<u>Negative Meinungen</u>
<ul style="list-style-type: none"> - graphische Darstellung von Funktionen (2) - schnelleres und leichteres Lösen von Aufgaben (6) - nicht so langweilig, macht mehr Spaß ; interessant (12) - das Lösen mit dem Rechner wurde gut erklärt (2) - gibt die Möglichkeit, die Dinge aus einer anderen Perspektive zu sehen (2) - Bedienung des Rechners ist leicht (2) - Einsatzmöglichkeiten vielseitig (2) - schnelle Kontrolle möglich (2) 	<ul style="list-style-type: none"> - einseitiges Rechnen (1) - später nicht mehr zu gebrauchen (5) - Unterricht vereinfacht sich damit nicht (1) - Rechnen wird komplizierter (2) - weniger Handrechnung (6) - man kann sich leicht vertippen (1) - zu teuer (1) - zu schnell (2) - man wird vom TI – 92 abhängig (2) - es sind keine Spiele drauf (2) - ist bei Klassenarbeiten nur gut , wenn man den TI beherrscht (1) - dauert länger durch das Aufschreiben der Rechenschritte im Heft (3)

Auswertungsbeispiel 3

Auswertung der Umfrage, Paul-Natorp-Schule, Klasse 9b, Herr Stoß

Gesamteindruck					
positiv	18	neutral	7	negativ	6

Vorteile

Ergebnisse leicht überprüfbar
 Ergebnisse schneller
 weniger selbst rechnen
 Unterricht interessanter
 Grafik leicht erstellbar
 mehr Spaß
 Unterricht leichter

Nachteile

6 mühsames Tippen 5
 16 Rechner kompliziert 3
 15 Englisch 1
 8 Verlernen des von Hand Rechnens 4
 13 Tastenkombinationen lernen und kennen 12
 8 schwierigere Aufgaben 3
 4 gleicher Unterrichtsstoff 1
 Extra Zeit für die Bedienung 1
 Schlechte Bedienungsanleitung 1
 Transport 4

Auswertungsbeispiel 4

Auswertung Fragebogen vom 19.10.2001, (Enzenroß – E-Kurs, Martin-Buber-Oberschule)

Vorteile:

- mehr Funktionen als TR (2x)
- Benutzung auch in anderen Fächern möglich (5x)
- schneller als TR (7x)
- Graphen zeichnen (2x)
- Gleichungen leichter und schneller lösbar
- Spiele (6x)
- Spicker für andere Fächer (3x)
- Vorbereitung auf Zukunft (Computer)

Nachteile:

- zu groß und zu schwer (8x)
- zu teuer
- zu kompliziert (8x)
- Zeit für Aufschreiben der Tastenkombination (4x)
- Merken aller Tastenkombinationen (3x)
- Ablenkung durch Spiele (4x)
- kein selbständiges Rechnen mehr
- Aufgaben werden anspruchsvoller
- Probleme an der Uni, da kein selbständiges Rechnen mehr
- „unnützlich“, da jeder faul wird

Fazit: 4 Schüler (von 27) lehnen den TI-92 ab, würden lieber ohne ihn arbeiten. 1 Schülerin schrieb, dass sie den TI nur für F – Kurse geeignet findet.
--

Ein großer Teil der Umfragebögen ging auch an den Projektleiter.

Dieser stellte die wesentlichsten (sich häufig wiederholenden) Aspekte zusammen und formulierte mögliche Antworten des Lehrers auf kritische Fragen. Hieraus entstand eine umfangreiche, über das Projekt hinaus interessierende Liste, die in den Kapiteln 6.2 und 6.3 nachgelesen werden kann. → → →

5.1.2 Schülerumfrage nach dem CAS-Projekt

Etwa 3 Wochen vor dem Schuljahrsende, also nach knapp einem Projektjahr wurden die aus der folgenden Umfrage ersichtlichen Fragen an die Schüler gestellt.

Daten aller fünf beteiligten Schulen

Fragebogenentwurf: Eberhard Lehmann, mirza@snafu.de, 27.5.02
 Schule: RS(61 Schüler) + PN(75) + GK(74) + MB(118) + CvO(61)
 (beteiligte Schüler, Anzahlen ca-Werte)

**Schülermeinungen
 nach einem Jahr
 mit dem TI-92-Plus**

2. Schülerumfrage nach dem CAS-Projekt mit dem Taschencomp. TI-92-Plus

stimmt gar nicht → → stimmt total gering → → viel
weniger → → mehr niedrig → → hoch

<i>Bitte in den Spalten 1-5 ankreuzen (x)</i>	1	2	3	4	5	
2) Wie beurteilst du deine Fähigkeiten im Umgang mit dem TI-92-Plus ? (gering → hoch)	4,6, 4 4,3	12,5 17 16,11	29,18 26 43,25	13,22 17 36,21	6,14 9 19,4	
4a) Machst du jetzt Hausaufgaben (mit dem TI) lieber als vor dem Projekt?	7,13 12 20,-	12,11 12 18,-	16,20 21 30,-	15,22 19 24,-	12,7 12 26,-	
4b) Findest du, dass du deine Hausaufgaben mit dem TI schneller fertig bekommst?	3,6 7 9,-	9,4 14 11,-	11,17 10 21,-	19,29 18 39,-	22,18 20 39,-	
5) Wie schätzt du die Einsatzmöglichkeiten des TI bei folgenden Handlungen ein? (gering → hoch)						
5a) mit Zahlen rechnen	RS, PN GK MB, CvO	2,2 4 6,1	4,2 9 9,3	10,13 15 21,9	19,22 25 33,25	28,33 26 50,22
5b) allgemein rechnen (CAS-Einsatz)		2,2 5 2,0	5,5 7 12,1	15,15 17 29,18	17,23 26 33,27	23,29 16 42,12
5c) Graphen zeichnen		3,4 4 6,1	4,8 13 10,6	20,23 15 33,20	16,22 30 25,19	19,17 9 41,7
5d) experimentieren		5,6 7 10,2	7,13 13 14,5	19,26 20 34,20	15,16 19 28,23	16,13 9 27,10
5e) Verwendung der Solve-Taste		2,2 5 6,1	1,0 6 3,4	7,11 9 22,13	15,18 23 30,25	35,43 22 54,10
6) Wie stark hat sich dein M-Unterricht durch den TI geändert?		1,2 4 2,5	4,7 9 12,5	17,18 17 30,24	27,33 17 49,21	7,14 22 20,6
10) Hat dir der Unterrichts mit dem TI mehr Spaß gemacht als vorher?		10,9 7 13,5	18,11 10 16,8	20,25 26 23,19	9,20 17 42,16	4,9 10 18,11
11) Würdest Du lieber mehr von Hand rechnen?		16,20 20 31,18	9,20 10 21,15	15,16 17 26,13	12,10 11 13,12	8,8 15 26,6
12) Findest du, dass die Vielfältigkeit der Aufgabentypen mit dem Einsatz des TI-92 zugenommen hat?		3,5 5 2,3	10,13 10 16,2	22,33 32 59,23	23,14 22 31,28	5,8 6 9,6
13) Die Aufgaben sind insgesamt schwieriger geworden.		4,1 5 2,2	7,16 12 12,10	24,19 23 42,25	21,20 24 37,16	4,18 9 16,10

14) Den TI-92 würde ich auch gern in anderen Fächern einsetzen dürfen.	10,15 19 21,16	12,14 8 15,17	12,19 17 20,11	12,14 15 28,10	10,13 13 33,10
15) Wie schätzt du die Wirkung der vom Lehrer an euch verteilten TI-Materialien (Arbeitsbögen mit TI usw.) ein?	6,5 9 9,2	11,13 17 15,12	32,38 36 50,27	11,13 10 37,19	2,3 2 5,1
16a) Hat sich der Unterricht deines Lehrers geändert?	1,4 6 6,7	7,9 15 13,11	13,19 15 31,27	22,27 24 48,13	8,11 13 21,6
16b) Ist der Unterricht in deinen Augen interessanter geworden?	7,8 18 20,6	10,16 10 20,19	17,36 17 48,21	17,17 16 21,8	9,6 9 7,7
17) Wie hoch schätztst du den Anteil der Zeit des TI-Einsatzes im Unterricht ein?	2,1 4 5,2	7,6 10 14,8	28,31 37 51,33	18,21 14 36,17	4,13 5 10,1
18) Wie hoch war die Bedeutung des TI-Einsatzes bei Klassenarbeiten ?	0,0 3 7,6	4,5 5 4,7	9,9 15 13,13	28,23 24 24,23	17,36 24 64,15
19) Ist dir das Erlernen der Befehle und Tastenfolgen schwer gefallen?	19,24 16 46,17	12,6 20 25,21	18,16 10 21,12	7,14 9 11,9	6,13 16 15,6
20) Bist du dir klar darüber, was du beim Arbeiten mit dem TI ins Heft schreiben sollst?	1,6 11 14,4	11,11 9 20,7	9,18 26 37,19	26,24 16 22,20	17,15 13 24,14
21) Hast du Angst, dass du später ohne TI einige Dinge nicht kannst?	14,15 13 21,26	14,13 12 16,17	11,8 13 21,11	10,15 13 16,6	12,22 22 41,3
24) Hast Du mit anderen Schülern oder Erwachsenen über das TI-Projekt gesprochen?	7,5 7 18,14	14,14 15 32,21	14,14 20 25,13	22,19 20 22,7	4,19 10 20,9
25) Wie gefällt dir die Arbeit mit Bausteinen?	17,25 13 22,9	7,16 16 26,12	16,11 17 37,17	15,11 18 15,11	10,11 8 3,11
26) Wie beurteilst du den Gesamterfolg durch das TI-Projekt?	4,6 8 11,1	7,5 11 20,6	20,30 17 33,30	22,23 22 37,18	9,10 15 17,9
27) Jeder Schüler am Gymnasium müsste einen TI-92 oder einen ähnlichen Hand-Rechner in der 9. Klasse erhalten.	ja 43,56 78,44,45	nein 18,17 39,17,23			
28) Würdest du dich wieder für einen Unterricht mit dem Taschencomputer entscheiden? (ja - nein)	ja 43,55 79,46,41	nein 18,19 38,17,28			

Beachten Sie:

Einige wichtige Aspekte aus Kapitel 5.1.2
werden in Kapitel 6 aufgegriffen!

Daten aller fünf beteiligten Schulen, zusammengefasst und mit einer Kurzauswertung versehen

2. Schülerumfrage nach dem CAS-Projekt mit dem Taschencomp. TI-92-Plus Zusammenfassende Statistik



stimmt gar nicht → → stimmt total
gering → → viel
weniger → → mehr
niedrig → → hoch

<i>Fragen an die Schüler</i>	1 und 2	3	4 und 5	Anzahl der Schüler	Kommentare und mögliche Folgerungen
1) Wie beurteilst du deine Fähigkeiten im Umgang mit dem TI-92-Plus ? (gering → hoch)	21%	37%	42%	384	Da scheint doch so einige Kompetenz erworben worden zu sein!
4a) Machst du jetzt Hausaufgaben (mit dem TI) lieber als vor dem Projekt?	30%	24%	46%	354	Für die Hausaufgaben scheint der TI-92 einen deutlichen Motivationsschub zu geben,....
4b) Findest du, dass du deine Hausaufgaben mit dem TI schneller fertig bekommst?	19%	18%	63%	326	Zumal die Bearbeitung der Aufgaben nach Meinung vieler Schüler schneller erfolgen kann. Damit erwächst auch die Bereitschaft, sich mit den gestellten Aufgaben auch tatsächlich zu beschäftigen
5) Wie schätzt du die Einsatzmöglichkeiten des TI bei folgenden Handlungen ein? (gering → hoch)					Aus den folgenden Fragen erkennt man u.a. die vom Lehrer im Unterricht praktizierten Einsatzformen
5a) mit Zahlen rechnen	11%	17%	72%	393	
5b) allgemein rechnen (CAS-Einsatz)	10%	25%	65%	383	Hier wären detaillierte Untersuchungen interessant!
5c) Graphen zeichnen	16%	29%	55%	375	Offenbar werden die guten Möglichkeiten der Visualisierung von den Schülern akzeptiert.
5d) experimentieren	22%	31%	47%	377	Die Schüler haben die Möglichkeiten dieser Arbeitsform erkannt!
5e) Verwendung des Solve-Befehls	8%	17%	75%	367	Der hohe Wert 75% weist auch darauf hin, dass das Lösen von Gleichungen im Unterricht allgegenwärtig ist und dass das rein mechanische Lösen häufig vermieden werden konnte.
6) Wie stark hat sich dein M-Unterricht durch den TI geändert?	14%	28%	58%	373	Offenbar waren die Veränderungen des Unterrichts für die Schüler deutlich sichtbar – siehe auch folgende Fragen.
10) Hat dir der Unterrichts mit dem TI mehr Spaß gemacht als vorher?	29%	30%	41%	376	Etwa 3 von 4 Schülern haben sich mehr oder weniger deutlich von dem neuen Hilfsmittel angesprochen gefühlt.
11) Würdest Du lieber mehr von Hand rechnen?	46%	23%	31%	388	Eine Aufforderung, das Handrechnen nicht zu vernachlässigen, aber die Fragen sind: Wieviel? Wie oft? Wobei? Wann?,
12) Findest du, dass die Vielfältigkeit der Aufgabentypen mit dem Einsatz des TI-92 zugenommen hat?	18%	43%	39%	390	Hier haben die Schüler deutliche Änderungen bemerkt. Diese sind aber auch auf die praktizierte neue Aufgabenkultur zurückzuführen.
13) Die Aufgaben sind durch Verwendung des TI insgesamt schwieriger geworden.	19%	35%	46%	379	Eine auch von Lehrern formulierte Feststellung. Auch zugehörige neue Methoden müssen geübt werden.

14) Den TI-92 würde ich auch gern in anderen Fächern einsetzen dürfen.	38%	20%	42%	384	Da fehlt es sicher auch noch an Klarheit, wo und wie das sein könnte.
15) Wie schätzt du die Wirkung der vom Lehrer an euch verteilten TI-Materialien (Arbeitsbögen mit TI usw.) ein?	26%	47%	27%	385	Hier bestehen vermutliche Einschätzungsprobleme. Es ist wohl mehr eine Frage für die didaktisch-methodische Kompetenz von Lehrern.
16a) Hat sich der Unterricht deines Lehrers geändert?	21%	28%	51%	377	Die Frage war für manche Schüler schwierig zu beantworten, da sie teilweise den Lehrer nicht auch vor der TI-Zeit im Unterricht erlebten.
16b) Ist der Unterricht in deinen Augen interessanter geworden?	34%	36%	30%	390	Siehe Kommentar zu Frage 16a.
17) Wie hoch schätzt du den Anteil der Zeit des CE im Unterricht ein?	16%	47%	37%	379	Offenbar ist es den Lehrern gelungen, ein gewisses Mittelmaß für die Computereinsatzzeit zu finden.
18) Wie hoch war die Bedeutung des TI-Einsatzes bei Klassenarbeiten ?	11%	15%	74%	378	Nicht verwunderlich, da die Klassenarbeiten bewusst auch für TI-Einsatz (aber nicht nur!) konzipiert waren – siehe Zusammenstellung von Arbeiten.
19) Ist dir das Erlernen der Befehle und Tastenfolgen schwer gefallen?	53%	18%	27%	389	Die meisten Schüler haben erfahrungsgemäß weniger Probleme, als manche Lehrer das erwarten.
20) Bist du dir klar darüber, was du beim Arbeiten mit dem TI ins Heft schreiben sollst?	24%	28%	48%	394	Eine schwierige Frage, die sich erst bei längerer Verwendung eines Computers quasi „durch Erfahrung“ auflöst.
21) Hast du Angst, dass du später ohne TI einige Dinge nicht kannst?	42%	17%	41%	385	Eines der größten Probleme des Computereinsatzes in der Schule wird auch hier wieder deutlich. Was sagt die Universität, was sagt das Arbeitsleben dazu? Das Aufgeben alter Ansichten ist gefordert.
24) Hast Du mit anderen Schülern oder Erwachsenen über das TI-Projekt gesprochen?	38%	22%	40%	385	Ein erfreuliches Ergebnis! Über Mathematik wird gesprochen.
25) Wie gefällt dir die Arbeit mit Bausteinen?	43%	26%	31%	375	Ein schwierigeres Thema mit unterschiedlichen Erfahrungen auch der Lehrer und auch bezüglich der Lerngruppen.
26) Wie beurteilst du den Gesamterfolg durch das TI-Projekt?	20%	33%	47%	391	Die Mehrzahl schätzt die geleistete Arbeit offenbar positiv ein. Das wird auch von den beiden folgenden Ergebnissen bestätigt.
27) Jeder Schüler am Gymnasium müsste einen TI92 oder einen ähnlichen Hand-Rechner in der 9. Klasse erhalten.					ja 70% nein 30% Eine Aufforderung an die Mathematiklehrer zum Handeln
28) Würdest du dich wieder für einen Unterricht mit dem Taschencomputer entscheiden? (ja - nein)					ja 69% nein 31% Die Projektlehrer dürfen damit wohl zufrieden sein!
29) Worin siehst du die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers außerhalb des Unterricht?					Dein Text:

5.2 Die Lehrerumfrage am Ende des CAS-Projekts

Auch die beteiligten 16 Lehrer wurden am Ende des Projekts befragt. Die folgende Statistik bringt eine Zusammenfassung der 16 (manchmal auch weniger) Antworten. Die danach folgende Auswertung mit Kommentaren des Projektleiters fasst wieder die Spalten 1,2 und 4,5 zusammen, um eine deutliche Aussage zu erhalten.

Entwurf: Eberhard Lehmann, mirza@snaflu.de, 9.4.2002

Schule.....

Name (freiwillig):

Lehrerumfrage nach dem CAS-Projekt mit dem Taschencomputer TI-92-Plus

	hoch →-----→ niedrig					
<i>Bitte in den Spalten 1-5 ankreuzen (x)</i>	1	2	3	4	5	
1) Wie beurteilen Sie Ihre Kompetenz im Computereinsatz (CE) ?	1	2	6	4	3	16
1a) vor dem CAS-Projekt						
1b) nach dem CAS-Projekt	1	10	4	1	0	16
2) Beeinflussung durch Computereinsatz						
2a) der Unterrichtskultur in Ihrem M-Unterricht	1	4	11	0	0	16
2b) der Aufgabekultur	2	5	9	0	0	16
2c) der Hausaufgaben	0	5	5	3	2	15
2d) der Unterrichtsaktivität der einzelnen Schüler	3	7	6	0	0	16
2e) der Interaktion zwischen den Schülern	1	9	5	1	0	16
3) Art des Computereinsatzes						
3a) numerisch rechnen	2	8	3	3	0	16
3b) allgemein rechnen (CAS-Einsatz)	1	11	3	1	0	16
3c) zeichnen	6	4	4	0	2	16
3d) experimentieren	3	4	3	6	0	16
3e) Verwendung der Solve-Taste	5	5	3	1	2	16
4) Änderung Ihres Unterrichts durch Computereinsatz?	0	7	4	0	0	11
5) Wie beurteilen Sie den Gewinn für Ihren M-Unterricht durch CE?	1	7	7	1	0	16
6) Wie beurteilen Sie die Wirkung der Workshops für Ihren Unterricht?	1	7	3	2	0	13
7) Wirkung der vom Projektleiter (PL) verschickten Materialien?	4	5	6	1	0	16
8) Für wie sinnvoll halten Sie Unterrichtsbesuche durch den PL?	2	6	2	4	1	15
9) Kooperation zwischen den am CAS-Projekt beteiligten Lehrern?	5	8	3	0	0	16
10) Auswirkung auf die anderen Lehrer des Fachbereichs?	0	0	4	8	3	15
11) Wie wertvoll war für Sie der Einsatz von Fachliteratur zum CE?	3	5	5	3	0	16
Wie beurteilen Sie den Gesamterfolg durch das CAS-Projekt?						
12a) für die Schüler	2	5	7	1	0	15
12b) für den Lehrer	3	9	3	0	0	15
13) Wie hoch schätzen Sie den Anteil der Zeit des CE im Unterricht (in Prozent)?	ca. % oder zwischen % und%					
	10,20,20,25,25,25,30,50,50					
	20-30, 20-50, 25-40, 40-70					
	13 Schätzungen					
14) Wie stellen Sie sich Klassenarbeiten bei CE-Verwendung vor?						
15) Welche Probleme im Projektablauf sind für Sie besonders erwähnenswert?						Bemerkungen zu 14) bis 17) finden Sie in der folgenden zweiten Übersicht.
16) Worin sehen Sie die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers im Unterricht gegenüber dem PC?						
17) Worin sehen Sie die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers ausserhalb des Unterricht?						
18) Würden Sie sich wieder für einen Unterricht mit dem Taschencomputer entscheiden? (ja - nein)	ja 14	nein 1		teils/teils 1		

ggf. weiter auf der einer 2.Datei-Seite, dort können Sie auch **SONSTIGES** notieren.

Zusammenfassende Statistik der Lehrerumfrage

Kommentare!

hoch →----→ niedrig

<i>Hinweis: Mit CE ist in der Regel CAS-Einsatz gemeint.</i>	1 und 2	3	4 und 5		Auswertungs-Kommentare
1) Wie beurteilen Sie Ihre Kompetenz im Computereinsatz (CE) ?					
1a) vor dem CAS-Projekt	3	6	7	16	
1b) nach dem CAS-Projekt	11	4	1	16	Wie nicht anders zu erwarten, wurde eine deutliche Lehrerkompetenzverbesserung erreicht.
2) Beeinflussung durch Computereinsatz					
2a) der Unterrichtskultur in Ihrem M-Unterricht	5	11	0	16	Die Ergebnisse werden überlagert von den Anstrengungen von vier Schulen im Rahmen des Sinus-Projekts. Eine Schule nimmt an dem Projekt nicht teil. Sie arbeitet trotzdem im „Sinus-Geist“.
2b) der Aufgabenkultur	7	9	0	16	siehe 2a)
2c) der Hausaufgaben	5	5	5	15	An einer Schule wurden die Rechner nicht mit nach Hause gegeben. Ansonsten wurde der TI-92 für die Hausaufgaben in unterschiedlicher Stärke verwendet. Der Aspekt „Hausaufgaben“ wurde im Projekt allerdings relativ spät in einem Workshop besprochen.
2d) der Unterrichtsaktivität der einzelnen Schüler	10	6	0	16	Hier sind erhebliche positive Auswirkungen erkennbar.
2e) der Interaktion zwischen den Schülern	10	5	1	16	siehe 2d).
3) Art des Computereinsatzes					
3a) numerisch rechnen	10	3	3	16	Die Daten von 3a) bis 3e) zeigen, dass der TI-92 in allen möglichen Einsatzformen verwendet wurde. An experimentelles Arbeiten wagten sich einige Lehrer aber offenbar nur sehr zögerlich heran – methodisch schwerer!
3b) allgemein rechnen (CAS-Einsatz)	12	3	1	16	
3c) zeichnen	10	4	2	16	
3d) experimentieren	7	3	6	16	
3e) Verwendung der Solve-Taste	10	3	3	16	Diese Zahlen zeigen die erhebliche Bedeutung, die der Solve-Taste von den meisten Kollegen beigemessen wurde. Diese Taste ist es, die bisherigen Unterricht über Gleichungen und Termumformungen in besonderem Maße in Frage stellt.
4) Änderung Ihres Unterrichts durch Computereinsatz?	7	4	0	11	Der Unterricht wird deutlich anders!
5) Wie beurteilen Sie den Gewinn für Ihren M-Unterricht durch CE?	8	7	1	16	Unterricht mit dem CAS bringt Gewinn!
6) Wie beurteilen Sie die Wirkung der Workshops für Ihren Unterricht?	8	3	2	13	Die Workshops trugen offenbar nicht unerheblich zur Kompetenzsteigerung der Lehrer (siehe oben) und zur Beeinflussung des Unterricht bei.
7) Wirkung der vom Projektleiter (PL) verschickten Materialien?	9	6	1	16	Die Informationen wurden von den meisten Lehrern als nützlich empfunden.

8) Für wie sinnvoll halten Sie Unterrichtsbesuche durch den PL?	8	2	5	15	Zustimmung, aber auch Ablehnung bei diesem bekanntlich heiklen Thema.
9) Kooperation zwischen den am CAS-Projekt beteiligten Lehrern?	13	3	0	16	Ein gemeinsames Vorhaben trägt erheblich zur Kooperation bei!
10) Auswirkung auf die anderen Lehrer des Fachbereichs? <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Dieser Aspekt wird in Kapitel 6.4 aufgegriffen.</div>	0	4	11	15	Eine (verständliche) negative Beurteilung. Die Weitergabe von Erkenntnissen an andere Lehrer des Fachbereichs wurde offenbar vernachlässigt. Es fällt angesichts der Arbeitsbelastung schwer, ein passendes Modell zu entwickeln, zumal ja die anderen Lehrer nicht in einer neunten Klassen unterrichtet. Sie hätten also „auf Vorrat“ lernen müssen. Würde ein anderer Projektansatz (nicht immer die gleiche Klassenstufe) etwas ändern?
11) Wie wertvoll war für Sie der Einsatz von Fachliteratur zum CE?	8	5	3	16	Die Fachliteratur wurde teilweise vom Schroedel-Verlag zur Verfügung gestellt. Nicht immer scheint erkannt worden zu sein, dass darin direkt nachvollziehbare (meist kleine) Unterrichtseinheiten inklusive Arbeitsblättern dargestellt werden. Oder ist die Benutzung fertigen Materials (zumindest gelegentlich) zu ungewohnt?
Wie beurteilen Sie den Gesamterfolg durch das CAS-Projekt?	-----	-----	-----		
12a) für die Schüler	7	7	1	15	Für Schüler und besonders für den Lehrer eine positive Einschätzung.
12b) für den Lehrer	12	3	0	15	siehe 12a)

13) Wie hoch schätzen Sie den Anteil der Zeit des CE im Unterricht (in Prozent)?	ca. % <i>oder</i> zwischen % und% 10,20,20,25,25,25,30,50,50 20-30, 20-50, 25-40, 40-70 13 Schätzungen Die Schätzwerte fallen sehr unterschiedlich aus. Ein gewisse Häufung findet sich im Bereich von 20 bis 50%. Neben der Unsicherheit einer derartigen Schätzung spiegelt sich hierin auch der unterschiedliche Unterricht der beteiligten Lehrer wider. Ähnliche Feststellungen lassen sich auch für die Aufgaben mit und ohne CAS-Einsatz bei den Klassenarbeiten treffen (siehe dort).				
14) Wie stellen Sie sich Klassenarbeiten bei CE-Verwendung vor?	Lehrermeinungen: Grundsätzlich steht der TI bei der Lösung aller Aufgaben zur Verfügung * Dokumentation der TI-Lösungen * Notieren der Eingabezeilen * Mischung 50% mit TI, 50% ohne * Grundaufgaben von Hand lösen, mehr Verständnis abfragen * man kann weniger Handrechenzeit einplanen * auch experimentelle Aufgaben stellen * Problemstellungen realistischer machen * Bereicherung vor allem bei Funktionen aller Art * Numerik in den Hintergrund rücken * weniger rechnen, mehr begründen * mehr Interpretationen *				
15) Welche Probleme im Projektablauf sind für Sie besonders erwähnenswert?	Fehlender häuslicher Fleiß, dadurch Bedienungsprobleme beim TI * trotz der vielen TI-Vorteile, muss man auch mal von Hand rechnen üben * Umschalten der Schüler von der Arbeit mit CAS auf das mathematische Probleme * Sicherung des Basiswissens, Kopfrechnen * Mädchen scheuen teilweise den Umgang mit dem Gerät * Schwierigkeit in Realschulklassen mit Bausteinen (zu mathematisch) * Finden einer geeigneten Einführung des TI * es ist schwer, sich der Probleme einzelner Schüler „gleichzeitig“ anzunehmen * es wird mehr Zeit benötigt (Inhalte und Rechnerumgang) * zeit				

	aufwendiges Heranschaffen der TI, weil unsere Schüler die Rechner nicht mit nach Hause nehmen durften; dadurch auch keine Hausaufgaben mit dem TI * unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten des TI bei den verschiedenen Lehrplanthemen * Zeitdruck * was ist bei Beschädigung eines Rechners durch den Schüler? * Dokumentationsart unklar * Material für Hausaufgaben fehlt * wenig Literatur - hoher Aufwand für den Lehrer *
16) Worin sehen Sie die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers im Unterricht gegenüber dem PC?	Vorteile: Jederzeitige Verfügbarkeit, nicht auf Fachraum angewiesen * einzige Möglichkeit, einen Computer immer wenn gewünscht, einsetzen zu können * jeder Schüler hat einen TI * View-Screen ermöglicht jederzeitige Präsentation, z.B. von Schülerlösungen * Flexibilität * überschaubarer als PC * Verfügbarkeit auch zu Hause * einfache Bedienung * problemlos im Transport * ermöglicht mehr Selbständigkeit bei Einzelarbeit und erleichtert Teamarbeit * PC's können nicht für einen ganzen Kurs angeschafft werden * Nachteile: Grafikbildschirm hat seinen Grenzen * kein Drucker * kleines Display * bei komplexer Zeichnung zu langsam * fehlende Hilfetaste * geringer Bedienungskomfort * verführt mehr als PC zum Herumspielen *
17) Worin sehen Sie die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers ausserhalb des Unterricht?	Vorteile: Hausaufgaben * Vorbereitung auf Klassenarbeit * Übungs- und Kontrollmöglichkeiten für die Schüler * kleine Spielchen aus dem Internet * selbständiges Experimentieren, Neugier wird geweckt - das kann den folgenden Unterricht vorbereiten * schwächere Schüler können Lücken aus dem Unterricht nacharbeiten und Umgang mit dem Gerät in Ruhe üben * Schüler können bei Hausaufgaben verschiedene Lösungen erarbeiten * alle Schüler haben bei Hausaufgaben das gleiche Gerät (Chancengleichheit) * Nachteile: Nichts wird mehr freiwillig im Kopf gerechnet * täglicher Transport *
18) Würden Sie sich wieder für einen Unterricht mit dem Taschencomputer entscheiden?	ja 14 nein 1 teils/teils 1

Beachten Sie:

Einige wichtige Aspekte aus Kapitel 5.2
werden in Kapitel 6.4 aufgegriffen!

6.

Ergebnisse

und

Empfehlungen

Tipps

und

Tricks

6. Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse und Empfehlungen für die Arbeit mit CAS

In diesem Kapitel werden Ergebnisse und einige Kernaussagen dokumentiert, die sich aus der Arbeit mit dem CAS des TI-92-Plus im Unterricht der Klassen 9 und 8 ergeben haben. Zusätzlich werden zahlreiche „Tipps und Tricks“ für die Arbeit mit Computern im Mathematikunterricht gegeben.

6.1 SINUS-Module und Mathematikunterricht mit Computereinsatz

6.2 Antworten auf Sorgen von Eltern, Lehrern und Schüler bezüglich des Computereinsatzes im Mathematikunterricht – Ergebnisse und Folgerungen aus der ersten Schülerumfrage.

6.3 Folgerungen aus den Schülerumfragen – Kopfrechnen, Handrechnen

6.4 Folgerungen aus der Lehrerumfrage – Problembewältigung

6.5 Vergleichsarbeiten

6.6 Tipps und Tricks für die ersten Stunden mit dem Computer

6.7 Einige Unterrichtsentwürfe zu Kerninhalten des Computereinsatzes

6.8 Ein Beobachtungsbogen für Unterricht mit Computern

6.9 Empfehlungen zur Dokumentation von CAS-Arbeit

6.10 Empfehlungen für Hausarbeiten

6.11 Taschencomputer oder Personalcomputer

6.1 SINUS-Module und Mathematikunterricht mit Computereinsatz

Die gleichzeitige Verfolgung von Aspekten aus der Liste der SINUS-Module und der Zielsetzungen des CAS-Projekts ermöglichen eine Einschätzung und Wertung der Möglichkeiten des Computereinsatzes.

SINUS-Modul	Förderung / Behinderung durch Computereinsatz
Modul 1: Weiterentwicklung der Aufgabenkultur	Die Möglichkeiten des Computereinsatzes führen zu diversen andersartigen Aufgabenformen, die häufig auf unterschiedliche Weise bearbeitet werden können (Lösungsvielfalt). Beleg sind u. a. die im Rahmen des Projekts erarbeiteten Klassenarbeiten, Arbeitsbögen und Hausarbeiten. Außerdem findet sich in der Fachliteratur eine Fülle von relevanter Aufgaben.
Modul 2: Naturwissenschaftliches Arbeiten (u.a. experimentelles Arbeiten)	Die Arbeitsweise „experimentieren – vermuten – an weiteren Beispielen belegen – formalisieren – beweisen“ gehört zu den Stärken von Computerarbeit.
Modul 3: Aus Fehlern lernen	Dieses Modul wird durch Computereinsatz in besonderem Maße unterstützt. Die vom Schüler zu tätigen Rechnereingaben können syntaktisch falsch sein oder auf semantischen Fehlüberlegungen beruhen (falscher oder sinnloser Ansatz). Im ersten Fall erhält der Schüler sofort die Rückmeldung vom Rechner, im zweiten Fall muss er das ausgegebene Ergebnis bewerten. In beiden Fällen sind ggf. neue Eingaben zu machen. Bei der Dokumentation seiner Arbeit wird er die Fehler am Rechner ignorieren. Die hier erwähnten Lernprozesse führen jedenfalls sofort zu Fehleranalysen und der Frage: „Wie geht es besser?“
Modul 4: Sicherung von Basiswissen - verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus	Bezüglich der Sicherung von Basiswissen unter Mitwirkung des Computers sind u.a. folgende Aspekte von Bedeutung: <ul style="list-style-type: none"> • Ein CAS dient dem Schüler als Kontrollinstrument für seine Handrechnungen oder -zeichnungen. • Der Schüler entwirft selbst Aufgaben zum Basiswissen (mit Lösungen) – und übergibt sie Mitschülern. • Der Schüler löst Rechenaufgaben in Einzelschritten (wie von Hand) mit dem Computer (Sicherung der Lösungsstrategien). • Basiswissen ist teilweise auch in mathematischen Formeln versteckt. Ein CAS kann die Rolle einer Formelsammlung spielen. • Die Praxis zeigt, dass sich auch das Niveau der Rechnerarbeit bei den einzelnen Schülern deutlich unterscheiden kann. Immer jedoch gelingt es, gewisse Grundfertigkeiten (und damit auch Erfolgserlebnisse) am Rechner für alle Schüler zu sichern.
Modul 5: Zuwachs von Kompetenz er- fahrbar machen: Kumulatives Lernen	Beim Umgang mit dem Rechner ist der Schüler ständig in der Situation Neues dazu zu lernen (Fehlversuch – neuer Versuch – Erfolg – mehr Kompetenz erworben). Seine Kompetenzerweiterung kann hier schon in kurzen Zeiträumen sichtbar werden – und er merkt es!
Modul 6: Fächergrenzen erfahrbar machen: Fachübergreifendes und fächerverbindendes Ler- nen	Der Computer kann in allen Unterrichtsfächern eingesetzt werden. Er trägt dank der Vielfalt der Softwareangebote dazu bei, Fächergrenzen verschwimmen zu lassen. Das CAS des TI-92 ist allerdings im Wesentlichen auf Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer beschränkt.

Modul 7: Förderung von Mädchen und Jungen	Bei der Unterrichtsarbeit mit dem Computer wird der Lehrer nicht selten Unterschiede in der Arbeitsweise von Mädchen (zaghafteres, aber durchdachteres Herangehen an die Rechnerarbeit) und Jungen (experimentierfreudiger) feststellen. Interaktion zwischen den Schülerinnen und Schülern oder gezielte Maßnahmen des Lehrers können hier zu einem Ausgleich führen.
Modul 8: Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern	Aufgaben, in denen Computereinsatz verlangt wird, führen erfahrungsgemäß häufig zu Interaktion zwischen den Schülern, indem Fehler analysiert, Ansätze ausgetauscht und Lösungen verglichen werden. Das ist gerade bei offenen Aufgabenstellungen der Fall.
Modul 9: Verantwortung für das eigene Lernen stärken	Der Computer ist an vielen Stellen des Mathematikunterrichts förderlich für selbständiges Lernen. Er befreit den Schüler z.B. bei Übungsaufgaben von der Hilfe des Lehrers, indem er die Kontrollfunktion für die von Hand gerechneten Aufgaben übernimmt. Bei Hausaufgaben wird dadurch manch ein Anruf beim Mitschüler überflüssig. Ein CAS ermöglicht auch die Erprobung unterschiedlicher Ansätze und liefert dem Schüler Ergebnisse, die er ohne Mitwirkung des Lehrers hinterfragen kann.
Modul 10: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs	Schon die Beobachtung der Schülerarbeit am Rechner kann dem Lehrer deutliche Hinweise auf Kompetenzzuwachs geben. Auch der Schüler spürt bei seiner Rechnerarbeit jeden Zuwachs, z.B. an Bedienungskompetenz. Auch durch Schülerpräsentation schulischer (oder häuslicher) Arbeit erhält der Lehrer auf visuelle Weise einen schnellen Überblick über eventuellen Kompetenzzuwachs eines Schülers. Bei der häuslichen Arbeit am Rechner, einschließlich einer eventuellen Benutzung des Handbuches, werden Fortschritte für den Schüler durch sofortige Rückmeldungen auf dem Bildschirm schnell deutlich.
Modul 11: Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards	In dem vorliegenden CAS-Projekt sind Klassenarbeiten einer der Schwerpunkte. Diese werden an fast allen Projektschulen von den Lehrern gemeinsam formuliert. Die Projektleitung bietet u.a. einen Musterentwurf, in dem Aufgaben mit CAS-Einsatz formuliert sind. Durch den Austausch von Klassenarbeiten, aber auch von Arbeitsbögen und Hausaufgaben mit CAS-Einsatz wird die Entwicklung schulübergreifender Standards gefördert.

Insgesamt führt der Computereinsatz im Unterricht bei allen Modulen zu meist sofortigen, häufig direkt sichtbaren Rückmeldungen für den Schüler.

6.2 Antworten auf Sorgen von Eltern, Lehrern und Schülern bezüglich des Computereinsatzes im Mathematikunterricht

Die Umfrage 1 aus Kapitel 5.1 ergab einige bemerkenswerte Schüleraussagen, die sich bezüglich gewisser Sorten des Computereinsatzes mit denen von Lehrern und Eltern decken. Für die Lehrer, die mit Mathematikunterricht mit dem Computer durchführen, ist es wichtig, Antworten auf derartige Einwendungen geben zu können. Viele der Sorgen sind unbegründet – nur fehlt es an passenden Reaktionen darauf. Die hier angebotenen Antworten sind erwachsen aus den langjährigen Erfahrungen des Projektleiters mit Mathematikunterricht unter Computereinsatz.

Tipps für Antworten auf S-L-Probleme bei Einsatz des TI-92-Plus im Unterricht

Probleme, Nachteile des TI-92-Plus (nach Umfrageergebnissen ca. 2 Monate nach der Einführung, Kl.9)	Antworten (Eberhard Lehmann, 28.11.01)
<i>„Ich finde es ein Nachteil, dass man lernen muss, wie man das Rechenverfahren von Hand löst und dann auch noch lernen soll, wie das mit dem TI-92-Plus funktioniert. Ich persönlich bin dadurch oft durcheinander gekommen.“</i>	Man mache den Schülern bewusst: Einfache Rechnungen sind von Hand nötig, um das Verfahren zu verstehen (White box). Mit dem Rechner kann man dann unbelastet von Rechenfehlern Aufgaben lösen, aber z.B. mit weiteren Fällen das Verfahren besser verstehen. Beides ist wichtig – die Schüler sollten es wissen!
<i>„Man muss die Eingaben und Funktionen auswendig lernen.“</i> <i>„Das Handbuch ist auch viel zu kompliziert geschrieben.“</i>	Hier ist ein Hinweis auf die normale Formelsammlung nötig. Außerdem sollte verdeutlicht werden, dass man sich parallel zum Unterricht eine TI-Formelsammlung anlegen kann und man dann auch benutzen darf. Zwei Wege: 1) Die S müssen lernen auch mal im Handbuch zu lesen und das anzuwenden (im Unterricht einmal zusammen machen), 2) siehe oben (TI-Formelsammlung)
<i>„Man weiß nicht, wie der Computer auf das Ergebnis gekommen ist (Rechenweg).“</i>	Es ist unumgänglich, bei Gelegenheit mit den Schülern über das White box / Black box -Prinzip zu diskutieren und dazu Notizen anfertigen zu lassen.
<i>„Ich finde es schwer zu verstehen, was man nun eigentlich macht.“</i> <i>„Auf SOLVE zu drücken und dann auf ENTER zu drücken das kann ja jeder aber bringt das denn was? Natürlich ist es gut das man Aufgaben schneller und präziser Rechnen kann das find ich auch gut, aber ich find denn alten Unterricht besser.“</i>	Durch Aufschreiben von Befehlsfolgen nebst Erläuterung kann man dem entgegenwirken. Auch Verweise auf das Handbuch sind nützlich. Hier erkennt man, wie wichtig die White box-Phase im Unterricht ist. Die Einführung von SOLVE, die Verwendung des Befehls und ggf. das Aufdecken von Hintergründen (zumindest manchmal) sind wichtig!
<i>„Der Unterricht ist aufwändiger und man braucht mehr Zeit.“</i>	Dieser Aspekt sollte ebenfalls mit den Schülern diskutiert werden. Dabei wäre herauszuarbeiten, an welchen Stellen man Zeit spart (z.B. weniger Handrechnung, schnelle Ergebnisse, ...) und wodurch der zusätzliche Aufwand entsteht (Rechnerkenntnisse, Dokumentation...). – Bei richtigem Rechnereinsatz und zunehmender Rechnerkompetenz der Schüler stimmt die Aussage auch nicht.

<p>„Man muss sich die Aufgaben immer wieder abschreiben, denn man muss den TI-92 auch mal total löschen und dann hat man nichts davon.“</p>	<p>Auch im Unterricht ohne Computer wird viel notiert. Es geht hier darum die Abschreibearbeit auf eine <u>sinnvolle</u> Dokumentation der Rechnerarbeit zu fixieren. Wichtige Funktionen kann man ggf. auch längerfristig im Rechner erhalten. Zumindest ist es innerhalb einer Unterrichtseinheit oft so erwünscht. Also nicht voreilig löschen und nicht immer total löschen, sondern nur Teile. Der Lehrer muss Hinweise geben, was für die nächste Zeit wichtig bleibt.</p>
<p>„Die Einführung des TI war kompliziert, kaum einer ist mitgekommen, doch jetzt macht der Unterricht viel Spaß, da man sich Zeit sparen kann, kommt man schneller mit dem Unterrichtsstoff voran.“</p> <p>„Er ist ein wenig kompliziert, aber man kann es mit der Zeit verstehen.“</p> <p>„Er hat zu viele Tastenkombinationen.“</p>	<p>Die Einführung muss wohl durchdacht sein und sich auf die wichtigsten Elemente beschränken. Die Anfangsaufgaben sollten wenig TI-Befehle erfordern. Nicht zuviel TI-Arbeit hintereinander machen!</p> <p>Das ist richtig. Also langsam vorgehen, längere Tastenwege auch mal aufschreiben lassen und vor allem: Bei der ersten Einführung muss der grundlegende Aufbau des Tastenfeldes erläutert werden - aber keine Einzelheiten, also z.B. erläutern: weiße Ebene, gelbe Ebene, grüne Ebene, Taschenrechnerbereich, Buchstabenbereich usw.</p>
<p>„Die Gruppenarbeit hat ohne TI-92 mehr Spaß gemacht.“</p>	<p>Hier muss den Schülern gesagt werden, wie man gerade bei der Arbeit mit dem TI gut miteinander kommunizieren kann oder dass der TI auch mal beiseite gelegt werden muss.</p>
<p>„Aufgaben werden anspruchsvoller“</p> <p>„Ich finde, dass der Unterricht komplizierter geworden ist und man besser zuhören muss.“</p> <p>„Im Unterricht haben sich die Aufgaben geändert. Wir kriegen meistens nur noch Textaufgaben.“</p>	<p>Das kann schon sein! Der Unterricht verschiebt sich nun mehr auf das Finden von Ansätzen (Modellbildung) und auf das Interpretieren von Ergebnissen. Aber da der Unterricht jetzt darauf abgestellt ist, werden früher hohe Anforderungen an Aufgaben nun durch mehr Übung leichter. Und man erspart sich dabei nun die Rechenfehler.</p> <p>Das ist doch schön!</p> <p>Das ist erwünscht, was der Schüler wissen sollte! Aber andere Aufgaben nun nicht total vergessen!</p>
<p>„Manchmal würde es schneller gehen, etwas per Hand zu machen.“</p>	<p>Das sollte immer wieder praktiziert werden!</p>
<p>„Kopfrechnen wird verlernt“</p>	<p>Auch das sollte man weiterhin im Unterricht immer wieder praktizieren (z.B. Kettenaufgaben).</p>
<p>„Früher wurde mehr gelernt“</p>	<p>Was ist gemeint? Vermutlich „es wurde mehr gerechnet“. Antwort: Dafür werden andere Kompetenzen erworben. Diese sollte man den Schülern deutlich machen (z.B. diktieren – auch die Eltern sollten das wissen!).</p>
<p>„Kein selbständiges Rechnen mehr“</p>	<p>Bei einfachen Aufgaben wird ja noch gerechnet und gelegentlich soll das Rechnen mit einfachen Aufgaben auch geübt werden (Basiswissen!)</p>
<p>„Einen Vorteil hat es, wenn man die Ergebnisse mit dem TI ausrechnen kann. Der Nachteil ist, es ist verwirrend. Man rechnet alles im TI, drückt irgendwelche Tasten,</p>	<p>Hier greift die Idee der Planung einer Rechnung – und dann folgt erst Eingabe in den Rechner. Außerdem steht das gesamte Vorgehen auf dem Bildschirm und ist jederzeit wieder sichtbar zu machen.</p>

<p><i>aber zum Schluss weiß man gar nicht, was man gerechnet hat.</i> <i>Jetzt ist es schwieriger den Stoff zu kopieren. Früher war es viel besser! Ohne TI!</i> <i>„Man muss mehr denken.“</i></p>	<p>Hier muss der Lehrer deutlich machen, an welchen Stellen der TI zum besseren Verständnis beiträgt. Und da gibt es einige Aspekte! Wichtig ist, das den Schülern bewusst zu machen – am besten schriftlich!</p>
<p><i>„Auch ist es manchmal schwierig, den Anweisungen des Lehrers zu folgen, da ab und zu immer mal wieder einer der TI's spinnt.“</i></p> <p><i>Viele Schüler können dem Unterricht nicht mehr aufmerksam folgen, da vor ihnen ein Gerät steht, mit dem sie sich gegenseitig „schreiben“.</i></p>	<p>Das Beobachten der Schüler und die Fähigkeit des Lehrers, rechtzeitig Probleme zu erkennen, sind immer wichtig. Ggf. eine Pause machen, helfen lassen. Die Gründe der Fehlbedienung können vielfältig sein (siehe an anderer Stelle). Oft sind Einstellungen falsch (z.B. mode ...). Andere Schüler können helfen.</p> <p>An diesen Aspekt denkt man als Lehrer wohl nicht. Gut, dass wir es hören – es dürfte aber die Ausnahme sein. Wichtiger ist der Hinweis auf das aufmerksame Verfolgen des Unterrichts. Nachdenken, eintippen, zuhören, antworten – das sollte nicht alles gleichzeitig erfolgen. Also: Zeit für die einzelnen Vorgänge lassen.</p>
<p><i>„Und man muss in Klausuren immer alles protokollieren, was bedeutet, dass erstens nicht soviel Stoff in die Arbeiten aufgenommen werden kann und zweitens braucht jeder sein eigenes Zeitlimit...“</i></p>	<p>Hier müssen klare Anweisungen erfolgen, wo protokollieren nötig ist und wo nicht.</p> <p>Das ist immer so!</p>
<p><i>„Ich finde, der Matheunterricht sollte weiterhin so verlaufen, dass man sein rechnerisches Können benutzt, weil man Mathematik immer in seinem Leben braucht und außerdem hat man den TI bzw. einen Taschenrechner nicht immer bei sich.“</i> <i>„Man sollte noch mehr mit der Hand rechnen, weil man später nicht immer den TI in der Tasche hat.“</i></p>	<p>Das, was man in seinem Leben (schnell) braucht, wird weiterhin ohne Computer behandelt und hoffentlich auch geübt. Aber wenn es komplexer wird (auch das braucht man in seinem Leben) ist die Hilfe eines Computers unerlässlich.</p> <p>Und warum soll man einen Taschenrechner nicht bei sich haben. Im Handy steckt z.B. ein solcher – und das hat man wohl fast immer bei sich.</p>
<p><i>„Ich finde es grundsätzlich blöd, dass der Computer die Zukunft ist.</i> <i>Man braucht gar nicht mehr überlegen.</i> <i>Wenn ich mir überlegen, dass ich $7 \cdot 14$ schon in den Taschenrechner eingebe.“</i></p>	<p>Das lässt sich nun nicht mehr vermeiden.</p> <p>Da müsste wohl doch einmal klargemacht werden, was es noch alles zu überlegen gibt. $7 \cdot 14$ sollte man schon ohne Rechner rechnen können (siehe Kopfrechnen)</p>

Diese Zusammenstellung bezieht sich in erster Linie auf kritische Anmerkungen gegen den Taschencomputer. In der Mehrzahl allerdings wurde der Computereinsatz sehr positiv gewertet. Daher werden noch einige diesbezügliche Schülertexte angefügt.

Man lernt, mit Computern umzugehen, auch mit anderen, nicht nur mit dem TI. Hausaufgaben können, wenn sie von ^{Hand} gemacht werden sollten, noch einmal mit dem TI nachgeprüft werden (Probe). Vieles geht schneller zu rechnen, andererseits gewöhnt man sich an, auch die einfachen Kopfrechnungen in den TI einzugeben und einfach die Lösung abzulesen. Auch ist es manchmal schwierig, den Anweisungen des Lehrers zu folgen, da ab und zu immer mal wieder einer der TIs spinnt. Und man muss in Klausuren alles protokollieren, was bedeutet, dass erstens nicht soviel Stoff in die Arbeiten aufgenommen werden kann und zweitens braucht jeder sein eigenes Zeitlimit um mit dem TI umzugehen, sprich der eine ist mit den Tasten schon vertraut, ein anderer muss alles einzeln immer machen! Da braucht jeder unterschiedlich lang. Trotzdem macht das Arbeiten mit dem TI auch Spass. Selber herauszufinden, was der Computer wie ausgibt und die Eingaben herauszufinden ist interessant und die Freude ist immer groß, wenn dann der TI alles richtig ausspuckt.

Da ich ein Computerfreak bin mag ich die Arbeit mit dem TI sehr gut. Andererseits ist es für Leute die sich nicht so gut damit auskennen sehr schwer alles zu kapieren. Der TI ist bei vielen Aufgaben sehr praktisch. Und als einen Taschenrechner sollte man ihn nicht bezeichnen. Er hat so mega viele Funktionen die man in dem Jahr garnicht alle behandeln kann. Er ist ein Super Gerät!!!!

Also, ich finde, dass der TI für mich fast nur Vorteile hat. Früher sagte der Lehrer: „Zeichnet den Graf... ein!“ und damit meinte er ins Heft! Natürlich können auch die Besten Fehler machen, und das taten wir auch. Wir mussten also ~~unsere~~ unsere Zeichnungen immer, wenn sie falsch waren, wegradieren. Heute sagt der Lehrer zwar das gleiche, meint es aber anders. Mit dem TI kann man die falsch gezeichneten Grafen einfach löschen, ohne das man sich den Block versaut!

Ich finde den TI 92 Computer toll und auch sehr hilfreich im Unterricht, da man mit ihm, glaube ich, sehr viel Zeit spart! Man kann durch ihn viel besser die Aufgabe lösen, da es nur um das Eingeben geht und den Rest macht er von selbst. Es ist auch gut für später, da wir so mit dem vom Umgang mit Rechnern und Computern vertraut werden. Cool wäre natürlich, wenn er auch noch Internet hätte, man könnte ihn damit auch noch in anderen Fächern benutzen um beispielsweise etwas zu suchen. Was ich noch finde ist, das man immer Protokoll führen, und den Rechenweg schriftlich beherrschen muss. Somit ist das doppelt gemoppelt. Es ist außerdem auch schwierig, sich die Eingabe der vielen Rechenwege zu merken. Sonst noch ist er ziemlich schwer und groß, aber das lässt sich wohl nicht vermeiden. Ich finde es toll, dass unsere Schule sie hat!!! ☺

Vorteile aus Schülersicht

Die Beiträge zeigen, dass die Schüler einige der Vorteile des Taschencomputers, wie sie auch von den Lehrenden gesehen werden, deutlich benennen können.

Was die Schüler so für Vorteile sehen:	Lehmanns Kurzkomentar
Mit dem TI kann man die falsch gezeichneten Grafen einfach löschen, ohne dass man sich den Block versaut.	In der Tat eine wesentliche Bereicherung des Unterrichts!
Man braucht nicht mehr so viel Papierkram, z.B. für jede Nebenrechnung.	Aber das Endergebnis muss dann dokumentiert werden – siehe hierzu Anleitungen an anderer Stelle.
„Ich finde, es ist ganz gut, dass wir mit dem TI-92-Plus-Rechner arbeiten können, weil in Zukunft wahrscheinlich fast alles nur noch mit Computer gemacht wird.“ „Aber mit dem TI im Unterricht ist es viel interessanter	Gelegentlich sollten Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Taschencomputers mit einem PC aufgezeigt / zusammengestellt werden. Beispielsweise unter dem Aspekt: „Was sind die typischen Computer-

6.3 Folgerungen aus den Schülerumfragen – Kopfrechnen, Handrechnen

In den von den Schülern gelieferten Daten gibt es genügend Indizien, die für einen erfolgreichen Projektablauf sprechen.

Etwa 70% der am Projekt beteiligten Schüler würden sich wieder für einen Unterricht mit dem TI-92 entscheiden. Das zeigt, dass der Unterricht zu einer breiten Akzeptanz des Taschencomputers geführt hat. Angesichts der zu Hause bei vielen Schülern vorhandenen Personalcomputer wird deutlich, dass auch die Schüler die Besonderheiten und Vorzüge des Taschencomputers trotz seines auf das Fach begrenzten Einsatzbereiches erkannt haben (Hinweis: Zur Frage „Taschencomputer versus PC“ siehe Kapitel 6.4). Der gleiche Prozentsatz an Schülern befürwortet auch die Anschaffung für jeden Schüler der neunten Klasse. Der Gesamterfolg des Projekts wird von fast der Hälfte der Schüler als hoch beurteilt, 20% glauben eher an einen geringen Erfolg.

Nun zu dem Hauptproblem der Schüler, das in der Feststellung kulminiert:

„Man verlernt das Kopfrechnen bzw. das Rechnen von Hand! “

Diese Sorge teilen die Schüler mit allen Skeptikern des Computereinsatzes im Mathematikunterricht oder in Hochschulveranstaltungen, mit etlichen Lehrern, die den Computer durchaus im Unterricht einsetzen und mit vielen Personen aus allen Bereichen des Wirtschaftslebens. – Diesen Personenkreisen muss deutlich gemacht werden, inwieweit und in welchen Situationen Kopf- und Handrechnen sinnvoll sind (und insoweit sind diese Formen auch zu besprechen und zu üben) und bei welchen Situationen man – übrigens teilweise schon länger – Maschinen rechnen lässt. Bei einem kleinen Einkauf im Supermarkt wird man die wenigen Preise der erstandenen Lebensmittel schon mal zusammenrechnen (wenn es an der Kasse voll ist, hat man ja Zeit dazu), bei einem großen Einkauf (ab wieviel Artikel?) wird man wohl von einer Summenbildung gerne ganz absehen oder dazu vielleicht den Rechner auf seinem Handy befragen.

Hinweise auf Anforderungen im Beruf, auf die Ausbildungspraxis bei Kleinbetrieben, auf Prüfungen in Handwerkskammern, auf Universitäten und andere Institutionen können nur als Aufforderung verstanden werden, dortige „alte Zöpfe“ abzuschneiden und sich nach den Anforderungen des späteren Berufsleben (allerorts stehen Computer, jedermann benutzt Handies, ...) auszurichten.

Insofern ist ein breites Umdenken bezüglich der Rolle des Kopfrechnens und des Rechnens von Hand angebracht, nicht nur in der Schule.

Auf die richtige Dosierung kommt es an.

Die unbedingt nötigen rechnerischen Fähigkeiten aber sollten umso mehr geschult werden. Wer verbietet z.B. den Lehrern, im Unterricht immer wieder einmal einige nette Ketten-Kopfrechenaufgaben zu stellen. Das kostet fünf Minuten, macht den Schülern sogar Spaß und bringt Abwechslung – und es geht mit entsprechend wachsendem Anspruch in jeder Altersstufe. Genauso steht es mit gewissen rechentechnischen Grundfertigkeiten.

Bei all diesen Einwänden ist zu beachten, dass das numerische Rechnen nur eine Seite des Computereinsatzes darstellt. Die Schüler haben die unterschiedlichen Einsatzformen des Taschencomputers in ihren Antworten bewertet (Frage 5):

Mit Zahlen rechnen	allgemein rechnen	Graphen zeichnen	experimentieren	Solve-Befehl anwenden
--------------------	-------------------	------------------	-----------------	-----------------------

Die Zahlen zeigen, dass der TI-92 zu all diesen Operationen häufig eingesetzt wurde. Eine besondere Anziehungskraft auf Schüler und Lehrer hatte der Solve-Befehl. Immer, wenn es in irgendeiner Form um Gleichungen, Ungleichungen oder um Terme geht, die nach einer Variablen aufzulösen sind, erweist sich dieser Befehl als sehr nützlich. Er ist es in besonderem Maße, der die oben diskutierte Frage nach dem Handrechnen auslöst. Offenbar wurde er trotz dieser Bedenken im Unterricht oft und gern verwendet.

Zum Solve-Befehl ein Literaturhinweis:

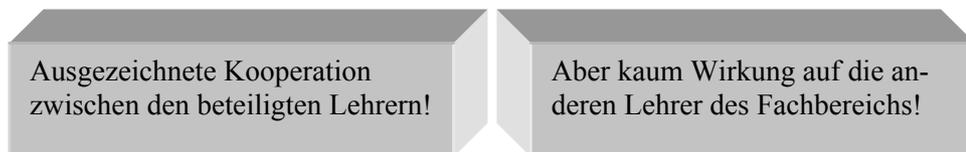
Eberhard Lehmann: Gleichungen mit dem TI-92, Hrsg.: W.Herget, E.Lehmann; Schroedel-Verlag 2001

Insgesamt lassen die Schülerantworten den Schluss zu, dass der Mathematikunterricht in den Klassen einen positiven Schub erhalten hat.

6.4 Folgerungen aus der Lehrerumfrage – Probleme, Problembewältigung

Alle beteiligten Lehrer haben eine wesentliche Änderung ihres Unterrichts registriert. Das betrifft die eigenen Verhaltensweisen und die der Schüler. Insgesamt wird der Unterricht mit CAS als ein Gewinn bezeichnet. Zum Unterrichtserfolg haben auch die diversen Workshops ihren erheblichen Anteil.

- Kooperation



Die Kooperation zwischen den jeweils beteiligten Lehrern wurde sehr positiv eingeschätzt. Dagegen war die Wirkung der Arbeit auf die anderen Lehrer des Fachbereichs gering. Hier zeigt sich ein erhebliches Manko dieses, aber sicher auch anderer derartiger Projekte.

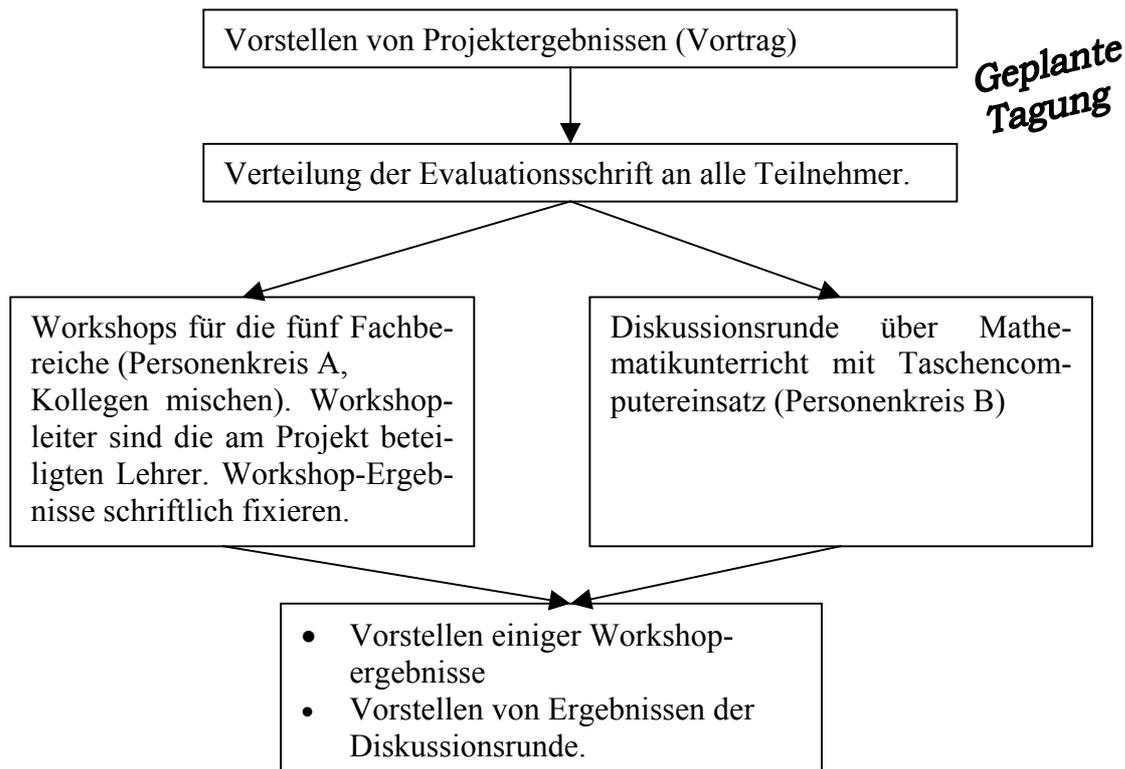
- Die Weitergabe von Erkenntnissen an andere Lehrer des Fachbereichs wurde offenbar vernachlässigt. Das betrifft den Projektleiter, die Fachbereichsleiter und die Mitglieder der Steuerungsgruppe.
- Die anderen Lehrer unterrichteten in anderen Klassenstufen, also nicht in der Projekt-Klassenstufe. Sie hätten also „auf Vorrat“ lernen müssen.
- Möglicherweise ist das CAS-Projekt von den nicht beteiligten Lehrern in der Bewerbungsphase lediglich „abgenickt“ worden, in der Erwartung, dass das dann Sache der Beteiligten sei.
- Die anderen Lehrer hätten selbst bei Interesse keine Taschencomputer für ihre Klasse zur Verfügung gehabt. Allerdings hätte die Möglichkeiten bestanden, zumindest mit einem TI-92 + View Screen demonstrationsmäßig in anderen Lerngruppen zu arbeiten oder Rechner für einige Wochen bei der Firma Texas Instruments auszuleihen.

- Es fällt allerdings angesichts der Arbeitsbelastung schwer, ein passendes Modell zu entwickeln. Würde vielleicht ein anderer Projektansatz (nicht immer die gleiche Klassenstufe) etwas ändern?

Angesichts dieser Sachlage bleibt nun nur die ohnehin vorgesehene Möglichkeit, eine Tagung für die fünf Mathematikfachbereiche der beteiligten Schulen durchzuführen und hierfür auch einen erweiterten Personenkreis (Schulleiter, Fachseminarleiter Mathematik, ...) einzuladen. Diese Veranstaltung ist für den November 2002 vorgesehen. Die Grobplanung

Einladung aller M-Fachlehrer der fünf beteiligten Schulen (A)

Einladung anderer für den Berliner Mathematikunterricht wichtiger Personen (B)



- Welche Probleme im Projektablauf sind für Sie besonders erwähnenswert?

Diese Frage wird in der Lehrerumfrage gestellt, siehe Kapitel 5.2, Frage 15. Aus den dort aufgezählten Problemen werden hier einige einer näheren Betrachtung unterzogen.

Methodische Fragestellungen

- **Finden einer geeigneten Einführung des TI**

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wird auf Kapitel 6.6 verwiesen. Dort werden aus der Unterrichtspraxis erwachsene „Tipps und Tricks für die ersten Stunden mit dem Computer“ vorgelegt.

- **Umschalten der Schüler von der Arbeit mit CAS auf das mathematische Problem**

Der Unterricht läuft bekanntlich in verschiedenen Phasen ab, die man bei Bedarf deutlich voneinander trennen sollte. Hierzu gehört auch das Umschalten von der Rechnerarbeit auf die Arbeit ohne Rechner. Dazu sind vorhergehende grundsätzliche Verabredungen und klare Lehreranweisungen nötig. Der Rechner ist eben nur eins von vielen Medien und mit diesen verbundenen Arbeitsweisen. Der Über-

gang zum Gespräch, zur Tafelarbeit, zur Heftarbeit oder zum Vortragen von Ergebnissen und die Konzentration aller Schüler auf die neue Arbeitsform bedeutet einen deutlichen Schnitt, bei der Arbeit mit PC's möglichst auch einen Arbeitsplatzwechsel. Der Übergang von der Rechnerarbeit zum Unterrichtsgespräch lässt sich übrigens häufig durch Fragen wie „*Welche Probleme sind bei der Rechnerarbeit aufgetreten?*“ einleiten.

- **Es ist schwer, sich der Probleme einzelner Schüler „gleichzeitig“ anzunehmen!**

Das geht in der Tat nicht! Es handelt sich um ein grundsätzliches Problem beim Unterricht mit Rechnern, bei der ja die Arbeit der Schüler schnell „auseinander driftet“. Hierzu sind folgende Tipps wertvoll:

Je selbständiger ein Schüler ist, desto weniger wird er nach Hilfe rufen. Man Sorge also dafür, dass die Schüler möglichst schnell eigenständiges Arbeiten lernen. Hierzu gehört z.B. die Arbeit mit dem Handbuch oder anderen Hilfen, die der Lehrer ggf. auch grundsätzlich oder vorher bereitstellen kann.

Selbständige Schüler arbeiten eigenständig mit den ihnen bekannten Materialien.

Diese Selbständigkeit wird sicher nicht dadurch erreicht, dass den Schülern die Schwierigkeiten sofort abgenommen werden!

Neben dem rufenden Schüler gibt es in der Regel etliche andere, die die Vorgänge besser durchschauen. Man nutze diese als „Hilfslehrer“ und schicke sie zu den Hilfesuchenden. Bei häufiger Praktizierung dieses Verfahrens wird der Lehrer weit weniger mit Fragen der Schüler belastet.

Schüler sind gerne auch „Hilfslehrer“! Das müssen durchaus nicht immer nur die leistungsstarken Schüler sein!

Wenn der Lehrer merkt, dass mehrere Schüler das gleiche Problem haben, ist eine Unterbrechung der Rechnerarbeit angesagt. Dann wird das Problem gemeinsam geklärt.

- **Es wird mehr Zeit benötigt (Inhalte und Rechnerumfang)**

Ein leider verbreiteter Irrglaube – zumindest, wenn man längerfristig denkt. Anfangs verbrauchte Mehrzeit kommt wieder herein, wenn man mit der richtigen langfristigen Strategie vorgeht: Arbeitshilfen geben, Rechnerumfang zu Hause üben oder sogar für die nächste Stunde vorbereiten lassen. Sicherer Umgang mit dem Rechner trägt auch zu einer schnelleren Erarbeitung mathematischer Inhalte bei. Und vor allem nutze man die Möglichkeiten des Rechners und vermeide unsinnige (unsinnige!) Handrechen- und Handzeichen-Arbeit. Da spart man viel Zeit!

- **Sicherung des Basiswissens**

Zunächst wäre Basiswissen für jedes der in der Schule besprochenen Gebiete zu definieren. Unabhängig von den verschiedenen Ausprägungen können dann dennoch einige gemeinsame Aussagen formuliert werden:

**Basiswissen
und Computer**

Erarbeitung von Basiswissen

Der sorgfältigen Erarbeitung von Basiswissen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Nützlich für das Verständnis sind stets verschiedene Sichtweisen auf die Inhalte, wobei den Visualisierungsmöglichkeiten besondere Beachtung zukommen sollte. Auch bei der Erarbeitung von Inhalten kann der Computer, hier der Taschencomputer TI-92, eine wesentliche Rolle spielen.

Basiswissen muss gefestigt werden,

es ist zu üben. Das sollten Übungen von Hand sein – für einfache Beispiele. Aber auch der Computer kann beim Üben helfen: Als Kontrollgerät und mit eigenständigen Übungen. Basiswissen muss auch langfristig gesichert werden. Hierfür gibt es diverse Formen, um an das jeweilige Wissen immer wieder zu erinnern – oft reichen dazu wenige Minuten der Stunde.

Basiswissen zum Computereinsatz

Basiswissen betrifft bei praktiziertem Computereinsatz nicht nur das rein mathematische, sondern auch das Basiswissen in Zusammenhang mit dem Computereinsatz und insbesondere mit dem Computerhandling. Dieses wird häufig bei späterem Computereinsatz quasi automatisch geübt. Hier spielen auch Hausarbeiten mit Computerbenutzung eine wesentliche Rolle.

Bei der Festlegung von Basiswissen ergibt sich immer wieder die Frage der Abgrenzung zu den Vertiefungsbereichen. Ein enger Zusammenhang besteht dabei zu der White box / Black box- Problematik des Computereinsatzes. Hierzu wird an anderer Stelle mehr ausgeführt.

• **Unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten des TI bei den verschiedenen Lehrplanthemen**

In der Tat hat sich gezeigt (was nicht überraschend ist), dass der Computer bei den einzelnen Themen unterschiedliche Rollen spielt. Die oben genannten Aspekte des Computereinsatzes variieren in ihrer Wichtigkeit.

- Mit Zahlen rechnen,
- allgemein rechnen,
- Graphen zeichnen,
- experimentieren,
- Solve-Befehl anwenden.

Insofern lassen sich für die zu behandelnden Themen keine grundsätzlichen Regeln aufstellen, wann welche Form des Computereinsatzes sinnvoll ist. Die Entscheidung ist jeweils „am jeweiligen Thema“ und „vor Ort“ (d.h. in Abhängigkeit von den jeweiligen Unterrichtsbedingungen) zu treffen.

• **Material für Hausaufgaben fehlt**

Diese Beanstandung geht fehl! Inzwischen ist in den Fachzeitschriften, zahlreichen Sonderheften der Schulbuchverlage und von Texas-Instruments und im Internet eine derartige Fülle von Aufgaben vorhanden, die auch als Hausaufgaben verwendet werden können, dass dem Lehrer umfangreiche Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

• **Hoher Aufwand für den Lehrer**

Dieser Feststellung kann nicht widersprochen werden. Tatsächlich erfordert ein Unterricht mit neuen Unterrichtsformen, neuen Aufgabenformen und Medieneinsatz wesentlich mehr Aufwand und damit auch Vorbereitungszeit für den Lehrer. Mit wachsender Kompetenz des Lehrers wächst aber auch die Chance eines souveränen Umgangs mit den Gegenständen, besonders dann, wenn der Eigentätigkeit der Schüler und deren Kompetenzzuwachs große Bedeutung beigemessen wird. Der Lehrer kann dadurch immer mehr zum Unterrichtsmanager werden. Er spart Kraft im Unterricht und kann auf die ein oder andere von früher gewohnte Unterrichtsvorbereitung verzichten!

**Hohe Lehrerkompetenz
erspart Vorbereitungszeit!**

- **Schwierigkeit in Realschulklassen mit Bausteinen**

In den beteiligten Realschulklassen wurden Schwierigkeiten bei der Arbeit mit mehr innermathematischen Problemen festgestellt. Hierzu gehört z.B. das Bausteinprinzip (siehe an anderen Stellen des Projektberichts). Angesichts des erforderlichen Abstraktionsgrades (Arbeiten mit Parametern, Aufrufen abstrakter Terme,...) ist das für Realschulklassen nicht verwunderlich. Bei den Gymnasialklassen wurden im Projekt andere Erfahrungen gemacht. Die Bedeutung des Bausteinsprinzips liegt ja u.a. darin, Oberstufenunterricht angemessen vorzubereiten und dabei dieses Prinzip als langfristige Leitidee zu verwenden.

6.5 Vergleichsarbeiten

6.5.1 Eine Vergleichsarbeit aus der Rückert-Oberschule

Vorbemerkungen

Arbeiten (Vergleichsarbeiten, Stufenarbeiten), die von allen Klassen einer Klassenstufe gleichzeitig geschrieben werden, dienen in hohem Maße der Kooperation zwischen den Lehrern und der Koordination im Fachbereich.

Die Lehrer müssen

- sich beim Entwurf der Arbeit absprechen,
- ihren Unterricht zumindest teilweise daran orientieren,
- einen gemeinsamen Bewertungsschlüssel erstellen,
- sich zwischendurch immer wieder über ihren Unterricht austauschen.

Die Schüler müssen

- auch länger zurückliegende Inhalte wiederholen,
- geeignete Formen der Vorbereitung (Kooperation) praktizieren.
- Sie werden damit auch angehalten, für eine ordentliche Heftführung zu sorgen.

*Die Vorteile sind
unübersehbar!*

Die Schüler erhalten schriftliche Hinweise für eine sinnvolle Vorbereitung der Arbeit und eine über die Arbeitsaufgaben hinausgehende grobe Inhaltsangabe.

Hinweise können sein:

- Heftinhalte durcharbeiten,
- mit Mitschülern gemeinsam vorbereiten,
- die vorhergehenden Klassenarbeiten noch einmal durcharbeiten,
- rechtzeitig vorbereiten,
- die Fragestunde nutzen.

An der Rückert-Oberschule (Gymnasium) werden im Fachbereich Mathematik seit circa 20 Jahren Vergleichsarbeiten geschrieben. Sie finden in den Klassen 8-10 in jedem Schulhalbjahr einmal statt, in den Klassen 7 nur im zweiten Halbjahr. Die gestellten Aufgaben stammen aus dem jeweiligen Halbjahr, umfassen aber nur elementare Inhalte (Basiswissen – hierzu existiert an der Schule ein Katalog) und berücksichtigen neuerdings auch offenere Fragestellungen, wenn auch noch in geringem Umfang. Es wird jeweils in einer Fachkonferenz beschlossen, welcher Kollege für die jeweilige Vergleichsarbeit der verantwortliche Organisator ist. Die Vorteile solcher Arbeiten sind so erheblich (siehe oben), dass gelegentliche Widerstände einzelner Eltern oder einzelner Lehrer überwunden werden konnten. Eine gesonderte Vorbereitung der Arbeit erfolgt nicht, es findet lediglich eine Fragestunde vor der Arbeit statt. Gewisse Probleme durch ungleiche Verhaltensweisen der Lehrer im Unterricht vor der Arbeit lassen sich nicht ganz vermeiden, wenngleich immer wieder Hinweise auf gleiches Vorgehen erfolgen. Heute liegen solche Vergleichsarbeiten „voll im Trend“.

Die Paul-Natorp-Oberschule hat seit einiger Zeit ebenfalls eine Vergleichsarbeit im Schuljahr eingeführt. An der Gottfried-Keller Oberschule führte u.a. das CAS-Projekt dazu, gemeinsame Klassenarbeiten in den Klasse 9 zu schreiben und an den Gesamtschulen sind gemeinsame Klassenarbeiten ohnehin üblich.

Die abschließende Vergleichsarbeit an der Rückert-Oberschule

Entwurf: Edling, Reiß, Schimmelpfennig

**Aus der
Unterrichtspraxis**

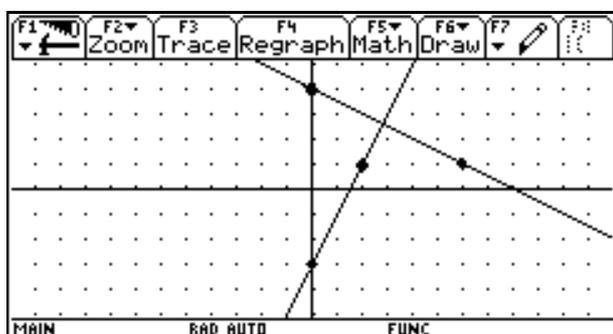
Name: _____

20.6.02

Für jede Aufgabe solltet ihr etwa 10 Minuten einplanen. Arbeitet bitte leserlich, sauber und übersichtlich. Beachtet – besonders, wenn ihr mit dem TI-92 arbeitet - , dass ihr alle Arbeitsschritte dokumentieren müsst.

Aufgabe 1:

a) Gib die Scheitelpunktsform der gegebenen Parabeln an. (Sie sind weder gestreckt noch gestaucht.). Formuliere, was dir auffällt. Zum Beispiel: Wie sehen die Funktionsterme aus? Wo liegen die Scheitelpunkte ?

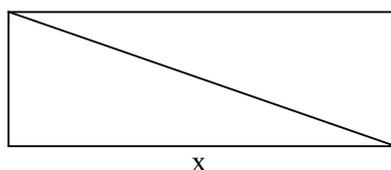


b) Zeichne zwei weitere „passende“ Parabeln dazu.

c) Alle Parabeln sollen an der x-Achse gespiegelt werden. – Erkläre, wie du dazu die Funktionsgleichungen ändern musst.

Aufgabe 2:

Die eine Seite eines Rechtecks ist um 10 cm kürzer als die andere, die Diagonale ist 50 cm lang. Vervollständige die Beschriftung der Skizze und bestimme die Länge der Seiten.



Aufgabe 3:

Zu Dekorationszwecken werden aus Pappe 20 Kreisscheiben jeweils mit dem Durchmesser $d = 1,2$ dm gestanzt, die anschließend von beiden Seiten mit Lack überzogen werden sollen. Im Laden sind verschiedene Lackdosen vorrätig. Der Inhalt reicht entweder für 1000 cm^2 , 5000 cm^2 oder 10000 cm^2 . Begründe, welche Dose gekauft werden soll!

Aufgabe 4:

Gegeben sind die Kreisumfänge verschiedener Kreise:

$$U_1 = 4,26 \text{ m} \quad U_2 = 105 \text{ cm} \quad U_3 = 78,95 \text{ km} \quad U_4 = 432,1 \text{ m}$$

Berechne die Flächeninhalte dieser Kreise. *Tipp: Du darfst einen Baustein konstruieren.*

Du hast von _____ Punkten _____ Punkte erreicht.

Das sind _____ %.

Note:

6.5.2 Die Vergleichsarbeit aus der Paul-Natorp-Oberschule

Paul-Natorp-Oberschule
Jahrgangsarbeit Mathematik Klasse 9
Gruppe A, Schuljahr 2001/2002-07-03

Name: _____

**Aus der
Unterrichtspraxis**

1. Vereinfache im Heft

a) $(\sqrt{8}) \cdot (\sqrt{32})$

b) $(\sqrt{8}) : (\sqrt{32})$

c) $\sqrt{5xy} \cdot \sqrt{y} \cdot \sqrt{10xy}$

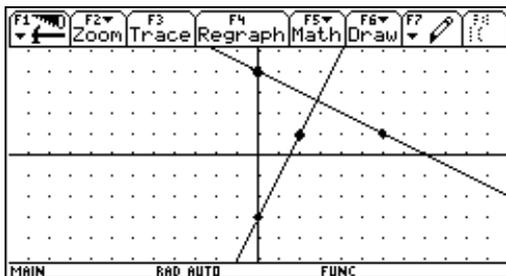
d) $\sqrt[3]{36z^3} \cdot \sqrt[3]{12t} : \sqrt[3]{2t^4}$

*

*Anmerkung des Projektleiters für den Leser:
Die Rechnung muss im Heft stehen, aber die Kontrolle mit dem TI-92 ist erlaubt.*

2. LGS

(a) Gib die Gleichungen der beiden Geraden an und ermittle den Schnittpunkt.



siehe oben *

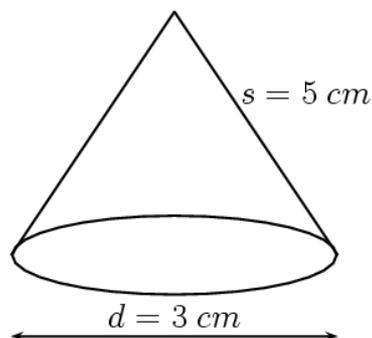
(b) Löse schriftlich im Heft!

$$\begin{array}{l} \text{I :} \quad 2x + 3y = -1 \\ \text{II:} \quad 3x - 2y = 18 \end{array}$$

3. Pythagoras

(a) Berechne den Abstand der Punkte $A(1/1)$ und $B(5/ - 2)$.

(b) Berechne den Flächeninhalt des Grundkreises sowie die Höhe des abgebildeten Kreiskegels.



*Anmerkung:
Rechnung mit dem TI-92 ist erlaubt. Es kann auch der möglicherweise im Rechner stehende Baustein für Punktabstände benutzt werden.*

4. **Quadratische Gleichungen:**

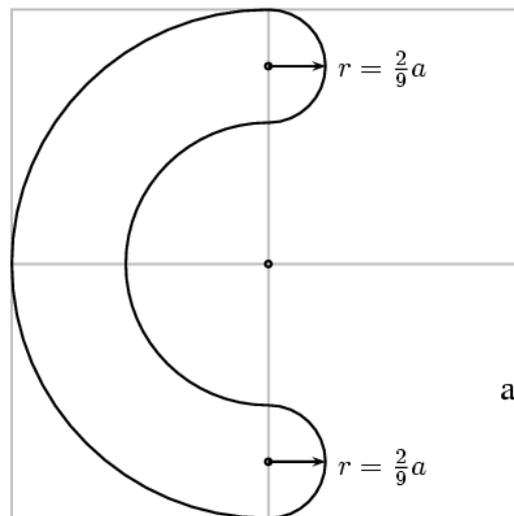
(a) $3,2 \cdot x^2 + 5x - 2 = 0$ (Löse mit dem TI)

(b) $2x^2 - 12x + 10 = 0$ (Löse ohne TI im He

*Anmerkung:
Kontrolle mit dem
TI-92 ist erlaubt.*

5. **Kreis**

- (a) Berechne die Fläche eines Kreises mit dem Umfang $U = 10 \text{ cm}$.
 (b) Berechne den Inhalt sowie den Umfang des Wüsthens. Vereinfache die Formeln soweit möglich.



*Anmerkung:
Auch hier kann
der TI-92 benutzt
werden - muss
aber nicht.*

6.6 Tipps und Tricks für die ersten Stunden mit dem Computer

Spezieller: Tipps für den (erstmaligen) Einsatz des TI-92-Plus im Unterricht
 Entwurf: Eberhard Lehmann, 22.02.01

- Versuchen Sie, eine **sehr große Lerngruppe** zu teilen und den Einstieg mit jeder Gruppe einzeln durchzuführen. – So sparen Sie Kraft, die S haben mehr davon und können individueller betreut werden.
- Versuchen Sie nie, den Rechner mit all seinen Leistungen zu erklären, lassen sie die Schüler anfangs auf keinen Fall **herumprobieren**.
- Stellen Sie anfangs ganz gezielte, wenige **Aufgaben**, z.B. auf einem kleinen Arbeitsbogen.
- Arbeit am Computer ist manchmal (besonders anfangs) auch: **Demonstrieren** (am OH-Display) und nachmachen lassen.

- Stellen Sie die grundlegendsten **Bedienungshinweise** auf einem Extrablatt zusammen.
- Schreiben Sie auf die **Arbeitsbögen** nur wenige Aufgaben. Je mehr Aufgaben, desto mehr vergrößern sich die Bearbeitungsunterschiede.
- Arbeiten Sie **nicht die ganze Stunde mit dem Computer**. Lassen Sie grundlegende BedienungsHinweise im Heft notieren, z.B. in einem Rahmen.
- **Rennen Sie nicht gleich zu jedem S**, der Sie ruft. Verweisen Sie z. B. auf (kompetente) Mitschüler.
- Setzen Sie kompetente S als „**Hilfslehrer**“ ein, indem Sie sie an andere Computer-Arbeitsstellen schicken.
- **Unterbrechen** Sie in nicht zu großen Abständen die Arbeit am Computer zum Sammeln von Ergebnissen und zum Fragen nach Problemen bei der Rechnerarbeit. Eine gute Frage ist deshalb stets: Welche **Probleme** hast du bei der Arbeit **gehabt**?
- Lassen Sie die **Arbeit dokumentieren**: Eingaben - Ausgaben - Kommentare des S. Aber nicht die Fehlversuche dokumentieren.
- Lassen Sie die Schüler ihre Arbeit am Rechner immer wieder mal **vorführen** am LC-Display.
- Nutzen Sie aus, dass die S den **Rechner zu Hause** zur Verfügung haben. Beachten Sie das bei der Aufgabenstellung der Hausarbeit.
- **Anmerkungen zur ersten Stunde mit dem TI-92:**

1) Man wähle ein kleineres mathematisches Problem aus dem aktuellen Unterricht und lasse es von Hand bearbeiten (ohne Computereinsatz).

2) Nun folgt die Einführung des TI an dem gleichen Problem. Da die Ergebnisse bekannt und die Mathematik zum Problem verstanden ist, reduziert sich der Anspruch an die Schüler nur auf die Arbeit mit dem Rechner!

3) Direkt an dem vorliegenden Problem wird mit dem Rechner gearbeitet, möglicherweise kann man die Handrechnung / Handzeichnung am Computer nachvollziehen.

4) Die Vorgehensweise am Rechner wird protokolliert (Tafel / Heft). Ein Vorausarbeiten von Schülern muss unterbunden werden – alle sollten in den ersten Stunden immer etwa genauso weit in ihrer Rechnerarbeit sein.

5) Lassen Sie - gerade beim ersten Mal - nicht zu lange am Rechner arbeiten. Zum Beispiel reichen 10-20 Minuten.

6) Wählen Sie nach diesem Einstieg ein leicht abweichendes Problem und lassen Sie es mit dem Rechner bearbeiten (das ist die erste Übung zum Handling).

6.7 Zwei Unterrichtsentwürfe zu Kerninhalten des Computereinsatzes

Hier werden zwei Stundenentwürfe des Projektleiters angeboten, die von ihm auch in Projektklassen erprobt wurden.

6.7.1 Einführung des Bausteins
 $a*b*h \rightarrow \text{vol}(a,b,h)$,
 Unterrichtsprotokoll

Die Einführung dieses Bausteins erfolgte in der Unterrichtsreihe „Reelle Zahlen“. Es wird auf die Anwendung einfacher quadratischer Gleichungen hingearbeitet.

6.7.2 White-box und Black-box
 – was sollten Schüler davon wissen? – eine Unterrichtsstunde in Klasse 9

Bezüglich dieser Stunde wird die Auffassung vertreten, dass die Schüler an geeigneten Stellen des Unterrichts auch Hintergrundwissen erwerben sollen.

In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass die Schüler schon einige Zeit mit einem CAS gearbeitet haben und verschiedenartige Gleichungen mit und ohne CAS gelöst haben. Sie haben dabei auch Black boxes benutzt, den SOLVE-Befehl verwendet und selbstverständlich auch (einfache) Gleichungen von Hand gelöst. Nun sollen sie grundlegende Prinzipien verstehen.

6.7.1 Einführung des Bausteins $a*b*h \rightarrow \text{vol}(a,b,h)$ Unterrichtsprotokoll

Eine Mathematikstunde in Klasse 9b am 19.12.2001– Durchführung: Eberhard Lehmann (Rückert-Oberschule, Fachlehrer: Matthias Schimmelpfennig)

1) Lehrer weist die Schüler auf die interessante Situation hin, die Klassenarbeit einer anderen 9.Klasse der Schule zu sehen und zu besprechen. – Die Klassenarbeit wird verteilt (siehe S.65). Aufgabe 3, 3a wird verlesen.

Aufgabe 3:

ca. 15 Minuten

Die Herstellerfirma des nebenstehenden Produktes will die Form der Verpackung so verändern, dass eine quadratische Grundfläche entsteht. Dabei soll sich das Volumen nicht ändern. Bisher sind die Maße: 6 cm x 7,5 cm in der Grundfläche und 12 cm in der Höhe.

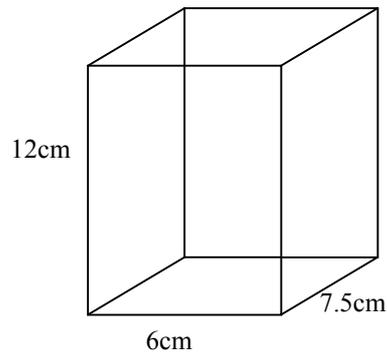
- Wie groß ist die Seitenlänge bei einer quadratischen Grundfläche, wenn die Höhe gleich bleibt?
- Gib eine der weiteren Möglichkeiten mit einer quadratischen Grundfläche an, wenn auch die Höhe verändert werden kann.

Der Schüler muss bei a) den Ansatz finden ($6*7.5*12 = a*a*12$), für b) ($6*7.5*12 = a*a*h$). Der gegebene CAS-Baustein hilft dann. Ein schönes Beispiel für
Neue Aufgabekultur mit CAS-Einsatz!

Die Schüler erhalten den Auftrag, Aufgabe 3a in Partnerarbeit zu bearbeiten.

2) Nach einer Einarbeitung der Schüler wird von Sascha zwischendurch eine Skizze an der Tafel erstellt.

TAFEL (mitschreiben)



$$V = 6\text{cm} \cdot 7.5\text{cm} \cdot 12\text{cm}$$

$$V = 540\text{ cm}^3$$

- Während der Stillarbeit weist der Lehrer aufgrund der ersten Einblicke darauf hin, dass das Volumen fest bleiben soll.
- Das Volumen wird an der Tafel errechnet.

3) Nach ca. 10 min Abbruch der Partnerarbeit.

Lösung 1 an der Tafel:

$\frac{6 \cdot 7.5}{4} = 11.25$, Kontrollrechnung (TI) zeigt, dass $11.25 \cdot 11.25 \cdot 12 < 540$, Ansatz falsch, Denkfehler!

Lösung 2 an der Tafel:

$\frac{6 + 7.5}{2} = 6.75$, Kontrollrechnung (TI) scheitert wieder, Denkfehler, Volumen nicht beachtet!

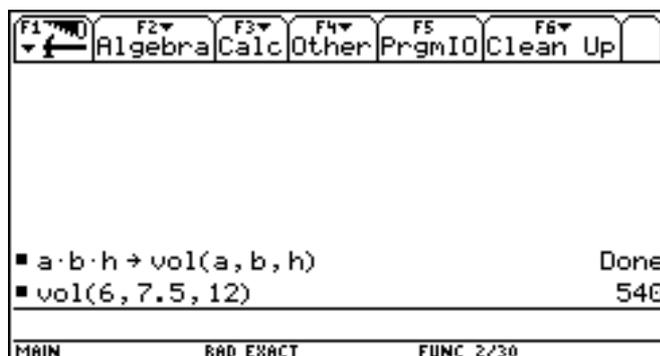
Lösung 3 an der Tafel / Heft

Berechnung der Grundfläche $6\text{cm} \cdot 7.5\text{cm} = 45\text{cm}^2$, $\sqrt{45} = 6.708\dots$

Kontrollrechnung (TI) $6.708 \cdot 6.708 \cdot 12 = 540$.

Damit ist Aufgabe 3a gelöst. Seitenlänge des Quadrats ist 6.708...cm (bzw. $\sqrt{45}$)
(verbrauchte Zeit bisher ca. 25 Minuten)

4) Lehrer kündigt eine neue Bearbeitungsmethode mit dem TI-92 an. Die Methode wird ohne Lehrerkommentar demonstriert. Die Schüler analysieren das TI-Bild (View-Screen).



Sachverhalt wird von mehreren Schülern erläutert. Es gibt keine besonderen Verständnisprobleme, da die Situation durch 1-3 gut vorbereitet.

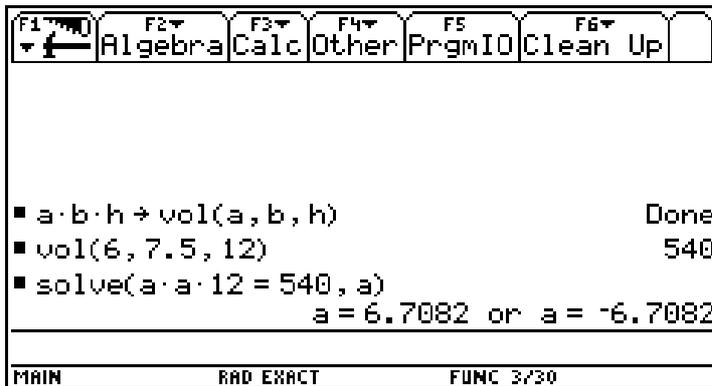
Lehrer spricht von 3 Variablen und der Bedeutung der Reihenfolge.

Lehrer diktiert Text über Baustein:

Zur Lösung der Aufgabe wird der
Baustein $a \cdot b \cdot h \rightarrow \text{vol}(a,b,h)$ definiert.

Dieser Baustein kann nun aufgerufen werden,
 indem man Werte für a, b und h einsetzt, z.B.
 $\text{vol}(6,7.5,12) = 540$.

5) Inzwischen hat Christina von sich aus den Baustein auf Aufgabe 3a angewendet!
 Sie führt ihre Lösung mit ihrem TI-92 am View-Screen vor:



Die Lösung wird von anderen Schülern und Christina erläutert. Die Ergebnisse werden mit den obigen verglichen.

Lehrer weist auf die zweite Lösung $a = -6.7082$ hin. Schüler versuchen zu erläutern, insbesondere mit minus*minus = plus.

Lehrer wünscht mathematische Schreibweise für die Solve-Zeile.

TAFELBILD

$$\begin{aligned} a \cdot a \cdot 12 &= 540 \quad / :12 \\ a \cdot a &= 45 \\ a &= \sqrt{45} = 6.708... \\ &\text{wie oben.} \end{aligned}$$

Hausaufgabe: Aufgabe 3b (aus der Klassenarbeit von Angelika Reiß) mit Baustein bearbeiten.

6.7.2 White-box und Black-box – was sollten Schüler davon wissen? – eine Unterrichtsstunde in Klasse 9

1. Am Anfang der Stunde steht an der Tafel (und das macht neugierig!):

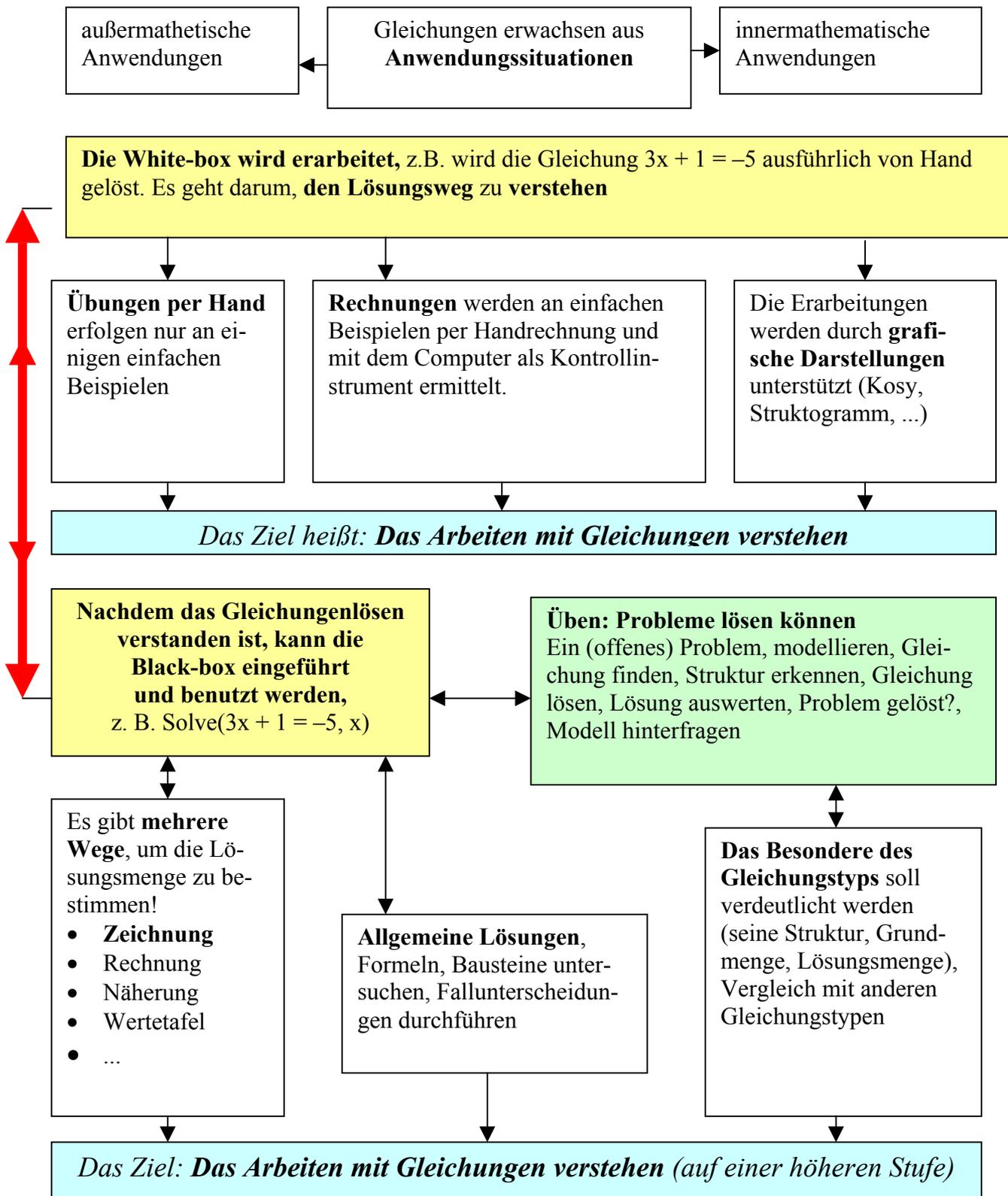
Von der **White box** zur **Black box**!

Inhalte / Material	Geplanter Unterrichtsablauf
Tafelanschrieb des Lehrers White box - Black box L: Wer kann sich darunter etwas vorstellen? (man kann auch einige Black boxes (Bb) mitbringen oder Bilder einsetzen) L: Warum ist das so? L: Was könnte eine White box sein? <i>Zeit: Ca. 15 Minuten</i>	Insbesondere werden die S etwas zu Black boxes sagen können: Flugschreiber, CD-Player, Computer, ... (an Tafel und Bb-Beispiele im Heft notieren). Vielleicht werden auch der TI-92 oder der Taschenrechner genannt. Satz diktieren: Das Benutzen von Black boxes ist heutzutage weit verbreitet und unumgänglich! Diskussion Satz, z.B.: Wenn man eine Black box näher untersucht und ihre Arbeitsweise versteht, wird sie für den Betrachter zu einer White box. - Man kann aber auch Vorgänge / Sachverhalte, die man verstanden hat (White box) zu einer Black box zusammenfassen, die dann nur noch das Ergebnis sichtbar macht. Bild: White-box Black-box 
L: Was hat das Ganze mit dem Lösen von Gleichungen zu tun? Einfaches Beispiel nehmen! Verweis auf vorhergehenden Unterricht. <i>Zeit: Ca. 10 Minuten</i>	$\text{solve}(3x+1 = -5, x) \quad x = -2$ Es wurde eine Black-box benutzt. $\begin{array}{l} 3x+1 = -5 \quad // -1 \\ 3x = -6 \quad // :3 \\ x = -2 \end{array}$ Die Black box wurde zur White box.
L verteilt „Grundregeln für das Arbeiten mit Gleichungen“ L lässt erläutern, alles wird an Beispielen aus dem vorherigem Unterricht festgemacht. Ggf. Heft <i>Zeit: Ca. 15 Minuten</i>	S erklären die Abbildung unter Benutzung obiger Gesprächsergebnisse und ihrer schon vorhandenen Kenntnisse über Gleichungen (LGS). Abbildung einheften. Ggf. Beispiele notieren mit Zuordnung zu Position in der Abbildung.
Zusammenfassung	S fassen zusammen, Kern Bb - Wb

Entwurf: Eberhard Lehmann, 12.12.2001 - Gleichungen in neuer Sicht

Grundregeln für das Arbeiten mit Gleichungen

(Kurzfassung - aufbereitet für das Schulheft der SchülerInnen)



Entwurf: Eberhard Lehmann, 12.12.2001 - Gleichungen in neuer Sicht - für den Schüler
Der Schüler erwirbt hier Hintergrundwissen und Überblick!

6.8 Ein Beobachtungsbogen für Unterricht mit Computern

Die folgenden Beobachtungsbögen befragen Schüler und Lehrer zu einer gerade abgelaufenen Unterrichtsstunde mit Computereinsatz. Über den Schülerfragebogen erhält der Lehrer möglicherweise interessante Informationen über seinen Unterricht. Durch derartige Schülerbefragungen wird auch erreicht, dass die Schüler sich ernst genommen fühlen.

Der folgende Lehrer-Beobachtungsbogen ist geeignet

- a) zur Selbstbeobachtung - man fertige sich Notizen an im Unterricht oder danach,
- b) zur Unterrichtsbeobachtung durch Zuhörer,
- c) zur Unterrichtsbeobachtung durch einen kompetenten Schüler!

Der Anwendungsbereich des Bogens kann dabei durchaus auf andere Fächer ausgedehnt werden.

Entwürfe Norbert Esper/Eberhard Lehmann, Schöntal 4.4.2002 – Überarbeitung: Lehmann, 6.4.2002

Fragen an die Schüler nach dem Unterricht:

1. Erschien dir der Rechnereinsatz notwendig?	
2. Hattest du Probleme bei der Bedienung? Gegebenenfalls, welche?	
3. Wozu hast du den Rechner verwendet? Zum Rechnen – zum Zeichnen – zum Probieren	
4. Hättest du die Aufgabe auch ohne Rechner lösen können?	
5. Hättest du bei der vorliegenden Aufgabe lieber ohne Rechner gearbeitet?	

Weiteres:

Kopiervorlage**Für den Lehrer: Fragen zur Analyse von Unterricht mit dem Computer**

Hinweis: Nicht alle genannten Aspekte müssen in einer Stunde vorkommen! Hier geht es insbesondere um die Art des Computereinsatzes. Andere Unterrichtsmerkmale werden in dieser Zusammenstellung vernachlässigt.

0. Stundenthema, Klasse	
1. Art der Aufgabenstellung? sehr offen – offen – wenig offen – nicht offen	
2. Art des Computereinsatzes? Hardware / Software: Einsatzart: Rechnen – Zeichnen – Experimentieren – CAS oder nur numerisch?	
3. Welche Form bzgl. des Computereinsatzes wurde verwendet? Demonstration – Vortrag – Einzelarbeit – Partnerarbeit – Gruppenarbeit	
4. War Computereinsatz in der jeweiligen Phase sinnvoll?	
5. Wie arbeitete der Schüler mit dem Rechner? Sicherheit im Handling – Ideenfindung – Sicherung/Dokumentation der Ergebnisse	
6. Anteil des Computereinsatzes (zeitlich)?	
7. Wechselspiel „mit Computer/ohne Computer“ Unterrichtsorganisation des Lehrers – bei der Schülerarbeit	
8. Wie erfolgte die Zusammenführung der Ergebnisse?	
9. Wie wurden die Ergebnisse der Schülerarbeiten präsentiert?	
10. In welcher Weise trug der Computer zu Öffnung des Unterrichts bei?	

6.9 Empfehlungen zur Dokumentation von CAS-Arbeit

Workshop 4 beschäftigte sich mit dem wichtigen Thema der Dokumentation von Computerarbeit, insbesondere von CAS. Unterschiedliche Erfahrungen wurden ausgetauscht. Überall erwies sich diese Frage als ein schwieriges Problem. Im Anschluss an den Workshop wurden vom Projektleiter einige grundsätzliche Hinweise verschickt.

(A) Dokumentation der Rechnerarbeit

Datei d,cas-projekt-berlin,fortbildungspapiere, Dokumentation der Rechnerarbeit

1. Übernehmen von Zeichnungen vom TI-Bild

Auf kariertem Papier, mit Bleistift zeichnen, charakteristische Punkte möglichst genau eintragen (z.B.: Schnitte mit den Achsen, Extremwerte, ...), sonstige Auffälligkeiten beachten! Wichtige Zahlenwerte eintragen, in der Regel maßstabsgetreu zeichnen.

2. Dokumentation der Terme

Für einen Vorgang ein Rechteck geeigneter Größe benutzen. Im Rechteck stehen Eingaben, Ausgaben und Erläuterungen dazu. Durch die Rechtecke werden Texte zur Rechnerarbeit abgegrenzt von den anderen Text.

Eingabe:	$m \cdot x + n \rightarrow \text{gerade}(x, m, n)$
ggf. Erläuterungen:	Hier wird ein Baustein für die Geradenform $y = mx + n$ definiert
Ausgabe:	done
ggf. Erläuterungen:	der Baustein wurde gespeichert
Eingabe	$\text{gerade}(x, 3, 4)$ Der Baustein wurde aufgerufen mit $m=3$ und $n=4$
Ausgabe	$3x+4$ für m und n wurden die Werte 3 und 4 eingesetzt, so entsteht der ausgegebene Term
Hinweis: Diese ausführliche Form empfiehlt sich zu Beginn einer entsprechenden Unterrichtssequenz.	

3. Komplexe Terme, längere Rechnungen

Bei komplexen Termen und längeren Rechnungen mit Zwischenergebnissen arbeiten. Dabei bewährt sich immer wieder eine geeignete Bezeichnung der Terme. Dadurch werden später kürzere Eingaben oder Termaufrufe möglich.

(B) Workshop-Übungsblatt zur CAS-Dokumentation

(E.Lehmann, 11.1.02), Datei d.cas-projekt-berlin,fortbildungspapiere, Übungsblatt zur CAS-Dokumentation)

Schreiben Sie eine Dokumentation zur der folgenden Aufgabe!

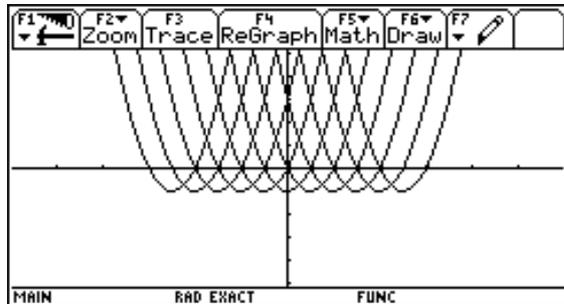


Bild 1

Bild 2

Aufgabe	Erläuterung / Lösungsweg
a) Stelle Bild 1 mit deinem Rechner her.	
b) Äußere eine Vermutung für die Schnittpunkte je zweier Parabeln.	
c) Bestätige die Vermutung durch einige passende Rechnungen	
d) Ein möglicher Weg wird in dem Bildschirmausdruck von Bild 2 vorgeschlagen. Erläutere diesen Weg. Hinweis: $(x-3)^2-1=(x-1)^2-1$ ist äquivalent zu $(x-3)^2=(x-1)^2$.	
e) Löse die mit einem Pfeil markierte Gleichung von Hand. Inwiefern hilft dir dabei die Zeile mit dem Befehl expand?	

6.10 Empfehlungen für Hausarbeiten mit CAS

Normalfall im Unterricht ist die Hausaufgabe (HA), die sich bezieht auf das

- Üben vorher gelernten Stoffes.

Dem werden nun alternative Hausaufgaben gegenübergestellt: Die

- vorbereitende HA,
- produktive HA,
- experimentelle HA,
- lern- und arbeitstechnische HA,
- kreative HA.

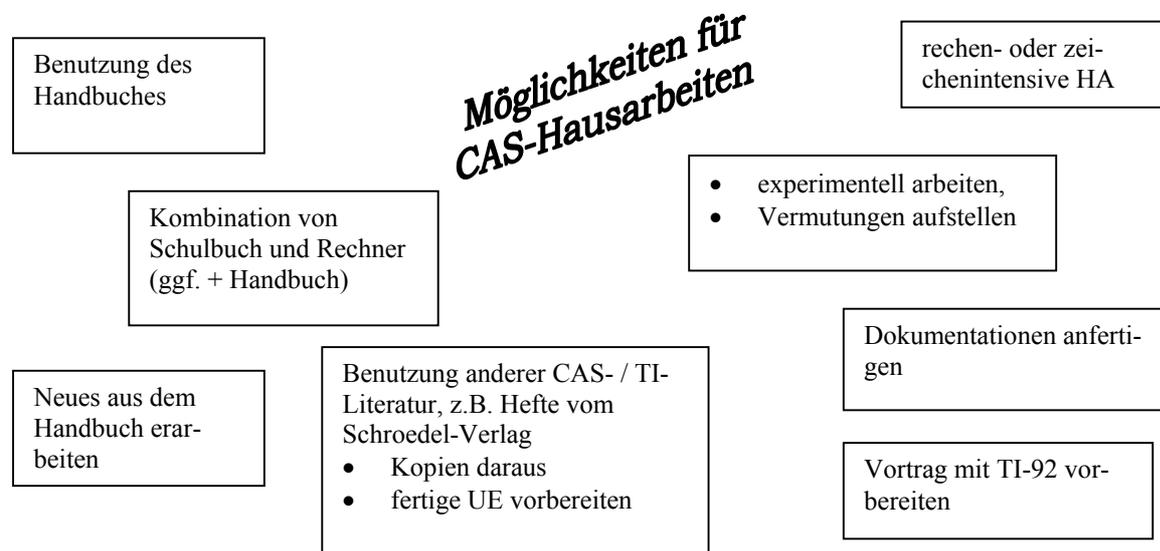
Es wird darauf hingewiesen, dass

- jede derartige Hausarbeit Unterricht (ggf. sogar für längere Zeit) initiiert,
- der Lehrer vor der Aufgabe steht, die zu erwartende Vielfalt von HA-Bearbeitungen im Unterricht zu bewältigen (inhaltlich und zeitlich). Hierfür muss er besondere Strategien entwickeln, z. B.:
- Vortragen von Lösungen durch verschiedene Schüler,
- Einsammeln und Bewerten von Schülerarbeiten,
- Erstellen von Postern zum Aushang im Klassenraum.

**Wichtige
Hinweise!**

Ergänzungen zum Hausarbeiten-Workshop –weitere Aspekte

Entwurf vom 15.11.2001 Eberhard Lehmann



Beispiele hierzu:

(1) Handbuch – Auf Seite 69 des Handbuches wird die Zeichnung eines Kreises auf dem TI-Bildschirm beschrieben. Vollziehe die Konstruktion nach, erlaüttere die Entstehung des Kreises und die mathematischen Hintergründe.

(2) Parabelwald – Im Unterricht haben wir die Zeichnung der Normalparabel $y = x^2$ besprochen. Erzeuge auf dem Bildschirm einen „Parabelwald“.

(3) Termstruktur – Ist die Aussage wahr? Untersuche mit dem TI-92!

$$\frac{a^2 - b^2}{a + b} + \frac{2(a - b)^2}{4b - 4a} = \frac{a - b}{2}$$

Wie könnte der Taschencomputer auf das Ergebnis gekommen sein?

Hinweis: Hier wäre zu diskutieren, ob man so etwas noch ohne CAS bearbeiten sollte.

(4) Vortrag mit TI-92 – Bereite einen Vortrag unter Benutzung des TI-92 vor:
Die Gerade $y = 2x + 4$ und die Parabel $y = x^2$ schneiden sich in S1(...) und S2(...).

6.11 Taschencomputer oder Personalcomputer?

Für diese wichtige, vieldiskutierte Frage haben die Projektlehrer in der Lehrerumfrage folgende Antworten notiert:

16) Worin sehen Sie die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers im Unterricht gegenüber dem PC?	<p>Vorteile: Jederzeitige Verfügbarkeit, nicht auf Fachraum angewiesen * einzige Möglichkeit, einen Computer immer wenn gewünscht, einsetzen zu können * jeder Schüler hat einen TI * View-Screen ermöglicht jederzeitige Präsentation, z.B. von Schülerlösungen * Flexibilität * überschaubarer als PC * Verfügbarkeit auch zu Hause * einfache Bedienung * problemlos im Transport * ermöglicht mehr Selbständigkeit bei Einzelarbeit und erleichtert Teamarbeit * PC's können nicht für einen ganzen Kurs angeschafft werden * Nachteile: Grafikbildschirm hat seine Grenzen * kein Drucker * kleines Display * bei komplexer Zeichnung zu langsam * fehlende Hilfetaste * geringer Bedienungskomfort * verführt mehr als PC zum Herumspielen *</p>
17) Worin sehen Sie die Vorteile bzw. Nachteile des Taschencomputers außerhalb des Unterricht?	<p>Vorteile: Hausaufgaben * Vorbereitung auf Klassenarbeit * Übungs- und Kontrollmöglichkeiten für die Schüler * kleine Spielchen aus dem Internet * selbständiges Experimentieren, Neugier wird geweckt - das kann den folgenden Unterricht vorbereiten * schwächere Schüler können Lücken aus dem Unterricht nacharbeiten und Umgang mit dem Gerät in Ruhe üben * Schüler können bei Hausaufgaben verschiedene Lösungen erarbeiten * alle Schüler haben bei Hausaufgaben das gleiche Gerät (Chancengleichheit) *</p> <p>Nachteile: Nichts wird mehr freiwillig im Kopf gerechnet * täglicher Transport *</p>

Diese Aussagen zeigen die hohe Akzeptanz der verwendeten Taschencomputer. Die für die Unterrichtspraxis entscheidenden Aspekte sind:

- **Mathematikunterricht (MU) sollte Computer ständig zur Verfügung haben und nicht nur auf Vorbestellung!** Dieser Wunsch erwächst aus der Forderung nach einem flexiblen, offenen Unterricht. Hierbei kann Computereinsatz in der Regel nicht vorgeplant werden, vielmehr entsteht er häufig aus spontanen Anforderungen.
- Diese ständige Verfügbarkeit (ortsunabhängig, raumunabhängig, zeitunabhängig, stromunabhängig) ist für alle Mathematik-Lerngruppen **nur durch Taschencomputer oder ähnliche Geräte zu gewährleisten**, nicht jedoch durch die heutigen Personalcomputer. Bei Taschencomputerverwendung ist auch eine leichte Organisation von Klassenarbeiten, Klausuren bis hin zur Abiturklausur möglich. Taschencomputer können vom Schüler bei Hausarbeiten verwendet werden, die Lösungen der Hausarbeit oder der Unterrichtsaufgaben können umgehend auf einem View-Screen gezeigt werden.
- Es gilt also von der **Vision** Abschied zu nehmen, dass die Anschaffung möglichst vieler Personalcomputer den Mathematikunterricht aller Lerngruppen einer Schule durchgehend nützen kann.
- **Die obigen Aussagen gelten nicht für sehr komplexe Anforderungen an Rechnung und Zeichnung.** Bei komplexen Algorithmen und komplexen Zeichnungen und auch bei dynamischen Geometriesystemen ist ein Personalcomputer unerlässlich. Hier ist dann doch wieder der Computerraum gefragt oder zumindest ein PC zur Demonstration im Klassenraum.

In meinen Leistungskursen hat sich die folgende Konstellation bewährt:

- a) Jeder Schüler besitzt (ständig) einen Taschencomputer, in der Schule, unterwegs und zu Hause.
- b) Der Unterricht findet stets im Computerraum statt, wobei auf den Rechnern diverse Mathematikprogramme und Möglichkeiten der Dokumentation zur Verfügung stehen.
- c) In Klausuren wird der Taschencomputer verwendet, der PC höchstens, um eine fertige Präsentation ablaufen zu lassen, die es zu erläutern gilt.

Punkt b) ist, wie oben erläutert, nicht für alle Lerngruppen realisierbar. So bleibt die Forderung:

Jeder Schüler muss für das Fach Mathematik ständig einen Taschencomputer zur Verfügung haben.

Ausgewählte Literatur zum Berliner CAS-Projekt Sekundarstufe 1

(Texas Instruments und Schroedel-Verlag)

- **Terme im Mathematikunterricht**
Eberhard Lehmann: Schroedel 1999, ISBN 3-507-73227-0
(Grundlegendes über Terme, viele Beispiele)
- **Die Reihe: Neue Materialien für den Mathematikunterricht**
mit dem TI-83 / -89 / -92 in der Sekundarstufe 1 (Schroedel-Verlag, Texas-Instruments)
Hrsg.: Wilfried Herget, Eberhard Lehmann
(direkt im Unterricht umsetzbare kleine Unterrichtseinheiten)

Lineare Funktionen

bearbeitet von Bärbel Barzel, Mechthild Ebenhöf, Wilfried Herget, Elvira Malitte, Karin Richter, Schroedel ISBN 3-507-73228-9

Quadratische Funktionen

bearbeitet von Bärbel Barzel, Mechthild Ebenhöf, Wilfried Herget, Elvira Malitte, Maximilian Steger, Schroedel ISBN 3-507-73229-7

Exponential- und Winkelfunktionen

bearbeitet von Werner Gieseke, Wilfried Herget, Elvira Malitte, Karin Richter, Alheide Röttner, Armin Würz, Schroedel ISBN 3-507-73230-0

Stochastik

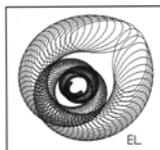
bearbeitet von Benno Grabinger, Günter Schmidt – Schroedel ISBN 3-507-73231-9

Gleichungen

bearbeitet von Eberhard Lehmann – Schroedel ISBN 3-507-73232-7 Lehmann, Eberhard, 1999a:

Mathematik mit dem TI-92

von Reichel/Müller, Verlag Hölder-Pichler-Tempsky, ISBN 3-209-02447-2
(diverse Themen aus Sek.1 und Sek.2, mehr eine Handreichung)



LEH-SOFT, mirza@snafu.de,
Tel.: 030-7112420,
Geitnerweg 20c, 12209 Berlin

- **Plotprogramm ANIMATO / HL-PLOT 2 (Windows), EL 40 Euro, SL 150 Euro**
Animieren mit Funktionen und Relationen – komplexe Zeichnungen aus Funktions- und Relationsgraphen nicht nur von Schülern zeichnen, sondern auch gestalten. lassen
- **Programm Markow-Ketten (DOS), EL 20 Euro, SL 50 Euro**
- **Unterrichtsmaterial (beim Verlag vergriffene Bücher, Aufsätze, ...)**
Lineare Algebra / Matrizenrechnung – Markow-Ketten – Animationen – Didaktisch-methodisches zum Computereinsatz – problemorientierter Unterricht – Projekte im Mathematikunterricht