

A C D C A
(**Austrian** Center for the Didactics of Computer Algebra)

Forschungsprojekt

**"Der Mathematikunterricht im Zeitalter der
Informationstechnologie"**
(Felduntersuchung mit dem TI-92)

Teil IX
Außenevaluation
Zusammenfassung

GÜNTHER GROGGER
Zentrum für Schulentwicklung

Graz
September 1998



ZSE
REPORT

ZENTRUM FÜR SCHULENTWICKLUNG

NUMMER 40

**EVALUATION ZUR ERPROBUNG DES TI 92
IM MATHEMATIKUNTERRICHT AN
ALLGEMEINBILDENDEN HÖHEREN SCHULEN**

Ergebnisse der bundesweiten Schüler- und
Lehrerbefragungen im Schuljahr 1997/98

Günther Grogger

Vorabdruck für das 3. gesamtösterreichische Seminar

**"Der Mathematikunterricht im Zeitalter
der Informationstechnologie**

Felduntersuchung mit dem TI 92"

Ossiach, 2. bis 5. September 1998

Zukunft • Bildung • Kultur

BM | UK

ZENTRUM FÜR SCHULENTWICKLUNG
BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT
UND KULTURELLE ANGELEGENHEITEN
WIEN KLAGENFURT GRAZ

Zentrum für Schulentwicklung
Abteilung II: Evaluation und Schulforschung
Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten
8010 Graz, Hans-Sachs-Gasse 3/II; Telefon 0316/828733; Fax 0316/8287336

ZSE-Report 40

**EVALUATION ZUR ERPROBUNG DES TI 92
IM MATHEMATIKUNTERRICHT
AN ALLGEMEINBILDENDEN HÖHEREN SCHULEN**

Ergebnisse der bundesweiten Schüler- und Lehrerbefragungen
im Schuljahr 1997/98

Günther Grogger

Vorabdruck für das 3. gesamtösterreichische Seminar
**"Der Mathematikunterricht im Zeitalter der Informationstechnologie
Felduntersuchung mit dem TI 92"**
Ossiach, 2. bis 5. September 1998

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Der TI 92 als Unterrichtsmittel.....	2
3. Die Erhebungsinstrumente	2
4. Beschreibung der Stichprobe und Durchführung der Untersuchung	3
5. Ergebnisse der Schülerbefragung.....	6
5.1 Ausmaß der Veränderung der Freude am Mathematikunterricht seit der Verwendung des TI 92.....	6
5.2 Bereiche, in denen der TI 92-Einsatz für die Schüler die größte Hilfe darstellt	7
5.3 Veränderung bei der Leistungsbeurteilung durch den Einsatz des TI 92	9
5.4 Einstellungen und Erfahrungen der Schüler hinsichtlich der Verwendung des TI 92 im Mathematikunterricht	10
5.5 Schriftliche Äußerungen der Schüler zu Problemen im Umgang mit dem TI 92.....	15
6. Ergebnisse der Lehrerbefragung	17
6.0 Persönliche Einschätzung der Zuversicht, Befriedigung und Belastung durch den Mathematikunterricht	17
6.1 Aspekte der Veränderungen des Mathematikunterrichts durch den Einsatz von TI 92.....	18
6.2 Erwünschtes Ausmaß des Einsatzes von Computeralgebrasystemen im regulären Mathematikunterricht.	21
6.3 Zur Handhabung des Symbolrechners TI 92	22
6.4 Der Einsatz des TI 92 zur Entlastung der Schüler	23
6.5 Neue Schwerpunktsetzung im Mathematikunterricht durch den Einsatz des TI 92.....	23
6.6 Didaktische Einsatzmöglichkeiten von Computeralgebrasystemen	25
6.7 Auswirkungen von Computeralgebrasystemen auf die Motivation und Leistungsbereitschaft der Schüler im Mathematikunterricht	28
6.8 Kritische Anmerkungen zum Einsatz von Computeralgebrasystemen.....	29
6.9 Veränderung der Arbeit des Lehrers durch den Einsatz des TI 92.....	31
6.10 Schriftliche Lehreräußerungen zum zweiten Beobachtungsfenster	33
7. Vergleichende Darstellung von Ergebnissen der Schüler- und Lehrerbefragung	35
8. Zusammenfassung der Ergebnisse	37
9. Anhang	40
9.1 Die Erhebungsinstrumente	40
9.1.1 Der Schülerfragebogen MIT/SFB-98.....	40
9.1.2 Der Lehrerfragebogen MIT/LFB-98.....	44
9.1.3 Der Lehrerfragebogen MIT/LFB-97.....	50
9.2 Skalenbildung und Standardisierung	52
9.2.1 Beschreibung der Skalen.....	52
9.2.2 Flächentransformation der Rohwerte (Standardisierung)	55

9.3	Liste der schriftlichen Schüleräußerungen (MIT/SFB 98 Frage 7).....	56
9.4	Listen der schriftlichen Lehreräußerungen	70
9.4.1	MIT/LFB 97: Frage 1 (Erhebung August 1997).....	70
9.4.2	MIT/LFB 97: Frage 7 (Erhebung August 1997).....	76
9.4.3	MIT/LFB 98: Fragen 3 und 6 (Erhebung Juni 1998).....	80
9.4.4	MIT/LFB 98: Frage 8 (Erhebung Juni 1998)	87
9.4.5	MIT/LFB 98: Frage 10 (Erhebung Juni 1998).....	91

Definitionen und Verzeichnis der Abkürzungen

Bundesländer Österreichs

B	Bundesland <i>Burgenland</i>	<i>derive</i>	Ein System symbolischer Computeralgebra mit grafischen, symbolischen und numerischen Fähigkeiten. Ein Produkt des SOFTWARE WAREHOUSE Inc., Honolulu
K	Bundesland <i>Kärnten</i>		
NÖ	Bundesland <i>Niederösterreich</i>		
OÖ	Bundesland <i>Oberösterreich</i>		
S	Bundesland <i>Salzburg</i>		
ST	Bundesland <i>Steiermark</i>	ENT (ent)	Entlastung beim Rechnen (Schülerskala INT, Lehrer- und Schülerskala int)
T	Bundesland <i>Tirol</i>		
V	Bundesland <i>Vorarlberg</i>	ERF	Indikator für den Schulerfolg gebildet aus ausgewählten Noten (D, E, M, Ph, GW, GS)
W	Bundesland <i>Wien</i>		

Schularten

BG	Bundesgymnasium	INT (int)	Förderung des Mathematikinteresses durch den TI 92 (Schülerskala INT, Lehrer- und Schülerskala int)
BORG	Bundesoberstufenrealgymnasium		
BRG	Bundesrealgymnasium		
GIBS	Graz International Bilingual School (Bundesgymnasium)	MIN (min)	Minderung der mathematischen Kenntnisse (Schülerskala INT, Lehrer- und Schülerskala int)
P(R)G	Privat(real)gymnasium	TI 92	Ein mit symbolischer Computeralgebra ausgestatteter Graphikrechner im Taschenrechnerformat von TEXAS INSTRUMENTS
D	Deutsch		
E	Englisch		
GS	Geschichte und Sozialkunde	ZUS (zus)	Zusätzliche Erschwernis der Schüler durch den TI 92 (Schülerskala INT, Lehrer- und Schülerskala int)
GW	Geographie und Wirtschaftskunde		
M	Mathematik		
Ph	Physik		

Begriffserklärungen und Definitionen

CAS	Computeralgebrasysteme wie z. B. <i>derive</i>	AM	Arithmetisches Mittel
		df	Freiheitsgrade
		dFR	Veränderung des Ausmaßes der Freude am Mathematikunterricht während des Erprobungsjahres

E	Lehrergruppe mit mindestens einjähriger CAS-Erfahrung	$r_{x,y}$	Produkt-Moment-Korrelation
		s	1 % Signifikanzniveau
FRv	Ausmaß an Freude am Mathematikunterricht vor der Einführung des TI 92	SD	Standardabweichung
		ss	5 % Signifikanzniveau
K	Lehrergruppe, die im Erprobungsjahr erstmals in ihrem Unterricht CAS einsetzen	t_{dif}	t-Wert der Differenzwerte von an zwei Zeitpunkten erhobenen Variablen (Wiederholungsmessung)
N	Anzahl der Personen	U/O	Zusammenfassung von Schulstufen <i>Unterstufe/Oberstufe</i>
ns	Statistisch nicht signifikant	w/m	Geschlecht <i>weiblich/männlich</i>

1. Einleitung

In Fortsetzung des Forschungsprojekts "Symbolic Computation unterstützter Mathematikunterricht", das unter der Schirmherrschaft von LSI HR Mag. Dr. Helmut Heugl (Landesschulrat für Niederösterreich) im Schuljahr 1993/94 mit der Erprobung des Einsatzes von *derive* an allgemeinbildenden höheren Schulen in Österreich begonnen wurde, wurde im Schuljahr 1997/98 der Einsatz von Computeralgebrasystemen mit Hilfe des symbolischen Taschenrechners TI 92 bundesweit erprobt. Im ersten Projekt stand den Schülern das algebrafähige Computerprogramm *derive* in einer PC-Version (Notebook) zur Verfügung. Das Notebook konnten die Schüler - je nach Ausstattung an der Schule - teilweise auch nur im Rahmen des Mathematikunterrichts benutzen, sodaß das häusliche Üben in herkömmlicher Art erfolgte. Im Schuljahr 1997/98 konnte nun allen am Forschungsprojekt teilnehmenden Schülern der Graphikrechner TI 92 - ein Gerät im Taschenrechnerformat - mit dem symbolischen Computeralgebraprogramm *derive* ständig zur Verfügung gestellt werden, sodaß die Jugendlichen alle mathematischen Aktivitäten in und außerhalb der Schule mit diesem Rechner durchführen konnten. Im vorliegenden Bericht werden die Erfahrungen der Schüler und Lehrer mit dem TI 92-Einsatz - soweit es Evaluationsmaßnahmen der Abteilung Evaluation und Schulforschung des ZSE betrifft - dargestellt.¹⁾ Die Leitung des laufenden Projekts "Der Mathematikunterricht im Zeitalter der Informationstechnologie: Felduntersuchung mit dem TI 92" liegt wieder in den bewährten Händen von LSI HR Mag. Dr. Helmut Heugl und Univ. Doz. Dr. Manfred Kronfellner (Technische Universität Wien).

Die Untersuchung erfolgte im wesentlichen mit den im Schuljahr 1993/94 eingesetzten Instrumentarien, wodurch eine breite Vergleichsbasis geschaffen werden konnte. Die Lehrerbefragung wurde diesmal als Längsschnittuntersuchung konzipiert, sodaß die Einschätzungen der Lehrer vor Beginn der Versuchstätigkeit in diesem Schuljahr mit jenen am Ende des Schuljahres verglichen werden können.

Für die wohlwollende Bereitschaft dieses Evaluationsvorhaben mitzutragen, möchte ich mich an dieser Stelle bei allen am Forschungsprojekt beteiligten Personen herzlichst bedanken. Weiters danke ich Mag. Anita Winter und Andrea Lang, die mir besonders bei den arbeitsintensiven inhaltsanalytischen Auswertungen behilflich waren, für ihre Unterstützung, ohne die der vorliegende Bericht nicht rechtzeitig für das gesamtösterreichische Seminar "Der Mathematikunterricht im Zeitalter der Informationstechnologie - Felduntersuchung mit dem TI 92" in Ossiach (2. bis 5. September 1998) hätte fertiggestellt werden können.

¹⁾ Zu den vorhergehenden Projekten liegen folgende Berichte vor:
Grogger G., Der Einsatz von *derive* im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen. Ergebnisse einer bundesweiten Schülerbefragung im Schuljahr 1993/94. Graz: ZSE-Report 6, Abteilung II, Juli 1995 und
Svecnik E., Der Einsatz von *derive* im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen. Ergebnisse einer bundesweiten Lehrerbefragung im Schuljahr 1993/94 sowie vergleichende Darstellung mit Ergebnissen der Schülerbefragung. Graz: ZSE-Report 12, Abteilung II, Oktober 1995.

2. Der TI 92 als Unterrichtsmittel

Wie der numerische Taschenrechner, der die reine Rechenarbeit präzise und rasch durchführen kann, das Arbeiten mit dem Rechenschieber bzw. mit den Logarithmentafeln ablöste, so werden grafikfähige, symbolische Geräte in der Größe von Taschenrechnern den numerischen Rechner ablösen und wahrscheinlich auch weitgehend den herkömmlichen Mathematikunterricht verändern. Z. B. erhält der mathematische Bereich der Kurvendiskussionen als Anwendungsgebiet der Infinitesimalrechnung einen anderen Stellenwert. Diese Art von Aufgaben, die allerdings oft für schwächere Schüler einen hoffnungsvollen "Rettungsanker"²⁾ darstellen, werden an zentraler Bedeutung verlieren. An dessen Stelle wird eine Art "nichtmathematische" Problemformulierung treten, die dann den notwendigen Brückenschlag zwischen dem "alltagssprachlich" formulierten Problem und der formal-mathematischen Lösungsstrategie erfordert.

Wie verschiedenen Publikationen³⁾ zu entnehmen ist, werden dem Einsatz von Computeralgebra-Systemen in einem modernen Mathematikunterricht verschiedene Funktionen zugeordnet: Der Rechner als reines Rechenwerkzeug (Übernahme der numerischen Rechenarbeit), als Experimentierwerkzeug (Erkennen von funktionalen Zusammenhängen, selbständiges Entwickeln von Algorithmen), als Visualisierungswerkzeug (graphische Darstellung funktionaler Zusammenhänge oder geometrischer Konstruktionen) und nicht zuletzt als didaktisches Werkzeug. Die Kompetenz der Rechenfertigkeit wird in den Hintergrund treten und Kompetenzen der Struktur- und Äquivalenz-erkennung sowie der Test- und Visualisierungskompetenz erhalten für das mathematische Arbeiten mit Computeralgebra-Systemen einen zentraleren Stellenwert.

3. Die Erhebungsinstrumente

Von der Abteilung Evaluation und Schulforschung des ZSE wurden für die Schüler-⁴⁾ und Lehrerbefragungen⁵⁾ im Rahmen des Forschungsprojekts "Der Mathematikunterricht im Zeitalter der Informationstechnologie: Felduntersuchung mit dem TI 92" unter Berücksichtigung von Ergebnissen aus dem *derive*-Projekt (Schuljahr 1993/94)⁶⁾ Instrumente entwickelt, die die Einstellungen und Einschätzungen sowie Wahrnehmungen über Veränderungen des Unterrichts von Schülern allgemeinbildender höherer Schulen durch den Einsatz des TI 92 im Mathematikunterricht thematisieren. Die Lehrer wurden über ihre Einschätzungen, Meinungen und Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Einsatz des Symbolrechners TI 92 sowie dessen Auswirkungen auf Einstellungen, Lernerfolge und Motivation der Schüler zu Beginn und zum Ende des Schuljahres 1997/98 befragt. Die Beantwortung der Fragen erfolgte weitgehend auf 5stufigen Antwortskalen. In offenen Fragen konnten sich Schüler wie auch Lehrer schriftlich zu Problemen im Zusammenhang mit dem Einsatz des TI 92 äußern.

4. Beschreibung der Stichprobe und Durchführung der Untersuchung

In die Befragung waren alle Mathematiklehrer von 70 Forschungsklassen an allgemeinbildenden höheren Schulen einbezogen. An der Erhebung im August 1997 nahmen 65 und im Juni 1998 64 Lehrpersonen (36 % Lehrerinnen und 64 % Lehrer) teil. Von 59 Lehrern liegt ein Fragebogen

²⁾ Dieser "Rettungsanker" besteht darin, daß durch relativ einfach zu merkende, ohne weiteres Verständnis anwendbare Algorithmen oft noch eine positive Leistungsbeurteilung erreicht werden konnte. Das wird durch Beobachtungen im herkömmlichen Mathematikunterricht insofern bestätigt, als Schüler, die das numerische Handwerk der Schulmathematik gut beherrschen, immer wieder Schwierigkeiten haben, verbal formulierte Aufgaben wie z. B. Textaufgaben zu lösen.

³⁾ Z.B.: Heugl H. et al., Mathematikunterricht mit Computeralgebra-Systemen. Ein didaktisches Lehrbuch mit Erfahrungen aus dem österreichischen *derive*-Projekt. Addison-Wesley, Bonn, 1996.
Kutzler B., Symbolrechner TI 92. Computeralgebra im Taschenformat. Addison-Wesley, Bonn, 1996 (2. Auflage).

⁴⁾ Schülerfragebogen MIT/SFB-98 (Anhang).

⁵⁾ Lehrerfragebögen MIT/LFB 97 (August 1997) und MIT/LFB 98 (Juni 1998) (Anhang).

⁶⁾ Vgl. Fußnote 1 auf Seite 1.

von beiden Erhebungszeitpunkten vor. Die Frage nach Erfahrungen mit dem Einsatz von CAS im Mathematikunterricht haben von der Schnittmenge zu Beginn des Versuchsjahres 31 Lehrer verneint. 28 Lehrer geben an, daß sie bereits mindestens ein Jahr mit CAS gearbeitet haben. Die Anteile der erfahrenen und nicht erfahrenen Lehrer im Umgang mit CAS halten sich also annähernd die Waage.

In der folgenden Liste werden die an der Untersuchung teilnehmenden Schulen unter Angabe der Anzahl von Forschungsklassen angeführt.

Burgenland

BG/BRG Eisenstadt, Kurzwiese (1 Klasse)

BG/BRG/BORG Oberpullendorf, Gymnasiumstr. 21 (1 Klasse)

BG/BRG Oberschützen, Oberschützen 174 (1 Klasse)

Kärnten

BG/BRG St. Veit an der Glan, Dr.-A.-Lemisch-Str. 9 (2 Klassen)

BORG Wolfsberg, Gartenstraße 1 (1 Klasse)

Niederösterreich

BRG/BORG St. Pölten, Schulring 16 (1 Klasse)

BG Amstetten, Anzengruberstraße 6 (3 Klassen)

BG/BRG Berndorf, Sportpromenade 19 (1 Klasse)

BG/BRG Gänserndorf, Gärtnergasse 5-7 (1 Klasse)

BG/BRG Klosterneuburg, Buchberggasse 31 (3 Klassen)

BG/BRG Krems, Piaristengasse 2 (3 Klassen)

BG/BRG Krems, Ringstraße 33 (1 Klasse)

BG/BRG Mödling, Franz-Keim-Gasse 3 (2 Klassen)

PG/PRG Pressbaum, Kloostergasse 12 (1 Klasse)

BG/BRG Stockerau, Unter den Linden 16 (5 Klassen)

BG/BRG Tulln, Donaulände 72 (2 Klassen)

PRG der Salesianer Unterwaltersdorf (2 Klassen)

BG/BRG Wieselburg, Erlaufpromenade 1 (1 Klasse)

Oberösterreich

BRG Linz, Aubrunnerweg 4 (1 Klasse)

BRG Linz, Hamerlingstraße 18 (1 Klasse)

BG/BRG Bad Ischl, Grazerstraße 27 (1 Klasse)

BG/BRG Braunau, Trentinerplatz 1 (1 Klasse)

BORG Perg, Dirnbergerstraße 43 (1 Klasse)

BRG Schloß Wagram-Vöcklabruck, Schloßstr. 31 (1 Klasse)

Salzburg

BORG Salzburg, Preis-Allee 3 (1 Klasse)

BG/BRG Hallein, Schützengasse 3 (1 Klasse)

BORG Mittersill, Postfach 23 (2 Klassen)

Fortsetzung der Schulliste

Steiermark

BRG Graz, Keplerstraße 1 (2 Klassen)

GIBS Graz, Marschallgasse 19-21 (2 Klassen)

BG/BRG Graz, Oeverseegasse 28 (1 Klasse)

BRG Kapfenberg, Wienerstraße 123 (1 Klasse)

BG/BRG Weiz, Offenburgergasse 28 (1 Klasse)

BORG Murau, Grössingstraße 7 (1 Klasse)

Tirol

Akademisches Gymnasium, Innsbruck (2 Klassen)

BORG Innsbruck, Fallmerayerstraße 7 (1 Klasse)

BORG Lienz, Kärntnerstraße 8 (1 Klasse)

Vorarlberg

BG Dornbirn, Realschulstraße 3 (3 Klassen)

Wien

BORG Wien 1, Hegelgasse 14 (2 Klassen)

BORG Wien 3, Landstraßer-Hauptstraße 70 (1 Klasse)

BRG Wien 8, Albertgasse 18-22 (1 Klasse)

BG Wien 13, Fichtnergasse 15 (1 Klasse)

BRG Wien 14, Linzerstraße 146 (1 Klasse)

BRG Wien 15, Auf der Schmelz 4 (1 Klasse)

BG Wien 19, Gymnasiumstraße 83 (1 Klasse)

Zur Teilnahme an diesem Evaluationsvorhaben wurden alle 46 Schulen eingeladen. (Zwei Schulen haben an der Erhebung nicht teilgenommen.) Die Schülerbefragung in den Forschungsklassen wurde vom jeweiligen Mathematiklehrer durchgeführt. In 65 der 70 am Projekt teilnehmenden Klassen (Stand: 25. Juli 1998) wurde die Schülerbefragung im Juni 1998 durchgeführt. Der Auswertung liegen insgesamt 1380 Schülerfragebögen zugrunde. Die Rücklaufquote bei der Schülerbefragung beträgt 88 %. Die restlichen 12 % gehen zu Lasten der Abwesenheit von Schülern am Untersuchungstag. Die Versuchstätigkeit findet in den Bundesländern auf den Schulstufen unterschiedlich stark statt. So werden auf der 10. Schulstufe (6. Klasse) in allen Bundesländern Forschungsklassen geführt, auf der 7. Schulstufe (3. Klasse) jedoch nur in den Bundesländern Niederösterreich, Steiermark und Wien. Eine detaillierte Verteilung der Klassen und Schüler getrennt nach Geschlecht, Schulstufe und Bundesland ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Die durchschnittliche Schülerzahl der an der Untersuchung teilnehmenden Klassen beträgt 21,2, wovon 43 % Mädchen sind. Das Verhalten der Projektklassenschüler im Mathematikunterricht wird von den Lehrern weder als ruhig/konzentriert noch als lebhaft/unkonzentriert angegeben, sondern bewegt sich im mittleren Bereich ($AM = 3,06$ auf einer 5stufigen Skala von 1 bis 5). 5 von 64 Klassen werden als besonders lebhaft/unkonzentriert und zwei Klassen als sehr ruhig und konzentriert eingeschätzt.

Tabelle 1
Verteilung der Schüler getrennt nach
Bundesland, Schulstufe und Geschlecht

	7. Schulstufe		9. Schulstufe		10. Schulstufe		11. Schulstufe		Insgesamt	
	N	wbl	N	wbl	N	wbl	N	wbl	N	wbl
B	-	-	27	0	29	14	-	-	56	14
K ¹⁾	-	-	52	32	32	21	-	-	84	53
NÖ ²⁾	160	62	98	38	166	77	104	36	528	213
OÖ	-	-	121	39	29	18	-	-	150	57
S	-	-	-	-	34	24	29	16	63	40
St	56	7	116	41	20	10	-	-	192	58
T ³⁾	-	-	-	-	96	55	-	-	96	55
V	-	-	-	-	51	27	13	4	64	31
W ⁴⁾	22	13	52	31	17	7	56	27	147	78
Insg.	238	82	466	181	474	253	202	83	1380	599

- 1) Keine Schülerfragebögen von 2 Klassen der 10. Schulstufe (N=53)
- 2) Keine Schülerfragebögen von einer Klasse der 9. Schulstufe (N=22)
- 3) Keine Schülerfragebögen von einer Klasse der 9. Schulstufe (N=25) - *Da erst am 19.8. eingelangt, konnten diese Daten nicht mehr in die Auswertung aufgenommen werden.*
- 4) Keine Schülerfragebögen von einer Klasse der 11. Schulstufe (N=14)

5. Ergebnisse der Schülerbefragung

5.1 Ausmaß der Veränderung der Freude am Mathematikunterricht seit der Verwendung des TI 92

In Frage 3 wurden die Schüler aufgefordert, das Ausmaß an persönlicher Freude am Mathematikunterricht vergleichend einzuschätzen und zwar retrospektiv für die Zeit vor Einführung des TI 92 und nach einem Jahr Erfahrung im Umgang mit dem TI 92.

Tabelle 2
Schülereinschätzung des Ausmaßes der Freude am Mathematikunterricht vor Einführung des TI 92 und nach einem Jahr Erprobung getrennt nach Schulstufen und Geschlecht (signifikante Veränderungen sind fett dargestellt und bedeutsame Wechselwirkungen durch ° gekennzeichnet)

	Vor Einführung			Seit dem Einsatz			Veränderung		
	AM	SD	N	AM	SD	N	AM	SD	N
Insgesamt	2,90	1,10	1377	3,27	1,10	1378	+0,38	1,26	1377
davon Mädchen	2,82	1,03	597	2,97	1,04	598	+0,15	1,14	597
davon Burschen	2,96	1,15	780	3,51	1,09	780	+0,55	1,31	780
<i>7. Schulstufe</i>									
Insgesamt	3,20	1,08	238	3,72	1,05	238	+0,52	1,36	238
davon Mädchen	3,20	1,03	82	3,27	1,05	82	+0,07	1,27	82
davon Burschen	3,21	1,11	156	3,96	0,97	156	+0,76	1,35	156
<i>9. Schulstufe</i>									
Insgesamt	2,84	1,13	465	3,12	1,11	466	+0,28	1,38	465
davon Mädchen	2,80	1,00	180	2,88	1,02	181	+0,09	1,15	180
davon Burschen	2,87	1,21	285	3,27	1,14	285	+0,41	1,49	285
<i>10. Schulstufe</i>									
Insgesamt	2,79	1,07	473	3,15	1,09	473	+0,36	1,14	473
davon Mädchen	2,71	1,03	252	2,91	1,08	252	+0,20	1,16	252
davon Burschen	2,89	1,11	221	3,43	1,03	221	+0,53	1,09	221
<i>11. Schulstufe</i>									
Insgesamt	2,92	1,05	201	3,38	1,02	201	+0,46	1,05	201
davon Mädchen	2,86	1,01	83	3,02	0,90	83	+0,17	0,89	83
davon Burschen	2,96	1,08	118	3,63	1,02	118	+0,67	1,10	118

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, daß die Schüler der dritten Klassen schon vor Einführung des Rechners eher viel Freude am Mathematikunterricht bekundet hatten und die Zunahme an Freude im Vergleich zu den Schülern der anderen Schulstufen am deutlichsten ausfällt. Die Zunahme der Freude am Mathematikunterricht seit Einführung des TI 92 ist auf allen Schulstufen statistisch signifikant, wobei eine deutliche Wechselwirkung zwischen den Geschlechtern festgestellt werden kann: Eine Zunahme der Freude am Mathematikunterricht ist zwar auch bei den Mädchen feststellbar, doch wesentlich deutlicher ausgeprägt ist sie bei den Burschen. Die männlichen Schüler zeigen durch die Verwendung eines algebrafähigen Taschenrechners beim Lösen mathematischer Aufgaben eine besondere Zunahme der Freude an Mathematik. Eine ähnliche Entwicklung konnte bereits im *derive*-Projekt festgestellt werden. In weiteren Untersuchungen sollte diesem Befund nä-

her nachgegangen werden, um zu klären, worin der besondere Vorteil des TI 92 für die Burschen liegt und warum Mädchen eine derartige Entwicklung im wesentlich geringeren Ausmaß aufweisen.

5.2 Bereiche, in denen der TI 92-Einsatz für die Schüler die größte Hilfe darstellt

Mit Frage 4 des Schülerfragebogens sollte erkundet werden, bei welchen Gelegenheiten des Mathematikunterrichts der TI 92 eine besondere Hilfe darstellt. Als Alternativen waren vorgegeben: *Beim Beispielrechnen während des Unterrichts, Bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen, Beim Rechnen von selbst ausgedachten Beispielen, Bei Schularbeiten, Bei Hausübungen und Anderes*. Von den insgesamt 1380 Schülern haben 1328 der Befragten mindestens eine der angegebenen Gelegenheiten als Hilfe angekreuzt. Von den restlichen Schülern geben 7 an, daß der TI 92 für sie bei keiner Gelegenheit eine persönliche Hilfe darstellt und 45 Schüler beantworteten diese Frage nicht. Betrachtet man Kombinationen von Gelegenheiten, bei denen der TI 92 von Nutzen ist, so stellt man fest, daß etwa zwei Drittel der Schüler folgendes angeben:

- Bei Schularbeiten, Hausübungen, beim Beispielrechnen im Unterricht und bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen (N=299, davon 140 Schülerinnen)
- Bei Schularbeiten, Hausübungen und beim Beispielrechnen im Unterricht (N=242, davon 103 Schülerinnen)
- Bei Schularbeiten, Hausübungen und bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen (N=157, davon 79 Schülerinnen)
- Bei Schularbeiten, Hausübungen, beim Beispielrechnen im Unterricht, bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen sowie beim Rechnen von selbst ausgedachten Beispielen (N=104, davon 48 Schülerinnen)
- Bei Schularbeiten und Hausübungen (N=91, davon 28 Schülerinnen)

Tabelle 3
Verteilung der Anzahl von Bereichen, bei denen der TI 92 eine große persönliche Hilfe darstellt getrennt nach Geschlecht

Anzahl der Bereiche		0	1	2	3	4	5
Schülerinnen (N=599)	absolut	21	69	125	204	152	28
	Prozent	3,5	11,5	20,9	34,1	25,4	4,7
Schüler (N=781)	absolut	31	52	143	277	202	76
	Prozent	4,0	6,7	18,3	35,5	25,9	9,7
Insgesamt	absolut	52	121	268	481	354	104
	Prozent	3,8	8,8	19,4	34,9	25,7	7,5

Tabelle 3 gibt Auskunft über die Verteilung der Anzahlen gleichzeitiger Nennungen von Gelegenheiten, bei denen der TI 92 eine große Hilfe darstellt. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, stellt für mehr als zwei Drittel der Schüler der TI 92 in mindestens drei Bereichen eine große Hilfe dar. Etwa ein Achtel der Befragten gibt an, daß der TI 92 in keinem oder nur einem Bereich hilfreich ist. D. h., daß der Einsatz eines algebrafähigen Taschenrechners für die Schüler bei der Bewältigung ihrer Aufgaben im Mathematikunterricht eine wertvolle Unterstützung darstellt. Im *derive*-Projekt wurde von etwa der Hälfte der Schüler die Unterstützung durch *derive* fast ausschließlich beim

Beispielrechnen während des Unterrichts wahrgenommen.⁷⁾ Bemerkenswert ist, daß die Schüler der 3. Klassen (7. Schulstufe) im Vergleich zu den Schülern der Oberstufe hinsichtlich des Bereichs 'Lösen von selbst ausgedachten Beispielen' in der Verwendung des TI 92 eine große Hilfe bekunden, was sich wahrscheinlich damit erklären läßt, daß auf dieser Schulstufe die Aufgaben noch eine geringere Komplexität aufweisen als die Beispiele in der Oberstufe.

Tabelle 4
Verteilung der Schülerantworten hinsichtlich der Bereiche, bei denen der TI 92 eine Hilfe darstellt getrennt nach Schulstufen
(Zahlenangaben in Promille; statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind fett dargestellt)

		3. Klasse	5. Klasse	6. Klasse	7. Klasse	Insgesamt
		N=238	N=466	N=474	N=202	N=1380
Bei Schularbeiten	wbl	878	773	822	831	816
	mnf	827	782	846	933	832
Bei Hausübungen	wbl	890	773	727	711	761
	mnf	853	761	747	790	780
Beim Beispielrechnen während des Unterrichts	wbl	707	635	561	590	608
	mnf	756	663	638	655	673
Bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen	wbl	476	431	542	699	521
	mnf	474	474	566	580	516
Beim Rechnen von selbst ausgedachten Beispielen	wbl	305	66	55	84	97
	mnf	365	179	172	193	216

Über die vorgegebenen Bereiche, in denen der Rechner eine große Hilfe ist, hinaus, konnten die Schüler weitere Gelegenheiten anführen. Von dieser Möglichkeit machten 230 Schüler Gebrauch, die insgesamt 263 Äußerungen abgaben. Teilweise wird nochmals auf die obigen Bereiche Bezug genommen. Die freien Schülerangaben wurden inhaltsanalytisch ausgewertet und die Ergebnisse in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Für einen Großteil der Schüler stellt der TI 92 eine persönliche Hilfe bei Schularbeiten und Hausübungen dar. Drei Viertel sehen Vorteile auch beim Beispielrechnen im Unterricht, während etwa die Hälfte der Schüler angibt, daß der TI 92 bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen hilfreich sei. Für etwa jeden sechsten Schüler ist der TI 92 beim Rechnen von selbst ausgedachten Beispielen nützlich, wobei dieser Bereich etwa doppelt so häufig von den Burschen wie von den Mädchen angegeben wird.

⁷⁾ Grogger G.: Der Einsatz von *derive* im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen. Ergebnisse einer bundesweiten Schülerbefragung im Schuljahr 1993/94. ZSE-Report 6. Graz, Juli 1995 (Seite 13f).

Tabelle 5

Andere Gelegenheiten, bei denen der TI 92 eine große persönliche Hilfe ist, die von mindestens 5 Schülern angesprochen wurden (N=230)

	3. Kl. N=54	5. Kl. N=72	6. Kl. N=86	7. Kl. N=18	Insg. N=230
Bei bestimmten Beispielen oder Berechnungen	18	19	15	2	54
Beim Spielen oder Chatten	7	20	11	3	41
Bei grafischen Darstellungen	4	4	22	2	32
Beim Schwindeln (Schularbeiten)	5	13	12	0	30
Beim Programmieren von Routinen/Spielen	8	11	6	1	26
Eigentlich bei allem (Unterricht, Freizeit)	2	4	6	3	15
Beim Kontrollieren der Ergebnisse	7	2	2	1	12
Im Physik-/Informatikunterricht	1	3	7	0	11
Bei Prüfungen	1	0	2	5	8
Beim Einspeichern von Formeln	0	0	5	1	6
Der TI 92 stellt keine Hilfe dar	1	2	3	1	7

Von einigen Schülern wird angeführt: Beim Beweisen, beim Experimentieren und beim Erstellen von Tabellen. Vereinzelt wird genannt: Bei Lehrerfragen, Nachhilfe, bei der Entlastung der Schreibarbeit, Datenübertragung, persönliche Daten speichern, Lehrer ärgern und bei der Planung des Selbstmords bzw. als Spiegel.

5.3 Veränderung bei der Leistungsbeurteilung durch den Einsatz des TI 92

Die Frage 5 des Schülerfragebogens zielt darauf ab, Veränderungen in der Notengebung in Mathematik hinsichtlich Gerechtigkeit, Einsichtigkeit, Strenge und Häufigkeit im Vergleich mit der Leistungsbeurteilung in den vorangegangenen Jahren durch die Schüler auf einer 5stufigen Skala einzuschätzen.

Tabelle 6
Veränderungen der Notengebung durch den Einsatz des TI 92 im Mathematikunterricht getrennt nach Schulstufen und Geschlecht

Notengebung wurde ...	gerechter			einsichtiger			strenger			häufiger		
	AM	SD	N	AM	SD	N	AM	SD	N	AM	SD	N
Insgesamt	3,10	0,70	1361	3,11	0,83	1360	3,00	0,81	1359	3,15	0,69	1320
Mädchen	3,05	0,63	588	3,00	0,73	589	2,95	0,76	588	3,11	0,64	572
Burschen	3,13	0,75	773	3,20	0,88	771	3,04	0,85	771	3,18	0,72	748
7. Schulstufe	3,17	0,82	238	3,28	1,04	237	2,89	1,00	236	3,29	0,87	234
Mädchen	3,05	0,73	82	3,00	0,87	82	2,74	0,89	81	3,06	0,67	81
Burschen	3,24	0,86	156	3,43	1,10	155	2,96	1,05	155	3,41	0,93	153

Fortsetzung von Tabelle 6

<i>9. Schulstufe</i>	3,09	0,71	456	3,08	0,84	457	3,01	0,85	457	3,26	0,73	443
Mädchen	3,06	0,65	177	3,05	0,72	177	2,90	0,86	177	3,34	0,74	171
Burschen	3,10	0,75	279	3,10	0,91	280	3,08	0,84	280	3,21	0,72	272
<i>10. Schulstufe</i>	3,06	0,66	468	3,04	0,75	468	2,99	0,72	468	3,03	0,59	451
Mädchen	3,05	0,62	248	2,94	0,74	249	3,02	0,71	249	3,01	0,57	240
Burschen	3,06	0,70	220	3,14	0,75	219	2,97	0,74	219	3,04	0,61	211
<i>11. Schulstufe</i>	3,12	0,61	199	3,17	0,63	198	3,13	0,61	198	3,03	0,46	192
Mädchen	3,05	0,49	81	3,04	0,58	81	3,07	0,41	81	2,99	0,43	80
Burschen	3,16	0,68	118	3,26	0,64	117	3,16	0,72	117	3,06	0,47	112

Die in Tabelle 6 mitgeteilten Ergebnisse zeigen deutlich, daß die Varianzen gegenüber einer standardisierten 5stufigen Skala eingeengt sind, was ein Indiz dafür ist, daß ein Großteil der Schüler bei der Beantwortung dieser Frage einen mittleren Bereich wählt und dadurch zum Ausdruck bringt, keine Veränderung in der gewohnten Praxis der Leistungsbeurteilung wahrzunehmen. Die Varianzen nehmen von Schulstufe zu Schulstufe in allen abgefragten Aspekten kontinuierlich ab, d. h., daß der Anteil der Schüler, die keine Veränderung in der Notengebung wahrnehmen, ansteigt: Von etwa knapp der Hälfte der Schüler auf der 7. Schulstufe bis mehr als drei Viertel der Schüler auf der 11. Schulstufe, wie Detailanalysen zu entnehmen ist. Weiters zeigt sich, daß die Notengebung durch die Verwendung des TI 92 im Unterricht doch deutlich gerechter und einsichtiger wird, aber auch - vor allem auf der 7. und 9. Schulstufe deutlicher - häufiger stattfindet. Hinsichtlich des Aspekts der Strenge nehmen die Schüler keine Veränderungen wahr. Geschlechtsspezifische Unterschiede können im besonderen hinsichtlich des Aspekts der Einsichtigkeit festgestellt werden, wobei die Burschen die Notengebung deutlich einsichtiger als die Mädchen erleben.

5.4 Einstellungen und Erfahrungen der Schüler hinsichtlich der Verwendung des TI 92 im Mathematikunterricht

Die Schüler beantworteten auf einer 5stufigen Antwortskala 43 Items im Hinblick auf ihre Einstellungen und Erfahrungen, die sie im Umgang mit dem TI 92 im Mathematikunterricht gemacht haben. Die Schülerantworten wurden faktorenanalysiert (Hauptachsenmethode, VARIMAX-Rotation) und Skalen gebildet. Vgl. dazu den Abschnitt 9.2.1 "Beschreibung der Skalen" im Anhang. Die vier Skalen beschreiben die Schülereinstellungen und -erfahrungen, die sie durch die Verwendung des TI 92 im Unterricht erworben haben, hinsichtlich der Förderung des mathematischen Interesses und Verständnisses (INT) sowie der von den Schülern wahrgenommenen Entlastung beim Rechnen und Vermeidung von Flüchtigkeitsfehler (ENT). Die dritte Skala (ZUS) beschreibt die erlebte zusätzliche Erschwernis der Schüler durch die zeitaufwendige Handhabung des TI 92 verbunden mit dem Eindruck, daß sich manche Beispiele händisch schneller lösen lassen. Mit der vierten Skala wird die Minderung mathematischer Kenntnisse (MIN) thematisiert, wobei die Schüler äußern, daß sie nicht mehr so gut Kopfrechnen und versäumten Stoff nur schwer nachholen können sowie meinen, daß sie Schwierigkeiten beim Lösen von Beispielen ohne TI 92 haben.

Tabelle 7
 Korrelationsmatrix der Skalen mit ausgewählten Variablen
 (Produkt-Moment-Korrelation r mal 100. Am 1 %-Niveau signifikante Korrelationen sind fett dargestellt. Anzahl der Schüler: etwa 1250)

	w/m	U/O	ERF	M	E	FRv	dFR
Geschlecht (wbl/mnl)	100	- 08	- 04	- 02	- 14	+06	+16
Unterstufe/Oberstufe (U/O)	- 08	100	+00	- 04	+10	- 13	- 05
Schulerfolg im Halbjahr (ERF)	- 04	+00	100	+67	+65	+16	- 02
Halbjahresnote Mathematik (M)	- 02	- 04	+67	100	+46	+28	+03
Halbjahresnote Englisch (E)	- 14	+10	+65	+46	100	+03	- 03
Freude vor dem Einsatz (FRv)	+06	- 13	+16	+28	+03	100	- 57
Veränderung der Freude (dFR)	+16	- 05	- 02	+03	- 03	- 57	100
Förderung des Interesse INT	+33	- 23	+08	+18	- 06	+11	+48
Entlastung beim Rechnen ENT	+07	+07	- 08	- 03	- 07	- 20	+32
Zusätzliche Erschwernis ZUS	- 22	+03	- 08	- 12	- 03	+14	- 43
Minderung der Kenntnisse MIN	- 25	+12	- 13	- 25	- 02	- 11	- 24
<i>Einzelne Items</i>							
Graphische Darstellung (I ₃₃)	+06	+17	+02	+02	+04	+05	+03
Sinnhaftigkeit des TI 92 (I ₁₄)	+03	+00	- 04	- 08	- 06	- 07	+08
Mathematiklehrbücher (I ₃₈)	- 07	- 04	- 14	- 19	- 10	- 09	+00
Nachlernen von Lernstoff (I ₄₃)	- 22	+11	- 03	- 10	+05	- 08	- 17
Stoffbeherrschung (I ₀₅)	- 06	+04	- 02	- 04	+01	+07	- 19
Ausreichende Fehlermeld. (I ₀₇)	+11	- 20	+01	+04	- 05	+02	+24
Mehr Theorie im Unterricht (I ₃₇)	+04	- 09	- 01	- 00	- 05	+04	- 04
Ungenauere Fehlermeldung (I ₀₂)	- 10	+16	- 04	- 07	+03	- 08	- 13
Verzicht auf händ.Rechn. (I ₁₉)	+01	+07	- 08	- 10	- 04	- 22	+12

In Tabelle 7 sind Zusammenhänge zwischen einzelnen Merkmalen in Form von Produkt-Moment-Korrelationen übersichtlich dargestellt. Die Korrelation $r_{FRv,dFR} = -0,57$ könnte zum großen Teil Folge des Floor- bzw. Plafond-Effekts sein. Es zeigt sich jedoch in Detailanalysen, daß die Abnahme der Freude bei jenen Schülern, die in Beantwortung der Frage nach der Einschätzung der Freude am Mathematikunterricht vor Einführung des TI 92 positive Werte angaben, deutlich geringer ist als die Zunahme der Freude bei jener Schülergruppe, die zu Beginn des Schuljahres wenig Freude bekundeten (39,8 % zu 69,8 %).⁸⁾ Die an Mathematik interessierten Schüler verlieren durch den Einsatz des TI 92 im geringeren Ausmaß Freude am Unterricht im Vergleich zu den weniger Interessierten, die durch das neue Medium - nach einem Jahr Erfahrung - an Freude gewinnen.

⁸⁾ Bei zufälliger Verteilung entsprechen einander diese Prozentanteile und die mitgeteilte Korrelation wäre dann ausschließlich durch die eingengten Varianzmöglichkeiten erklärbar.

Abhängigkeit von der Schulstufe

An diesem Projekt nahmen Klassen der 7., 9., 10. und 11. Schulstufe teil und es soll hier der Frage nachgegangen werden, ob die Schüler der Unterstufe - 238 Schüler der 3. Klassen - sich in ihren Wahrnehmungen hinsichtlich des TI 92-Einsatzes von Schülern der Oberstufe - 1142 Schüler der 9. bis 11. Schulstufe - unterscheiden. Die korrelationsstatistische Analyse zeigt deutlich, daß die Schüler der dritten Klassen (Unterstufe) bereits vor Einführung des Rechners mehr Freude am Mathematikunterricht bekundeten und durch den Umgang mit dem TI 92 stärker als die Oberstufenschüler eine deutliche Förderung des mathematischen Interesses und Verständnisses erfahren sowie eine Minderung ihrer mathematischer Kenntnisse wahrnehmen.

Bei den freien Äußerungen der Schüler zur Frage nach den auftretenden Problemen im Umgang mit dem TI 92 äußern die Oberstufenschüler signifikant öfter als die Schüler der dritten Klassen, daß die Fehlermeldungen unzureichend sind, häufiger allgemeine Probleme mit dem neuen Medium auftreten, ein erhöhter Zeitaufwand bei Eingabe und Verarbeitung festgestellt wurde und kein Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Taschenrechner gesehen wird. Demgegenüber äußern die Unterstufenschüler häufiger als die Jugendlichen der oberen Klassen, daß sie Probleme mit den englischen Fachwörtern und Schwierigkeiten mit dem Erinnern der Bedienungsweise haben sowie mehr positive Aspekte sehen.

Leistungsfähigkeit der Schüler

Im Fragebogen wurden die Noten des Halbjahreszeugnisses in den Unterrichtsgegenständen Mathematik, Deutsch, Englisch, Physik, Geschichte und Sozialkunde sowie Geographie und Wirtschaftskunde erhoben. Als Indikator für die schulische Leistungsfähigkeit eines Schülers wurde die Summe aus den sechs Noten gebildet und in Abhängigkeit der Anzahl der Note 'Genügend' folgende Gruppierung durchgeführt:

Guter Lernerfolg, wenn der Notendurchschnitt 1,5 nicht übersteigt und der Schüler im

Halbjahreszeugnis kein 'Genügend' aufweist (N=114, d.s. 9,2 %),

Mittlerer Lernerfolg, wenn kein 'Guter Lernerfolg' gegeben ist und im Zeugnis kein 'Genügend' steht (N=333, d.s. 26,9 %)

Mäßiger Lernerfolg, wenn der Schüler im Halbjahr in mindestens einem Unterrichtsgegenstand ein 'Genügend' aufweist (N=792, d.s. 63,9 %).

Aufgrund des so definierten Lernerfolgs zeigt sich (wegen missing data beträgt die Anzahl der Schüler 1239), daß die guten Schüler bereits vor dem Einsatz des TI 92 deutlich mehr Freude am Mathematikunterricht hatten als die leistungsschwächeren Schüler, mehr Förderung des mathematischen Interesses und weniger Entlastung beim Rechnen, geringere zusätzliche Belastung und eine schwächere Minderung der Mathematikkenntnisse wahrnehmen. Dieser Befund ist noch deutlicher ausgeprägt, wenn man die Mathematiknote allein in die Analyse einbezieht und überhaupt nicht feststellbar, wenn man die Englischnote des Halbjahres heranzieht. Dies läßt vermuten, daß die positive Einstellung zum TI 92 nicht so sehr vom Schulerfolg insgesamt abhängt als vielmehr von einem allgemeinen mathematischen Interesse. Ist also der TI 92 vor allem etwas 'Sinnvolles' für die Mathematikfreaks und nicht für alle Schüler, unabhängig davon, ob sie in den nicht mathematischen Unterrichtsgegenständen gute Noten haben oder nicht?

Geschlechtsspezifische Auswirkungen durch die Verwendung des TI 92

Die männlichen Schüler zeigen gegenüber ihren Mitschülerinnen

- deutlicheres Ansteigen des Ausmaßes der Freude seit der Verwendung des TI 92 im Unterricht
- eine stärkere Förderung des mathematischen Interesses und Verständnisses
- eine geringere zusätzliche Erschwernis, und
- eine schwächere Wahrnehmung hinsichtlich einer Minderung der mathematischen Grundkenntnisse.

Zwischen den Geschlechtern ist kein Unterschied hinsichtlich des globalen Schulerfolgs festzustellen, jedoch erhalten im Durchschnitt die Mädchen die besseren Noten in Englisch.

In den freien Äußerungen beschreiben die Mädchen deutlich öfter als die Burschen, daß sie Schwierigkeiten bei der Eingabe (Komplexität, Syntax) haben und die Fehlermeldungen unzureichend sind. Weiters bekunden die Mädchen, daß sie ganz allgemeine Probleme im Umgang mit dem TI 92 haben und sehen auch keinen Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Taschenrechner. Die Burschen dagegen äußern deutlicher als die Mädchen Wünsche nach einer bedienerfreundlicheren Ausstattung und daß sie häufiger mit technischen Problemen im Umgang mit dem TI 92 konfrontiert sind. War die Freude am Mathematikunterricht nach den Einschätzungen der Schüler vor dem Einsatz des TI 92 bei beiden Geschlechtern gleich ausgeprägt, so zeigt sich im Verlauf des Schuljahres eine deutlichere Zunahme der Freude bei den Burschen. Der festgestellte geschlechtsabhängige Zugang zum TI 92 kann vorsichtig so interpretiert werden, daß sich die Mädchen eher eines aufgabenadäquaten - eher an den Lehrervorgaben orientierten - Einsatzes zur Aufgabenbewältigung des neuen Mediums bedienen und sich die Burschen dagegen "chaotischer" - vielleicht experimentierfreudiger - gewisser Tastenabfolgen bedienen und dadurch auch stärker auf technische Probleme stoßen. Insgesamt dürfte der Umgang mit dem TI 92 - wie bereits im *derive*-Projekt festgestellt - der Interessens- und Motivationslage der - vor allem an Mathematik interessierten - Burschen stärker entsprechen als jener der Mädchen.

Keiner Skala zugeordnete Items der Frage 6 des Schülerfragebogens

Von den 43 Items der Frage 6 nach den Einstellungen und Erfahrungen der Schüler im Umgang mit dem TI 92 konnten 9 Items keinen Skalen zugeordnet werden. Einen Überblick über die korrelativen Zusammenhänge gibt Tabelle 8.

Die statistische Analyse auf Itemebene zeigt deutlich, daß von den Schülern der Vorteil des TI 92 in der Möglichkeit der grafischen Darstellung von Funktionen gesehen wird. Ferner wünschen sie sich, daß in den Lehrbüchern mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen werden sollte und sie nehmen Erschwernisse beim Nachlernen von versäumten Stoff wahr, weil ihnen nur der Lehrer oder ein Mitschüler helfen kann. Hinsichtlich der Qualität der Fehlermeldungen sind die Meinungen der Schüler geteilt. Ebenso hinsichtlich der Meinung, daß jetzt mehr Theorie im Unterricht gemacht wird und hinsichtlich der Auffassungen, daß es erst nach Beherrschung des Stoffgebietes sinnvoll sei, den TI 92 zu verwenden und es keinen Sinn mehr hat, Berechnungen händisch durchzuführen.

Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten in der Weise festgestellt werden, daß die Mädchen häufiger als die Burschen bejahen, daß ihnen nur der Lehrer oder ein Mitschüler helfen kann, wenn sie einen versäumten Lernstoff lernen möchten und beim Auftreten von Problemen - auch wegen der ungenauen Fehlermeldungen - den Lehrer fragen müssen.

Tabelle 8

Korrelationsmatrix einzelner Items der Frage 6 und ausgewählter Variablen
(Produkt-Moment-Korrelation r mal 100. Am 1 %-Niveau signifikante
Korrelationen sind fett dargestellt. Anzahl der Schüler: etwa 1250)

Einzelitems der Frage 6	w/m	U/O	ERF	M	E	FRv	dFR
Graphische Darstellung (I ₃₃)	+06	+17	+02	+02	+04	+05	+03
Sinnhaftigkeit des TI 92 (I ₁₄)	+03	+00	- 04	- 08	- 06	- 07	+08
Mathematiklehrbücher (I ₃₈)	- 07	- 04	- 14	- 19	- 10	- 09	+00
Nachlernen von Lernstoff (I ₄₃)	- 22	+11	- 03	- 10	+05	- 08	- 17
Stoffbeherrschung (I ₀₅)	- 06	+04	- 02	- 04	+01	+07	- 19
Ausreichende Fehlermeld. (I ₀₇)	+11	- 20	+01	+04	- 05	+02	+24
Mehr Theorie im Unterricht (I ₃₇)	+04	- 09	- 01	- 00	- 05	+04	- 04
Ungenauere Fehlermeldung (I ₀₂)	- 10	+16	- 04	- 07	+03	- 08	- 13
Verzicht auf händ. Rechn. (I ₁₉)	+01	+07	- 08	- 10	- 04	- 22	+12

Einzelne Items in der Reihenfolge der Bejahung durch die Schüler mit Angabe des arithmetischen Mittelwerts (AM) und der Standardabweichung (SD). Insgesamt 1380 Schüler.

- I₃₃ Der Vorteil des TI 92 liegt vor allem in der Möglichkeit der grafischen Darstellung von Funktionen (AM=4,04, SD=1,04)
- I₁₄ In Mathematiklehrbüchern sollte mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen werden (AM=3,97, SD=1,12)
- I₃₈ Die Mathematiklehrbücher sollten auch eine Schreibweise für Formeln enthalten, die ich direkt in den TI 92 eintippen kann (AM=3,91, SD=1,22)
- I₄₃ Wenn ich einen Lernstoff nachlernen möchte, dann kann mir dabei nur mein Lehrer oder ein Mitschüler helfen, weil sonst kaum jemand mit dem TI 92 vertraut ist (AM=3,82, SD=1,30)
- I₀₅ Erst wenn ich den Stoff schon beherrsche ist es sinnvoll, mit dem TI 92 zu arbeiten (AM=3,36, SD=1,1,33)
- I₀₇ Die Fehlermeldungen des TI 92 ermöglichen mir in den meisten Fällen ein Auffinden der Fehlerursache (AM=3,13, SD=1,21)
- I₃₇ Seit wir die Berechnungen mit dem TI 92 durchführen, machen wir im Mathematikunterricht mehr Theorie (AM=2,98, SD=1,02)
- I₀₂ Die Fehlermeldungen des TI 92 sind so ungenau, daß ich immer wieder den Lehrer fragen muß (AM=2,95, SD=1,32)
- I₁₉ Eigentlich ist es sinnlos, mathematische Berechnungen auch noch von Hand durchzuführen, wenn ohnehin der TI 92 sie lösen kann (AM=2,71, SD=1,45)

Die Schüler der Unterstufe (3. Klassen) nehmen gegenüber den Schülern der Oberstufe einen etwas stärker theorieorientierten Unterricht wahr und finden mit den Fehlermeldungen das Auslangen. Die Oberstufenschüler dagegen finden gegenüber den Schülern der Unterstufe einen deutlichen Vorteil des TI 92 in der Möglichkeit der grafischen Darstellung, müssen häufiger den Lehrer fragen, weil für sie die Fehlermeldungen nicht ausreichend sind und können nur ershwert versäumten Lehrstoff nachholen.

In Abhängigkeit der schulischen Leistungsfähigkeit verneinen Schüler mit einer guten Mathematiknote im Halbjahreszeugnis häufiger als in Mathematik leistungsschwächere Mitschüler, daß in den Lehrbüchern mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen und auch eine Schreibweise für Formeln enthalten sein sollte, die man dann direkt in den TI 92 eintippen kann. Weiters geben sie auf Itemebene an, daß sie weniger Schwierigkeiten beim Nachlernen von versäumtem Stoff haben und sind seltener der Meinung, daß auf händisches Rechnen verzichtet werden sollte. Das erschwerte Nachlernen von versäumtem Lernstoff, die nicht ausreichende Aufbereitung des Stoffs vor dem Einsatz des TI 92 und die ungenauen Fehlermeldungen wirken sich mindernd auf das Ausmaß der Freude am Mathematikunterricht aus, wogegen sich das Zurechtkommen mit den Fehlermeldungen deutlich fördernd auf die Veränderung des Ausmaßes an Freude im Unterricht niederschlägt.

5.5 Schriftliche Äußerungen der Schüler zu Problemen im Umgang mit dem TI 92

Die Schüleräußerungen zur offen gestellten Frage nach Problemen im Umgang mit dem TI 92 im Mathematikunterricht wurden inhaltsanalytisch ausgewertet, wobei aus zeitlichen Gründen in die

Tabelle 9
Struktur der Kategorienliste der Schülerfrage nach Problemen im Umgang mit dem TI 92 (840 auswertbare Fragebogen; Zahlenangaben in Promille. Sehr signifikante Ergebnisse werden fett dargestellt)

	Insgesamt (N=840)	Mädchen (N=345)	Unterstufe (N=183)
1. ZUR HANDHABUNG DES TI 92	685	713	754
1.1 Komplexität der Bedienung	307	357	366
1.6 Schwierigkeiten bei der Eingabe	204	246	202
1.8 Wünsche nach bedienerfreundlicherer Ausstattung	144	81	131
1.3 Probleme mit Syntax und Befehlen	136	171	153
1.7 Erhöhter Zeitaufwand bei Eingabe und bei Verarbeitung	120	113	71
1.2 Probleme mit englischen Fachwörtern	104	99	197
1.5 Anfangsschwierigkeiten	37	64	38
1.4 Schwierigkeiten beim Erinnern der Bedienungsweise	23	26	38
2. PROBLEME MIT ERGEBNISSEN	344	380	202
2.3 Unzureichende Fehlermeldungen	254	301	98
2.2 Schwierig interpretierbare Ergebnisse	65	58	82
2.1 Mangel an Zwischenschritten	39	38	27
3. ALLGEMEINE SCHWIERIGKEITEN MIT COMPUTERN	285	293	219
3.3 Technische Probleme des Rechners	180	119	153
3.2 Allgemeine Probleme mit dem neuen Medium	96	159	55
3.1 Keine ausreichende Erfahrung	24	38	11
4. ALLGEMEINE POSITIVE STELLUNGNAHMEN	280	275	322
4.1 Kaum Probleme im Umgang mit dem TI 92	206	177	213
4.2 Positive Aspekte	95	125	131
5. VERSCHIEDENES	92	110	55
5.2 Kein Vorteil gegenüber herkömmlichen TR	45	78	11
5.3 Sonstiges	37	12	38
5.1 Wunsch nach Einführung in erweiterte Einsatzmöglichkeiten	12	20	11
6. Nicht auswertbar	45	38	16

Auswertung nicht alle Schüler einbezogen werden konnten. Es liegen dieser Auswertung Schüleräußerungen von 50 der insgesamt 65 Forschungsklassen zugrunde, d.s. 1055 (76,4 %) der insgesamt 1380 Schüler. Für die hilfreiche Unterstützung und Zusage, auch noch das letzte Viertel der Fragebogen nach den inhaltsanalytischen Kategorien zu kodieren, danke ich Frau Mag. Anita Winter herzlichst.

Die Kategorienliste gliedert sich in Hauptkategorien und Kategorien, die jeweils die einzelnen Schüleräußerungen einer Bedeutungsdimension enthalten. Die Hauptkategorien umfassen die Bereiche 'Handhabung des TI 92', 'Probleme mit Ergebnissen', 'Allgemeine Schwierigkeiten mit Computern' sowie 'Allgemeine positive Stellungnahmen'. Darüber hinaus wünschten sich die Schüler eine Einführung in erweiterte Einsatzmöglichkeiten und stellten Vergleiche zum herkömmlichen Taschenrechner an. Eine detaillierte Liste befindet sich im Anhang, Abschnitt 9.3. Eine Übersicht gibt Tabelle 9.

Zwei Drittel der Schüler äußern sich zur Hauptkategorie *Handhabung des TI 92*, etwa ein Drittel meint, daß es *Probleme mit den Ergebnissen* gibt und etwa ein Viertel der Schüler gibt *Hinweise über allgemeine Schwierigkeiten mit Computern* und *allgemeine positive Stellungnahmen* ab. Aus den freien Äußerungen der Schüler geht hervor, daß ein Großteil der Mädchen und Burschen mit der Handhabung des TI 92 Probleme hat, wobei hier am häufigsten die Komplexität der Bedienung, Schwierigkeiten bei der Eingabe, Wünsche nach einer bedienerfreundlicheren Ausstattung und Probleme mit Syntax und Befehlen angesprochen werden, gefolgt von den Kategorien *Erhöhter Zeitaufwand bei Eingabe und Verarbeitung* sowie *Probleme mit englischen Fachwörtern*. Etwa ein Viertel der Schüler klagt über unzureichende Fehlermeldungen und etwa ein Fünftel über technische Probleme des Rechners. Etwa gleich viele Schüler kommen ohne nennenswerte Probleme mit dem TI 92 zurecht.

In den freien Äußerungen auf die Frage nach Problemen im Umgang mit dem TI 92 lassen sich geschlechtsspezifische Befunde feststellen: So zeigen die Mädchen signifikant deutlicher als ihre Mitschüler, daß sie Schwierigkeiten mit der Komplexität der Bedienung haben, mit den unzureichenden Fehlermeldungen schlecht zurecht kommen und ganz allgemein mit dem neuen Medium Probleme erfahren. Weiters kämpfen sie stark mit anfänglichen Schwierigkeiten und sehen im TI 92 keine besonderen Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Taschenrechner. Mit technischen Problemen des Rechners, wie z. B. begrenzter Speicher, defektem LINK-Port oder automatischen RESET, sind nach den Äußerungen der Schüler die Burschen stärker als die Mädchen konfrontiert. Die Schüler der dritten Klassen (Unterstufe) klagen häufiger als die Oberstufen-Schüler über Probleme mit den englischen Fachwörtern und seltener über unzureichende Fehlermitteilungen.

6. Ergebnisse der Lehrerbefragung

6.0 Persönliche Einschätzung der Zuversicht, Befriedigung und Belastung durch den Mathematikunterricht

Die im Projekt tätigen Lehrer wurden vor Beginn des Schuljahres 1997/98 befragt, wieviel sie an persönlicher Befriedigung und Bereicherung bisher im herkömmlichen Mathematikunterricht empfunden haben sowie wie stark sie sich alles in allem belastet fühlten. Nach einem Jahr Versuchsarbeit wurde auf einer 5stufigen Skala das Ausmaß an Befriedigung und Bereicherung sowie an Belastung hinsichtlich der Tätigkeit in den Forschungsklassen erhoben. Wie der Tabelle 10 zu entnehmen ist, wird die persönliche Befriedigung und Bereicherung im herkömmlichen Mathematikunterricht als eher hoch auf der 5stufigen Skala (von 1 bis 5) eingeschätzt und nimmt im Laufe der Versuchstätigkeit bei den Lehrern, die mit CAS noch keine Erfahrung gemacht haben, geringfügig ab, bei jenen mit Erfahrung im Einsatz von CAS unbedeutend zu. Die Einschätzung der persönlichen Belastung im herkömmlichen Mathematikunterricht ist eher gering und nimmt für alle Lehrer im Laufe der Mitarbeit am Forschungsprojekt statistisch bedeutsam zu. Die Belastung durch die Arbeit in den Projektklassen mit dem TI 92 wird insgesamt als eher hoch bezeichnet. Die Daten jener 59 Lehrer, die zu beiden Zeitpunkten den Erhebungsbogen bearbeiteten, bilden die Grundlage für die weiteren Auswertungen.

Tabelle 10

Lehrereinschätzungen hinsichtlich der Befriedigung und Bereicherung bzw. persönlicher Belastung zu Beginn (herkömmlicher Unterricht) und zum Ende (ein Jahr Unterricht) des Versuchsjahres 1997/98 getrennt nach der Gruppe der Lehrer, die im Einsatz von CAS noch keine Erfahrung gesammelt haben (K) und jener Gruppe von erfahrenen Lehrern (E)
($N_K=31$ und $N_E=27$ bzw. 26)

		Herkömmlicher Unterricht		Ein Jahr Versuchsunterricht	
		AM	SD	AM	SD
Persönliche Befriedigung und Bereicherung im M-Unterricht	K	3,81	0,82	3,65	0,90
	E	3,89	0,57	4,00	0,80
Persönliche Belastung durch den Mathematikunterricht ^{*)}	K	2,55	0,94	3,03	1,12
	E	2,73	0,87	3,32	0,89

^{*)} Gruppe K: $t_{dif}=2,50$, $df=30$ (s). Gruppe E: $t_{dif}=3,44$; $df=25$ (ss).

In einer weiteren Frage konnten die Lehrer einschätzen, wie sicher und zuversichtlich sie sich hinsichtlich der Bewältigung ihrer Aufgaben beim Einsatz von CAS vor Beginn ihrer Versuchstätigkeit sowie nach einem Jahr Projektarbeit fühlten. Es nimmt die von Anfang an eher hohe Einschätzung der Sicherheit und Zuversicht im Laufe der Forschungstätigkeit bedeutsam bei jenen Lehrerinnen und Lehrern zu, die bereits im *derive*-Projekt Erfahrungen gesammelt hatten, wogegen sich die Einschätzung der mit dem CAS-Einsatz nicht erfahrenen Lehrern kaum verändert. Aus diesem und den obigen Befunden kann abgeleitet werden, daß tendenziell die mit CAS erfahrenen Lehrer persönlich eine höhere Befriedigung und Bereicherung in den Versuchsklassen erlebten und ihre Einschätzung der Zuversicht und Sicherheit hinsichtlich der Bewältigung der Aufgaben deutlicher zunimmt als bei jenen Lehrern, die in diesem Schuljahr erstmals Computeralgebrasysteme im Unterricht einsetzten. Wieweit dies mit dem persönlichen Engagement der Unterrichtenden, neue Technologien im Unterricht einzusetzen, erklärbar ist, kann auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht geklärt werden. Es ist zu vermuten, daß die bedeutsame Zunahme der Sicherheit und Zuversicht bei den mit CAS erfahrenen Lehrern zu einem großen Teil auf gegenüber

dem *derive*-Projekt verbesserten Rahmenbedingungen (z. B. ständige Verfügbarkeit des Rechners für alle Schüler, kein Aufsuchen des EDV-Raums) beruht.

Tabelle 11

Lehrereinschätzungen hinsichtlich der Sicherheit und Zuversicht bei der Bewältigung ihrer Aufgaben beim Einsatz von CAS zu Beginn (herkömmlicher Unterricht) und zum Ende (ein Jahr Unterricht) des Versuchsjahres 1997/98 getrennt nach der Gruppe der Lehrer, die im Einsatz von CAS noch keine Erfahrung gesammelt haben (K) und jener Gruppe von Lehrern, die bereits vor Beginn des Schuljahres 1997/98 CAS im Unterricht einsetzten (E)
($N_K=31$ und $N_E=27$)

		Herkömmlicher Unterricht		Ein Jahr Versuchsunterricht	
		AM	SD	AM	SD
Einschätzung der Sicherheit und Zuversicht	K	3,55	0,66	3,81	0,74
	E	3,93	0,77	4,32	0,60

*) Gruppe K: $t_{\text{dif}}=1,52$, $df=30$ (ns). Gruppe E: $t_{\text{dif}}=2,87$, $df=27$ (ss).

6.1 Aspekte der Veränderungen des Mathematikunterrichts durch den Einsatz von TI 92

Zu 17 Items äußerten die Lehrer vor Beginn und zum Ende des Schuljahres ihre persönliche Meinung bezüglich des Einsatzes von CAS auf einer 5stufigen Antwortskala mit dem theoretischen arithmetischen Mittel 3,00. Aufgrund der geringen Stichprobengröße dieser Lehrerbefragung war eine Strukturierung der Daten durch eine Faktorenanalyse nicht möglich. Die Items werden daher nach inhaltlicher Konsistenz gruppiert und auf Itemebene interpretiert. In den folgenden Tabellen sind nun jene Items in der Reihenfolge des Ausmaßes der Zustimmung durch die Lehrer gruppiert sowie arithmetisches Mittel (AM) und Standardabweichung (SD) getrennt für die Gruppe jener Lehrer, die bereits auf Erfahrungen mit dem CAS-Einsatz rückblicken können (Gruppe 'Mit Erfahrung') und jener Teilgruppe, die sich in diesem Schuljahr erstmals mit dem Einsatz des TI 92 auseinandersetzte (Gruppe 'Keine Erfahrung'), mitgeteilt.

Positive Auswirkungen des TI 92-Einsatzes auf der Schülerebene

In Tabelle 12 sind nun jene Items zusammengefaßt, die vom Lehrer erwartete bzw. wahrgenommene Auswirkungen der Verwendung des TI 92 auf Schülerebene beschreiben. So wird - im Laufe des Schuljahres deutlich zunehmend - der TI 92 als wertvolle Rechenhilfe für die Schüler angesehen (Item c). Weiters nimmt aus der Sicht der Lehrer die anfangs stark erwartete höhere Motivierung der Schüler, Mathematik zu lernen, statistisch bedeutsam ab (Item a). In geringerem Ausmaß nimmt im Laufe der Zeit die Wahrnehmung über eine Verbesserung der Schülerfähigkeit, mathematische Strukturen zu erkennen, ab (Item g). Offenbar nehmen die anfangs im Sog der Euphorie, neue Technologien im Mathematikunterricht einzusetzen, überzogenen Erwartungen kontinuierlich ab, wobei die Gruppe der erfahrenen Lehrer von einem höheren Ausgangsniveau ausgeht und numerisch gleichermaßen absinkt.

Tabelle 12

Die Itemgruppe zu positiven Auswirkungen des CAS-Einsatzes auf der Schülerebene nach den Einschätzungen der Gruppe der erfahrenen (E) und nicht erfahrenen (K) Lehrer (1. Zeile: Erhebung August 97; 2. Zeile: Erhebung Juni 98. Statistisch signifikante Veränderungen über die Zeitpunkte sind mit | gekennzeichnet, Unterschiede zwischen den Gruppen fett dargestellt. $N_K=31$ und $N_E=28$)

Positive Auswirkungen auf der Schülerebene	Keine Erfahrung		Mit Erfahrung	
	AM	SD	AM	SD
c) CAS sind eine wertvolle Rechenhilfe für den Schüler	4,35 4,32	0,70 0,78	4,54 4,64	0,50 0,48
a) Die Schüler sind durch CAS deutlich höher motiviert, Mathematik zu lernen	4,06 3,65	0,44 0,86	4,21 3,75	0,62 0,74
g) CAS führten bei den Schülern zu einer Verbesserung der Fähigkeit, mathematische Strukturen zu erkennen	3,77 3,45	0,66 0,84	4,04 3,86	0,82 0,64
i) CAS erleichtern es den Schülern, sich selbst mit mathematischen Fragestellungen auseinanderzusetzen	3,61 3,81	0,90 0,78	4,11 3,93	0,67 0,70

Unerwünschte Auswirkungen des TI 92-Einsatzes auf der Schülerebene

In einer zweiten Gruppe wurden jene Items zusammengefaßt, die unerwünschte Auswirkungen auf der Schülerebene ansprechen. So steht der erhöhte Aufwand für die Schüler im Vordergrund (Item f), weiters wird auf Schwierigkeiten der "Übersetzung" mathematischer Ansätze in die CAS-Sprache (Item o) sowie auf eine Vergrößerung der Kluft zwischen leistungsstärkeren und leistungsschwächeren Jugendlichen (Item j) hingewiesen. Daß durch CAS bei vielen Schülern mathematisches Grundwissen nicht in ausreichendem Maß gefestigt wird (Item d), wird eher als

Tabelle 13

Die Itemgruppe zu unerwünschten Auswirkungen des CAS-Einsatzes auf der Schülerebene nach den Einschätzungen der Gruppe der erfahrenen (E) und nicht erfahrenen (K) Lehrer (1. Zeile: Erhebung August 97; 2. Zeile: Erhebung Juni 98. Statistisch signifikante Veränderungen über die Zeitpunkte sind mit | gekennzeichnet, Unterschiede zwischen den Gruppen fett dargestellt. $N_K=31$ und $N_E=28$)

Unerwünschte Auswirkungen auf der Schülerebene	Keine Erfahrung		Mit Erfahrung	
	AM	SD	AM	SD
f) Die Handhabung von CAS erfordert einen erhöhten Aufwand für die Schüler	3,48 3,81	1,07 1,15	3,61 3,43	0,82 0,94
j) Durch CAS hat sich die Kluft zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schülern vergrößert	3,19 3,16	0,90 1,42	3,57 3,39	0,90 0,98
o) Die "Übersetzung" mathematischer Problemlösungen in die Sprache von CAS ist für viele Schüler schwierig	3,45 3,10	1,04 1,00	3,29 3,07	0,92 1,22
d) Durch CAS wird bei vielen Schülern mathematisches Grundwissen nicht in ausreichendem Maß gefestigt	2,61 3,10	0,70 1,15	2,54 2,68	0,82 1,07

nicht zutreffend bezeichnet. Für diese Aufgabengruppe konnten keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den beiden Lehrergruppen und über das Schuljahr hinweg festgestellt werden. Jedoch nehmen - im besonderen bei Item d - jeweils die Anteile der zustimmenden bzw. ablehnenden Lehrer vom ersten zum zweiten Erhebungszeitpunkt zu (vgl. Tabelle 13).

Positive Veränderungen des Mathematikunterrichts aus der Sicht der Lehrer

In der folgenden Gruppe von Items werden positive Veränderungen des Mathematikunterrichts hinsichtlich unterrichtsmethodischer Aspekte angesprochen. So wird hier vor allem auf erweiterte didaktische Möglichkeiten (Item e), innovativere Gestaltung des Mathematikunterrichts (Item q) sowie auf die Möglichkeit, verstärkt anwendungsorientierte Aufgabenstellungen zu behandeln (Item k), hingewiesen. Die Auffassung, der Einsatz von CAS führe zu einer innovativeren Gestaltung des Mathematikunterrichts (Item q), wird statistisch bedeutsam stärker von der Lehrergruppe vertreten, die bereits Erfahrung mit CAS im Mathematikunterricht gemacht hat. Ein methodisch-didaktisch tiefergehender Zugang zum Wesen mathematischer Sachverhalte (Item m) wird von den Lehrern als eher zutreffend eingeschätzt.

Tabelle 14

Die Itemgruppe zu positiven Veränderungen des Mathematikunterrichts durch den Einsatz von CAS nach den Einschätzungen der Gruppe der erfahrenen (E) und nicht erfahrenen (K) Lehrer (1. Zeile: Erhebung August 97; 2. Zeile: Erhebung Juni 98. Statistisch signifikante Veränderungen über die Zeitpunkte sind mit | gekennzeichnet, Unterschiede zwischen den Gruppen fett dargestellt. $N_K=31$ und $N_E=28$)

Positive Veränderung des Mathematikunterrichts	Keine Erfahrung		Mit Erfahrung	
	AM	SD	AM	SD
e) CAS eröffneten erweiterte Möglichkeiten in der Didaktik des Mathematikunterrichts	4,48 4,61	0,50 0,55	4,68 4,82	0,47 0,38
q) Der Einsatz von CAS führte zu einer innovativeren Gestaltung des Mathematikunterrichts	4,26 4,03	0,67 0,74	4,61 4,50	0,49 0,50
k) CAS bieten verstärkt die Möglichkeit, anwendungsorientierte Aufgabenstellungen zu behandeln	4,39 4,39	0,61 0,49	4,36 4,32	0,72 0,85
m) CAS erleichtern in Didaktik und Methodik einen tiefergehenden Zugang zum Wesen mathematischer Sachverhalte	3,87 3,84	0,49 0,88	4,04 4,00	0,78 0,65

Zusätzliche Erfordernisse durch den TI 92-Einsatzes aus der Sicht der Mathematiklehrer

Die Items dieser Gruppe umschreiben Erfordernisse zur Bewältigung des Mathematikunterrichts bedingt durch den Einsatz von CAS sowie zusätzliche Erschwernisse für den Lehrer. So wird von den Lehrern die Notwendigkeit neuer Unterrichtsmaterialien (Item p) und eine geänderte Methodik und Diaktik (Item n) zum Ausdruck gebracht. Weiters wird von den Lehrern geäußert, daß der Einsatz von CAS nicht auf allen Schulstufen in gleichem Maße sinnvoll erscheint (Item h). Die Forderung nach einer neuen Methodik und Didaktik (Item n) wird zu beiden Erhebungszeitpunkten von der Gruppe der erfahrenen Lehrer bedeutsam stärker vertreten als von jenen Lehrern, die in diesem Schuljahr erstmals mit CAS arbeiteten. Diese Gruppe dagegen spricht deutlich häufiger als die erfahrenen Lehrer von einer zusätzlichen Erschwernis (Item b). Weitgehende Änderungen bei den Zielen und Inhalten des Mathematiklehrplans (Item l) werden bereits zu Beginn der

Versuchsarbeit angesprochen, nehmen aber nach einem Jahr bei der Gruppe der erfahrenen Lehrer statistisch signifikant stärker zu.

Tabelle 15

Die Itemgruppe zu zusätzlichen Erfordernissen durch den Einsatz von CAS nach den Einschätzungen der Gruppe der erfahrenen (E) und nicht erfahrenen (K) Lehrer (1. Zeile: Erhebung August 97; 2. Zeile: Erhebung Juni 98. Statistisch signifikante Veränderungen über die Zeitpunkte sind mit | gekennzeichnet, Unterschiede zwischen den Gruppen fett dargestellt. $N_K=31$ und $N_E=28$)

Zusätzliche Erfordernisse durch den Einsatz von CAS	Keine Erfahrung		Mit Erfahrung	
	AM	SD	AM	SD
p) Für den Einsatz von CAS sind neue Unterrichtsmaterialien erforderlich	4,55 4,52	0,61 0,62	4,71 4,64	0,52 0,48
n) Ein weitreichender Einsatz von CAS erfordert eine geänderte Methodik und Didaktik	4,32 4,19	0,74 0,74	4,57 4,68	0,56 0,47
h) Der Einsatz von CAS ist nicht auf allen Schulstufen in gleichem Maße sinnvoll	3,84 4,19	1,11 0,74	4,18 4,04	0,93 1,09
l) Der sinnvolle Einsatz von CAS erfordert weitgehende Änderungen bei den Zielen und Inhalten des Mathematik-Lehrplans	3,81 4,00	1,09 0,92	3,82 4,36	1,00 0,93
b) CAS führten zu einer zusätzlichen Erschwernis für den Lehrer	4,03 3,81	0,97 1,09	3,39 3,21	1,11 1,08

6.2 Erwünschtes Ausmaß des Einsatzes von Computeralgebrasystemen im regulären Mathematikunterricht.

In einer Frage wurden die Lehrer zu Beginn des Forschungsjahres nach dem Ausmaß des CAS-Einsatzes, das sie für sinnvoll erachten, zur Stellungnahme gebeten. Von 66 diese Frage beantwortenden Lehrern sind 8 Lehrer (12,1 %) der Meinung, daß ein Einsatz von CAS in allen Stoffgebieten auf der jeweiligen Schulstufe sinnvoll erscheint. Fast zwei Drittel der Lehrer ($N=41$) erachten einen Einsatz von CAS in einem Großteil der Stoffgebiete für vernünftig und 17 Lehrer (25,8 %) geben an, daß nur in einigen ausgewählten Stoffbereichen der TI 92-Einsatz sinnvoll ist.

Folgende Bereiche wurden von antwortenden Lehrern genannt:

- 3. Klasse: Funktionen, Geometrische Aufgaben, Gleichungen, Äquivalenzumformungen, Termstrukturen, Proportionalitäten sowie Statistik und Zinsenrechnung;
- 5. Klasse: Lösen von (quadratischen) Gleichungen, Relationen, Funktionen und Vektorrechnung;
- 6. Klasse: Differentialrechnung, Winkelfunktionen, Wachstumsprozesse, Funktionen und Lösungsalgorithmen;
- 7. Klasse: Differentialrechnung, dynamische Prozesse, Graphen und Statistik.

Im Fragebogen MIT/LFB 98 wurden die Lehrer gebeten, offene Probleme im Zusammenhang mit dem TI 92-Einsatz anzusprechen. Etwa ein Fünftel der Befragten äußern gewisse Unsicherheiten hinsichtlich der Unterrichtsinhalte. So wird z. B. die Sinnhaftigkeit des TI 92-Einsatzes in den dritten Klassen angezweifelt, Gedanken darüber angestellt, welche Kapitel sich in der Oberstufe besonders eignen und auf die Notwendigkeit eigener Lehrpläne hingewiesen.

6.3 Zur Handhabung des Symbolrechners TI 92

Der Lehrerfragebogen enthält einige Fragen, mit denen die Einschätzung der Lehrer hinsichtlich der Handhabung des TI 92 erhoben wurden. In Tabelle 16 sind die entsprechenden Items zusammenfassend dargestellt. Deutlich wird von den Mathematiklehrern der Forschungsklassen das Item 54 (Kompensation der Leistungsfähigkeit durch das komplizierte Handling) abgelehnt und hinsichtlich der Fehlermeldungen, die ein selbständiges Auffinden der Fehlerursache durch die Schüler ermöglichen sollen (Item 2), nehmen sie eine geteilte Haltung ein: Etwa ein Drittel halten die Fehlermeldungen für die Schüler ausreichend und knapp 41 % der Lehrer sind der Meinung, daß hier noch Verbesserungen notwendig wären. Vor allem werden von jenen Lehrern, die erstmalig den TI 92 im Mathematikunterricht einsetzen, statistisch häufiger die mangelnden Fehlermitteilungen angesprochen, die dann immer wieder zur Intervention durch den Lehrer führen (Item 14). Weiters ist die im TI 92-Einsatz unerfahrene Lehrergruppe deutlich häufiger der Meinung, daß Schüler manchmal mit herkömmlichen Methoden schneller rechnen könnten (Item 44). Hinweise zum erhöhten Anspruch für das Erlernen der Handhabung des TI 92 finden sich auch in den freien Äußerungen der Lehrer zur Frage nach Schwierigkeiten bei den Schülern. Etwa zwei Drittel der Lehrer gaben recht differenzierte Stellungnahmen ab: *Mühsames Erlernen des Handlings ließ Begeisterung bei den Schülern sinken, Handling und Protokollführung beanspruchen eine gewisse Zeit - für Experimentieren bald nicht viel übrig, Schwache Schüler kämpfen zum Teil mit der Bedienung des TI 92* bis zur Lehreräußerung, daß *fallweise mehr Handling als Mathematik betrieben wird*.

Tabelle 16
Itemgruppe zur Handhabung des TI 92
1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Zur Handhabung des TI 92	AM	SD
54) Was der TI 92 gegenüber dem herkömmlichen Taschenrechner mehr leistet, wird durch das kompliziertere Handling kompensiert	1,32 2,21	0,86 1,01
14) Die Fehlermeldungen des TI 92 sind so unspezifisch, daß man als Lehrer immer wieder helfend eingreifen muß	3,71 3,21	0,96 0,90
44) Das Handling mit dem TI 92 ist so zeitaufwendig, daß es manchmal schneller ginge, wenn die Schüler mit herkömmlichen Methoden rechnen würden	3,45 2,79	1,13 1,01
2) Die Fehlermeldungen des TI 92 ermöglichen den Schülern in den meisten Fällen ein selbständiges Auffinden der Fehlerursache	2,74 3,07	1,08 1,03

6.4 Der Einsatz des TI 92 zur Entlastung der Schüler

Neben der didaktischen Funktion erfüllt der TI 92 als Rechenhilfe eine weitere wichtige Funktion. Es ist naheliegend, daß der Einsatz von algebrafähigen Rechnern wegen der raschen und verlässlichen Durchführung von aufwendigen Umformungen und komplexen Rechenoperationen zu Entlastungen der Schüler führt. In 4 Items wurde die Einstellung der Lehrer zur Frage der Entlastung der Schüler durch den TI 92-Einsatz erhoben. Wie in der Tabelle 17 zu ersehen ist, sind die Lehrer der Forschungsklassen nicht der Meinung, daß durch den Einsatz des TI 92 im Unterricht die an Mathematik weniger interessierten Schüler entlastet werden (Item 25) und man nicht mehr über Formeln nachzudenken braucht (Item 57). Die Einschätzung der Lehrer bezüglich der Beeinträchtigung der Schüler durch flüchtige Rechenfehler nimmt geringfügig ab (Item 31) und die beiden nach ihrer Erfahrung mit Computeralgebrasystemen im Unterricht gebildeten Lehrergruppen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Einschätzung einer wesentlichen Entlastung der Schüler statistisch bedeutsam (Item 50): Die erfahrene Lehrergruppe ist eher der Meinung, daß dies zutrifft und die Lehrer, die in diesem Schuljahr erstmals den TI 92 im Unterricht einsetzten, sind der Meinung, daß es eher zu keiner Entlastung der Schüler kommt. Auch in den freien Äußerungen der Lehrer wird die Entlastung von *'lästiger' Rechenarbeit*, Verringerung der *klassischen Rechenfehler* und Vereinfachung bei z. B. *statistischen Berechnungen von Aufgaben mit der Binomialverteilung* angesprochen.

Tabelle 17

Itemgruppe zur Entlastung der Schüler durch den TI 92

1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Entlastung der Schüler durch den Einsatz von TI 92	AM	SD
25) Durch den Einsatz von CAS werden besonders die an Mathematik weniger interessierten Schüler entlastet	2,35 2,50	0,90 0,82
57) Die Schüler brauchen durch den Einsatz von CAS nicht mehr über Formeln nachdenken	2,58 2,54	0,94 1,50
31) Durch den Einsatz von CAS werden die Leistungen der Schüler nicht von Flüchtigkeitsfehlern beeinträchtigt	3,35 3,21	1,12 0,90
50) Der TI 92 entlastet die Schüler im Mathematikunterricht ganz wesentlich	2,87 3,36	0,94 0,89

Zusammenfassend zeigt sich, daß der TI 92 als Rechenhilfe eingesetzt wird, die Lehrer der neuen Technologie aber keine wesentliche Rolle bei der Entlastung der Schüler im Mathematikunterricht zuschreiben, wobei hier die neu mit diesem Medium arbeitende Lehrergruppe eine skeptischere Sichtweise als die erfahrenen Lehrer bekundet.

6.5 Neue Schwerpunktsetzung im Mathematikunterricht durch den Einsatz des TI 92

Da der algebrafähige Rechner TI 92 nicht nur numerische Rechenprozesse unterstützt, sondern darüber hinaus komplexe mathematische Aufgaben - wie beispielsweise trigonometrische Vermessungsaufgaben - mit einem Tastendruck lösen kann, erscheint es erforderlich, daß andere Aspekte in den Mathematikunterricht einfließen sollen und die Schüler tiefer in mathematische Zusammenhänge eindringen können. Die folgende Itemgruppe zielt auf diesen Themenkomplex ab. Es

zeigt sich deutlich, daß nach Ansicht der Befragten der Einsatz des TI 92 neue Möglichkeiten im Mathematikunterricht eröffnet und zwar in Richtung aufwendigere Fragestellungen (Item 35) und vermehrt anwendungsorientierte Aufgaben (Item 34) sowie zum Vertiefen bereits erworbenen mathematischen Wissens (Item 42). Fragen im Unterricht zu behandeln, die ohne Einsatz von CAS die Schüler nicht so leicht verstehen würden (Item 52), wird zwar allgemein bejaht, jedoch von den erfahrenen Lehrern deutlich stärker als von den Lehrern, die sich erstmals im Unterricht damit auseinandersetzten. Von der Lehrergruppe mit Erfahrungen wird die Frage, daß durch den Einsatz von CAS weniger Zeit zur Vermittlung von mathematischen Grundwissen bleibt (Item 28) deutlich stärker verneint als von der Gruppe der Lehrer ohne Erfahrung.

In Beantwortung der offenen Frage nach den Erwartungen und Erfahrungen weisen die Lehrer auf die erweiterten Zugänge in Didaktik und Methodik, die Förderung des mathematischen Verständnisses, den stärkeren Praxisbezug und auf bessere Möglichkeiten zur Förderung begabter wie auch leistungsschwächerer Schüler hin: *Die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten (SOLVE, Grafik, Wertetabelle) waren für die Schüler neu und haben die Problemlösestrategien vermehrt, Verstärkte Kommunikation über 'Mathematik', Endlich weg vom monotonen Lösen von Gleichungssystemen oder Auch sehr schwache Schüler beschäftigen sich intensiver mit der jeweiligen Materie.*

Tabelle 18
Itemgruppe zur Neudefinition des Mathematikunterrichts
1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Neue Schwerpunktsetzung im Mathematikunterricht	AM	SD
35) Der TI 92 eröffnet die Möglichkeit, mit den Schülern aufwendigere Fragestellungen zu behandeln	4,23 4,50	0,66 0,33
34) Da das Ausrechnen herkömmlicher Beispiele durch den Einsatz von CAS oft an Sinnhaftigkeit verliert, werden anwendungsorientierte Aufgaben bedeutsamer	4,23 4,39	0,79 0,56
42) CAS lassen sich oft besonders gut zum Vertiefen bereits erworbenen Wissens einsetzen	4,13 4,14	0,75 0,58
52) Im Unterricht können Fragen behandelt werden, die die Schüler ohne CAS nicht so leicht verstehen würden	3,71 4,32	0,89 0,47
55) Durch den Einsatz von CAS wird die Zeit weniger für aufwendiges mechanisches Rechnen benötigt, sondern steht vermehrt für vertiefende Stoffvermittlung zur Verfügung	3,58 3,86	0,79 0,87
43) Da sich die Tätigkeit der Schüler beim Lösen von Beispielen durch den Einsatz von CAS oft auf die Eingabe beschränkt, wird eine Neudefinition der Schulmathematik notwendig	3,74 3,57	1,11 1,12
28) Durch den Einsatz von CAS im Unterricht bleibt zur Vermittlung von mathematischem Grundwissen weniger Zeit	3,03 2,29	1,00 1,06

6.6 Didaktische Einsatzmöglichkeiten von Computeralgebrasystemen

Die didaktischen Einsatzmöglichkeiten von CAS waren als eine zentrale Fragestellung Inhalt mehrerer Fragen des Lehrerfragebogens. Konzepte, die die erweiterten methodisch-didaktischen Möglichkeiten nutzbar machen sollten, wurden im Rahmen des Forschungsprojekts beschrieben.⁹⁾ Gemäß dem White-box/Black-box-Prinzip sollen die Schüler nach dem Erlernen mathematischer Algorithmen diese vom TI 92 durchführen lassen und begründen, warum sie die jeweilige Programmroutine aufgerufen haben. Im Black-box/White-box-Prinzip sollen die Schüler durch wiederholtes Rechnen Strukturen bzw. Regeln erforschen und Zusammenhänge verstehen lernen. Für häufig wiederkehrende Abläufe können nach eingehender Bearbeitung des mathematischen Inhalts von Schülern selbst Kurzprogramme entwickelt werden, die als Modulsammlung im computerunterstützten Mathematikunterricht die herkömmliche Formelsammlung ersetzen und über Hotkeys aktiviert werden. Ein weiteres Prinzip ist die Window-shuttle-Technik (Mehrfenstertechnik), wobei für den Lernenden im besonderen durch die Möglichkeit, in mehreren Fenstern zu arbeiten, abstrakte mathematische Begriffe durch exemplarische Beispiele (Prototypen) z. B. im Algebrafenster und Grafikfenster anschaulich gemacht werden. Weiters können die Konsequenzen der Veränderung einzelner Parameter im Algebrafenster - etwa bei rekursiven Modellen - direkt im Grafikfenster oder in Tabellendarstellungen sichtbar untersucht werden.

Tabelle 19

Itemgruppe zu didaktischen Einsatzmöglichkeiten von CAS

1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Einsatzmöglichkeiten von CAS	AM	SD
24) Der TI 92 ist ganz nett, aber wirkliche Verbesserungen im Unterricht bringt er nicht	2,16 1,71	0,77 0,75
16) Der Vorteil des TI 92 liegt vor allem in der Möglichkeit der grafischen Darstellung von Funktionen	4,16 4,25	0,99 0,87
45) Durch häufigeres Rechnen gleichartiger Beispiele mit CAS fällt es den Schülern leichter, formale Gesetzmäßigkeiten zu erkennen	3,55 3,89	0,84 0,62
48) Die Schüler lernen durch den Umgang mit CAS strukturierter und exakter zu denken	3,55 3,71	0,84 0,65
20) CAS sind meist recht gut zum Einstieg in neue Stoffgebiete geeignet	3,45 3,82	1,07 0,66
38) Da die Schüler gerne mit CAS arbeiten, lernen sie Stoffinhalte, ohne es wahrzunehmen	3,48 3,36	0,84 0,93
49) Beim Umgang mit dem TI 92 sind die Schüler so von den Geräten begeistert, daß mathematische Inhalte zweitrangig werden	2,77 2,39	0,79 0,94
56) Durch den Einsatz von CAS wird der Unterricht zwar anders, aber nicht unbedingt besser oder interessanter	3,10 2,46	0,96 1,15
29) Es ist wenig ergiebig, wenn die Schüler mit CAS arbeiten sollen, solange sie den Stoff noch nicht beherrschen	3,10 2,86	1,17 1,06

Mehrheitlich verneint - von der Gruppe der erfahrenen Lehrer statistisch bedeutsam stärker - wird die Auffassung, daß der TI 92 keine wirkliche Verbesserung im Unterricht bringe (Item 24).

⁹⁾ Heugl H. et al.: Mathematikunterricht mit Computeralgebrasystemen. Ein didaktisches Lehrbuch mit Erfahrungen aus dem österreichischen *derive*-Projekt. Bonn: Addison-Wesley GmbH, 1996. ISBN 3-8273-1082-2.

Weiters wird vor allem den Grafikmöglichkeiten des TI 92 eine Verbesserung des Mathematikunterrichts zugeschrieben (Item 16), ein weiterer der Notwendigkeit des exakten und strukturierten Denkens (Item 48). Hinsichtlich der Vorteile didaktischer Einsatzmöglichkeiten von CAS ist eher zustimmendes Antwortverhalten der Lehrer festzustellen. Daß der Unterricht durch den Einsatz von CAS zwar anders, aber nicht unbedingt besser oder interessanter wird (Item 56), verneinen die Lehrer mit langjährigen Erfahrungen deutlich und unterscheiden sich bedeutsam von den erstmals mit CAS arbeitenden Lehrern, die diese Auffassung eher bejahen. In den freien Äußerungen wird von den Lehrern neben oben beschriebenen didaktischen Prinzipien auch ein vermehrter Einsatz der Gruppenarbeit und offener Unterrichtsformen angesprochen.

Mit dem Einsatz von CAS im Unterricht erwartet man im allgemeinen oft eine verstärkte Motivation bei den Schülern, sich mit Mathematik ihrem Lerntempo und ihrem Leistungsniveau entsprechend auseinanderzusetzen. Die Einstellungen und Erfahrungen der Lehrer wurden mit den zwei in Tabelle 20 angeführten Items erhoben.

Tabelle 20
Itemgruppe zum Einsatz des TI 92 als Hilfsmittel
für den schülerorientierten Unterricht

1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

TI 92 als Möglichkeit für einen schülerorientierten Unterricht	AM	SD
39) Mathematisch begabte Schüler können sich mit Hilfe von CAS mit anspruchsvolleren Beispielen auseinandersetzen, ohne den Unterricht zu stören	4,16 4,29	0,74 0,65
33) Da die Schüler mit CAS leichter die Lösung ermitteln können, können sie auch selbst ausgedachte Beispiele übungsweise rechnen	3,35 3,11	0,93 0,77

Die befragten Lehrer sind der Meinung, daß mathematisch begabte Schüler sich im Unterricht mit anspruchsvolleren Beispielen auseinandersetzen können (Item 39) und bejahen, daß die Schüler auch selbstausgedachte Aufgaben lösen können (Item 33).

Mit den Items der folgenden Gruppe soll der Frage nachgegangen werden, wie gut leistungsschwächere Schüler mit dem Einsatz des TI 92 zurechtkommen und welcher Art die Auswirkungen sind. Wie Tabelle 21 zeigt, weichen die Einschätzungen der Lehrer hinsichtlich dieser Items kaum vom theoretischen Mittelwert ab, was bedeutet, daß etwa gleich viele diese Items bejahen bzw. verneinen. Geringfügig mehr Lehrer ohne Erfahrung verneinen, daß die schwächeren Schüler im Unterricht besser gefördert werden (Item 51) und sie die Handhabung des TI 92 gleich gut wie begabtere Schüler erlernen (Item 7). Lehrer mit CAS-Erfahrung verneinen, daß schwächere Schüler zeitlich stärker belastet sind (Item 37). In den freien Äußerungen geben jedoch etwa ein Drittel der Lehrer an, daß durch den Einsatz des TI 92 die Leistungsunterschiede der Schüler verstärkt werde: *Lernschwächere Schüler verlieren leicht den Anschluß, Für gute Schüler war der Rechner eine Bereicherung und Weniger gute Schüler 'spielten' viel und verloren das Interesse an der 'alten' händischen Mathematik.*

Tabelle 21

Itemgruppe zu Auswirkungen des TI 92-Einsatzes auf leistungsschwächere Schüler

1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

TI 92 als Möglichkeit für einen schülerorientierten Unterricht	AM	SD
51) Mit Hilfe von CAS gelingt es im Unterricht besser, die schwächeren Schüler zu fördern	2,68 3,00	0,89 0,80
7) Leistungsschwächere Schüler erlernen die Handhabung des TI 92 meist gleich gut wie leistungsfähigere	2,77 2,86	1,18 1,09
37) Durch den Einsatz von CAS sind die schlechteren Schüler zeitlich stärker belastet	3,00 2,79	1,22 0,86
17) Das Erlernen der korrekten Eingabe bei CAS bereitet vor allem den schwächeren Schülern oft große Schwierigkeiten	3,10 2,86	1,23 1,06

Da Mädchen im allgemeinen ihren Begabungsschwerpunkt im sprachlichen und humanwissenschaftlichen Bereich aufweisen und oft den naturwissenschaftlichen Gegenständen distanziert gegenüberstehen, wurden in bezug auf geschlechtsspezifische Auswirkungen des TI 92-Einsatzes folgende in Tabelle 22 dargestellte Items in den Fragebogen aufgenommen. Wie ersichtlich ist, verneinen die Lehrer ganz deutlich, daß Mädchen schneller als ihre Mitschüler den Umgang mit dem TI 92 erlernen (Item 10) und daß sie sich seit dem Einsatz des TI 92 der Mathematik gegenüber ablehnender verhalten (Item 30) bzw. stärker am Mathematikunterricht interessiert sind (Item 47). In Beantwortung der offenen Fragen äußern Lehrer: *Burschen sind begeisterter und selbständiger als Mädchen, Mathematisch begabte Mädchen sind interessiert, mathematisch unbegabte eher desinteressiert sowie Handlingprobleme treten vermehrt bei Mädchen auf.*

Tabelle 22

Itemgruppe zu geschlechtsspezifische Auswirkungen des TI 92-Einsatzes

1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Geschlechtsspezifische Auswirkungen	AM	SD
30) Seit dem Einsatz von CAS sind die Mädchen der Mathematik gegenüber ablehnender	1,97 2,18	0,74 0,76
10) Mädchen erlernen den Umgang mit CAS oft schneller als ihre Mitschüler	2,26 2,25	0,80 0,83
47) Seit dem Einsatz von CAS sind die Mädchen stärker am Mathematikunterricht interessiert und arbeiten eifriger mit	2,84 2,82	0,95 0,89

Nach den schriftlichen Stellungnahmen zur Frage 10 (MIT/LFB 98) sprechen die Mathematiklehrer noch einige zu klärende Aspekte an: *Sollte man besser vom Mittelweg zwischen herkömmlichen Mathematikunterricht und völlig anderem Umgang mit Mathematik durch den TI abweichen; mehr auf das Programmieren zugreifen? Welche Inhalte sind vom herkömmlichen Unterricht tatsächlich noch und in welcher Form zu verlangen? Wie ist mit der Dokumentation der TI-Ergebnisse umzugehen? Wie sollen Schulbücher aussehen? und Wann stehen endlich Lehrbücher für den Unterricht mit dem TI zur Verfügung (TI-Anhang oder einzelne TI-Seiten sind eher überflüssig)?*

6.7 Auswirkungen von Computeralgebrasystemen auf die Motivation und Leistungsbereitschaft der Schüler im Mathematikunterricht

Im folgenden Abschnitt wird der Frage nachgegangen, wie sich der CAS-Einsatz auf die von den Lehrern wahrgenommene Motivation der Schüler auswirkt. Zweifellos dürfte bei der Motivation der Schüler, den TI 92 im Mathematikunterricht einzusetzen, der Reiz des Neuen noch eine gewisse Rolle spielen, was zu einer vorübergehenden Erhöhung der Aufmerksamkeit im Mathematikunterricht führen kann.

Ein Großteil der Lehrer ist der Meinung, daß der Unterricht durch den Einsatz des TI 92 interessanter gestaltet werden kann (Item 27), wobei besonders an Mathematik interessierte Schüler motiviert sind, sich intensiver mit mathematischen Problemen auseinanderzusetzen (Item 53). Durch den Wegfall aufwendiger Umformungen und Nebenrechnungen, die ja dem TI 92 übertragen werden, wird Mathematik für die Schüler aus der Sicht der Lehrer interessanter (Item 23) und sie bejahen auch die Frage, daß sich die Schüler auch in der Freizeit gerne mit dem Rechner beschäftigen (Item 21).

Auch in den freien Antworten werden positive Auswirkungen auf die Schüler angesprochen, worunter z. B. *Motivationsschub der Schüler durch neues Gerät, Der Unterricht wird 'chaotischer' oder positiv formuliert: Die Schülertätigkeiten rücken in den Vordergrund sowie Die TI-Projektgruppe wurde zu einer 'verschworenen' Gemeinschaft* genannt.

Tabelle 23
Itemgruppe zu Motivation und Interesse der Schüler
im Mathematikunterricht mit dem TI 92
1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Motivation und Interesse nach Einschätzungen der Lehrer	AM	SD
53) Durch CAS sind besonders an Mathematik interessierte Schüler eher motiviert, sich intensiver mit mathematischen Problemen auseinanderzusetzen	4,29 4,29	0,85 0,65
27) Der Unterricht kann durch CAS für die Schüler häufiger interessanter gestaltet werden	3,71 4,18	0,68 0,54
23) Da die aufwendigen Umformungen und Nebenrechnungen durch CAS wegfallen, wird der Mathematikunterricht für die Schüler interessanter	3,52 3,86	0,71 0,69
21) Die Schüler beschäftigen sich auch in der Freizeit gerne mit dem TI 92	3,61 3,50	0,94 1,02
12) Die Schüler sind zufrieden damit, daß CAS Beispiele löst und interessieren sich nicht dafür, wie das geschieht	3,32 3,50	1,17 0,82

In Beantwortung der Frage 10 (Erhebung im Juni 1998) äußern sich Lehrer über Auswirkungen des TI 92-Einsatzes auf die Schülerleistungen in Frageform. So artikulieren etwa 60 % der Lehrer: *Wird Mathematik angenehmer oder schwieriger? Wie können einzelne Schüler, die den TI ablehnen, motiviert werden? Werden Schüler bei Mathematik-Olympiaden schlechter abschneiden? Was macht man mit den Repetenten, die in die Klasse kommen? Und nicht zuletzt: Ich wüßte gerne, wie sich der CAS-orientierte Unterricht auf lange Sicht - auch über die Schulzeit hinaus- auswirkt?*

6.8 Kritische Anmerkungen zum Einsatz von Computeralgebrasystemen

Um den Einsatz des neuen Mediums umfassend nutzen zu können, müssen die Schüler neben stofflichen Inhalten auch deren Implementation im CAS erlernen. Da die Anzahl der Mathematikstunden unverändert ist, kann die Mehrbelastung der Schüler teilweise durch den Wegfall der Rechenarbeit kompensiert werden, was allerdings auch zu einem Verlust der Rechenfertigkeiten und damit verbundene Probleme zur Folge haben kann.

Mit den in Tabelle 24 zusammengefaßten Items sollten die Meinungen und Erfahrungen der Mathematiklehrer hinsichtlich einer Behinderung der Schüler durch den Einsatz des TI 92 erkundet werden. Die Befragten sind einhellig der Meinung, daß sich manche Aufgaben schneller ohne TI 92 lösen lassen (Item 36), die Schüler sich neben dem eigentlichen Stoffinhalt auch auf den Umgang mit dem Rechner konzentrieren müssen (Item 41) sowie Eindrücke der Lehrer, daß die Schüler manches besser verstehen, wenn sie es zunächst händisch rechnen (Item 4) und die Schüler manchmal einzelne Aufgaben händisch rechnen wollen (Item 11). Die Meinung, daß der TI 92 nur bei langwierigen Rechnungen Vorteile bringt, sonst aber eher hinderlich sei, wird von den Lehrern nicht geteilt (Item 32). In Beantwortung der offenen Fragen wird angeführt, daß die Um-

Tabelle 24
Itemgruppe zu möglichen Behinderungen der Schüler
1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Mögliche Behinderung der Schüler durch den TI 92	AM	SD
36) Manche Aufgaben lassen sich ohne TI 92 schneller lösen	4,52	0,56
	4,43	0,78
41) Die Schüler müssen sich neben dem eigentlichen Stoffinhalt nun auch noch auf den Umgang mit dem TI 92 konzentrieren	3,74	1,11
	3,75	0,95
32) Nur bei langwierigen Rechnungen bringt der TI 92 Vorteile, sonst ist er eher hinderlich	2,52	0,98
	2,32	1,07
11) Manchmal meinen die Schüler, daß sie einzelne Aufgaben lieber auf herkömmliche Art rechnen würden	3,48	1,19
	3,25	1,06
4) Einzelne Schüler äußern, daß sie manche Beispiele besser verstehen, wenn sie diese zunächst händisch rechnen	3,39	1,13
	3,25	1,12

setzung der Algorithmen in die Sprache des TI 92 Schwierigkeiten bereite und bei einfachen Aufgaben die Lösung im Kopf schneller zu erhalten sei. Die Lehrer vertreten mehrheitlich die Auffassung, daß die Schüler durch den Einsatz des TI 92 im Mathematikunterricht vom eigentlichen Stoff abgelenkt werden und, um manche Aufgaben besser zu verstehen, sich zum händischen Rechnen hingezogen fühlen.

Im Zusammenhang mit einer von den Lehrern wahrgenommenen Behinderung der Schüler durch den TI 92 bekommt die Frage nach Auswirkungen auf die Rechenfertigkeit der Schüler einen erhöhten Stellenwert. Die folgende Itemgruppe versucht Antwort auf diese Frage zu geben.

Tabelle 25

Itemgruppe zum möglichen Verlust der Rechenfertigkeit bei den Schülern
 1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Auswirkungen auf die Rechenfertigkeit der Schüler	AM	SD
26) Seit dem Einsatz von CAS sind die Schüler kaum mehr in der Lage, Beispiele ohne TI 92 zu lösen	2,32 2,25	1,00 0,91
18) Die Schüler sind oft nicht zufrieden damit, daß sie ein Beispiel rechnen können, sondern wollen auch weiterführende Hinweise	2,74 2,82	0,80 0,85
46) Die Schüler können seit dem Einsatz von CAS deutlich schlechter Kopfrechnen	3,35 2,96	0,97 0,82

Überwiegend bekunden die Lehrer, daß ihrer Ansicht nach die Schüler auch ohne TI 92 Beispiele rechnen können (Item 26) und weiterführende Hinweise wollen (Item 18). Tendenziell vertreten die Lehrer, die erstmals in diesem Schuljahr CAS im Unterricht einsetzten, stärker als die erfahrene Lehrergruppe, daß die Schüler deutlich schlechter Kopfrechnen können (Item 46). Das letztgenannte Item 46 wird von den Lehrern dieses Projekts signifikant stärker als von den Lehrern des *derive*-Projekts¹⁰) als zutreffend angesehen. Diese geänderte Sichtweise der Lehrer kann damit erklärt werden, daß die Lehrer bei der Beantwortung dieser Frage nicht nur an das numerische Kopfrechnen denken, sondern auch einen möglichen Verlust weiterer Fertigkeiten mitbedenken. Weiters könnte durch die ständige Verfügbarkeit eines doch recht handlichen und über die Leistungsfähigkeit eines herkömmlichen Taschenrechners hinausreichenden Kleincomputers diese Wahrnehmung bei den Lehrern verstärkt werden.

In den freien Stellungnahmen wird die Befürchtung geäußert, daß *die Schüler nach dem Kopfrechnen weitere Fertigkeiten verlieren könnten*, daß sie nach Beherrschung des Handlings keine Kopfrechnungen mehr durchführen werden und die Frage gestellt, wie man *dem Verlust des Kopfrechnens und Abschätzens von Fehlern entgegen wirken kann*. Ein offenes Problem betrifft in diesem Zusammenhang den Schulwechsel bzw. den Übertritt in weiterführende Ausbildungswege, das auch von einzelnen Lehrern in offenen Fragen angesprochen wird: *Verlust von wichtigen Rechenkompetenzen und damit verbundene Schwierigkeiten für den Schüler bei Schulwechsel sowie Wieviel soll ein Schüler ohne CAS können? Werden sich die Universitäten ändern? Sind Schüler, die den TI 92 in der Schule verwendet haben, weniger gut auf das Studium vorbereitet?*

¹⁰ Vgl. ZSE-Report 12, Seite 20 (Item 35₁₃): AM=3,37, SD=0,99, N=27; t-Wert=2,18, df=84 (s).

6.9 Veränderung der Arbeit des Lehrers durch den Einsatz des TI 92

Ein Aspekt hinsichtlich der Veränderungen der Lehrerarbeit durch den Einsatz von Computeralgebrasystemen im Unterricht betrifft die Unterrichtsvorbereitung. Das Bemühen der Lehrer, für den Unterricht Beispiele mit "schönen Zahlen" zu konstruieren, wird in den Hintergrund gedrängt, da der TI 92 die Schüler durch Übernahme der reinen Rechenarbeit wesentlich entlastet.

Tabelle 26

Itemgruppe zur Vorbereitung des Unterrichts

1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Vorbereitung des Unterrichts mit Hilfe des TI 92	AM	SD
1) Weil CAS ein Durchrechnen der Übungsbeispiele erfordern, hat sich meine Vorbereitungszeit für eine einzelne Unterrichtsstunde deutlich verlängert	1,74 2,00	0,72 0,89
5) Das Zusammenstellen von Beispielen für die Schüler braucht durch den Einsatz von CAS deutlich weniger Zeit	3,55 3,86	1,29 1,09

Wie die Antworten der Lehrer zeigen, hat sich die Vorbereitungszeit sowohl für das Durchrechnen der Übungsbeispiele als auch für das Zusammenstellen von Beispielen für die Schüler nicht deutlich verkürzt. In den freien Äußerungen der Lehrer finden sich Hinweise, wodurch eine zusätzliche Vorbereitungszeit entsteht: *Manchmal erfordert die Behandlung einer Problemstellung mittels TI eine andere Vorgangsweise als die handschriftliche Bearbeitung, Gute Organisation des Unterrichts notwendig, Mehr Arbeitsblätter erforderlich, um individuelles Arbeiten zu ermöglichen und Vorbereitung oft zu lange, weil zuwenig ausgebildet, zuwenig Hilfestellung; Gefühl als 'einsamer Kämpfer'.*

Diese letzte Lehreraußerung leitet auf die Frage nach der Lehrerausbildung für den Einsatz des TI 92 im Unterricht über. Mit den folgenden zwei Items soll die eigene Kompetenz durch die Lehrer eingeschätzt werden. Im Vergleich zum *derive*-Projekt des Schuljahres 1993/94 ergibt sich ein anderer Befund: Gaben damals die Lehrer an, daß sie einerseits auftretende Probleme bei den Schülern sofort erklären können und andererseits die Aus- und Fortbildung mangelhaft erschien, so geben die heute im Projekt arbeitenden Lehrer an, daß sie zwar insgesamt ausreichend im Umgang mit dem TI 92 ausgebildet seien, andererseits aber bei Schülern im Unterricht auftretende Probleme nicht sofort lösen können. Dieses Ergebnis kann vorsichtig in der Weise interpretiert werden, daß nicht so sehr reine 'Software'-Probleme die Lehrer im Unterricht mit Fragen der Schüler konfrontieren, die sie nicht sofort lösen können, sondern es sich vielmehr um Probleme 'technischer' Art handelt, die als Folge eines möglicherweise noch unausgereiften Zusammenspiels von Hard- und Software auftreten oder z. B. um Einstellungen am TI 92.

Die Aus- und Fortbildung wird von den Lehrern, die bereits längere Zeit mit CAS im Unterricht arbeiten, für ausreichend angesehen, wogegen die erstmals damit arbeitenden diese als mangelhaft empfinden (vgl. Item 13 in Tabelle 27).

Tabelle 27

Itemgruppe zur Ausbildung der Lehrer für den Einsatz des TI 92
 1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Aus- und Fortbildung der Lehrer für den Einsatz des TI 92	AM	SD
8) Es kommt bisweilen vor, daß bei Schülern Probleme mit CAS auftauchen, die auch ich nicht sofort erklären kann	3,61 3,50	1,07 1,15
13) Die Aus- und Fortbildung im Umgang mit CAS war ausreichend	2,84 3,57	1,05 1,15

Einen anderen Aspekt der Lehrerbelastung stellen die Unterrichtsmaterialien dar. Die folgende Itemgruppe soll Auskunft über die Art künftiger Unterrichtsmaterialien in Hinblick auf den TI 92-Einsatz geben. Die in der Tabelle 28 angeführten Items geben Hinweise über die Erfahrungen der Befragten mit Lehr- und Lernbehelfen.

Tabelle 28

Itemgruppe zu Unterrichtsmaterialien für den Mathematikunterricht in Hinblick auf den TI 92
 1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Lehr- und Lernmaterialien in Hinblick auf den TI 92-Einsatzes	AM	SD
15) Für neue Medien wie CAS im Unterricht wären neuartige Lehrbehelfe dringend notwendig	4,65 4,50	0,60 0,63
6) In Mathematiklehrbüchern sollte mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen werden	4,42 4,21	0,71 0,82
3) Es ist oft sehr mühsam, für den Unterricht mit CAS Materialien ausfindig zu machen	4,00 3,82	1,08 0,97
9) Da es für den Einsatz von Computeralgebrasystemen im Unterricht kaum Unterlagen gibt, muß ich alles selbst entwickeln	3,97 3,79	1,03 0,98
19) Die Mathematiklehrbücher sollten neben der mathematischen Schreibweise für Formeln auch eine CAS-gerechte Notation enthalten	3,68 3,29	1,23 1,10

Ganz deutlich artikulieren die Lehrer den Wunsch, daß in den künftigen Mathematikbüchern - neue Medien machen neuartige Lehrbehelfe notwendig (Item 15) - mehr Rücksicht auf die Verwendung von CAS genommen werden sollte (Item 6), bekunden, daß kaum Unterlagen für den Einsatz von Computeralgebrasystemen vorhanden sind und vieles selbst entwickelt werden muß (Item 9). Weiters sind sie der Meinung, daß es mühsam ist, für den Unterricht angemessene Materialien ausfindig zu machen (Item 3) und daß in den Lehrbüchern neben der mathematischen Schreibweise auch eine PC-gerechte aufgenommen werden soll (Item 19).

Tabelle 29

Itemgruppe zu Auswirkungen auf die Leistungsbeurteilung
 1. Zeile: Lehrergruppe ohne Erfahrung (N=31); 2. Zeile: Lehrergruppe mit Erfahrung (N=28) (Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Lehrergruppen sind fett dargestellt)

Auswirkungen auf die Leistungsbeurteilung	AM	SD
22) Da ein großer Teil der Rechenarbeit von CAS geleistet wird, erhält das mathematische Verständnis ein größeres Gewicht bei der Beurteilung	4,10 4,29	0,82 0,45
40) Die Leistungsbeurteilung ist durch die Einführung von CAS schwieriger geworden	2,94 2,71	1,29 1,25

Neben den oben beschriebenen Aspekten von Auswirkungen des TI 92-Einsatzes auf die Arbeit des Lehrers, wird nun der Aspekt der Leistungsbeurteilung der Schüler durch die geänderten Bedingungen thematisiert. Die antwortenden Lehrer bejahen deutlich, daß bei der Leistungsbeurteilung das mathematische Verständnis ein größeres Gewicht erhält (Item 22) und die Lernerfolgsbeurteilung der Schüler eher nicht schwieriger geworden ist (Item 40).

6.10 Schriftliche Lehreräußerungen zum zweiten Beobachtungsfenster

Im Rahmen der Felduntersuchung TI 92 wurden in den Forschungsklassen zu zwei Zeitpunkten mathematische Themen nach genauen Vorgaben unterrichtet, um Auswirkungen des TI 92 auf den Lernerfolg der Schüler festzustellen. Die Evaluation dieser Unterrichtsabschnitte erfolgt umfassend durch die Projektgruppe selbst, so daß in diesem Rahmen die Lehrer lediglich in einer frei zu beantwortenden Frage Stellung nehmen konnten.

Die Frage 8 im Lehrerfragebogen (MIT/LFB 98) lautete: "Beschreiben Sie bitte kurz Ihre Erfahrungen mit dem zweiten Beobachtungsfenster. Denken Sie dabei an Aspekte der Organisation, an die didaktische und inhaltliche Gestaltung sowie an den Lernertrag und die Rückmeldungen der Schüler zu diesem Beobachtungsfenster."

Der Auswertung liegen schriftliche Äußerungen von 56 Lehrern zugrunde, 3 Lehrer haben diese Frage nicht beantwortet. Insgesamt wurden 153 Stellungnahmen kodiert, das entspricht einem Schnitt von 2,7 Äußerungen pro Lehrer. Die inhaltsanalytisch gebildete Systematik gliedert sich in Hauptkategorien und Kategorien und ist in Tabelle 30 dargestellt. Eine detaillierte Liste befindet sich im Anhang, Abschnitt 9.4.4.

Mehr als zwei Drittel der Lehrer haben hinsichtlich der zeitlichen Belastung und didaktisch-inhaltlichen Ausführung des 2. Beobachtungsfensters negative Äußerungen abgegeben, wobei in erster Linie Schwierigkeiten mit dem Zeitaufwand bzw. Durchführung genannt werden: *Höherer Zeitaufwand, Aufwendige Organisation* oder *Die zeitliche Struktur hat den Fluß des Lehrstoffs unterbrochen*. Unzufriedenheit mit den inhaltlichen Vorgaben wurde geäußert: *Inhaltlich gab es bei manchen Beispielen Auffassungsunterschiede, Einige Beispiele seien nicht durchführbar, da ich schon glaube, daß der mathematische Hintergrund vorhanden sein muß, bevor man solche Beispiele löst, auch wenn es durch den SOLVE-Befehl einfacher wird* oder *Die Idee des modularen Arbeitens - das zentrale Thema des 2. Beobachtungsfensters - war vielleicht etwas zu wenig genau herausgearbeitet*. Einzelne Lehrer äußerten sich über den Posttest, daß er zu schwierig gewesen sei, am Testen der Hypothese vorbeigehe oder von den Schülern nicht ernstgenommen wurde.

Tabelle 30

Kategorienliste der schriftlichen Lehreräußerungen zur Frage nach den Erfahrungen mit dem zweiten Beobachtungsfenster

	Insgesamt (N=56)	Mit Erfahrung (N=29)	Ohne Erfahr. (N=27)
1. Positive Erfahrungen hinsichtlich Aufbau und didaktisch-inhaltlicher Struktur des zweiten Beobachtungsfensters	26	15	11
1.1 Allgemein positive Äußerungen zur Organisation und Durchführung	15	8	7
1.2 Gute zeitliche Organisation des zweiten Beobachtungsfensters	8	4	4
1.3 Positive Beurteilung der didaktisch-inhaltlichen Gestaltung	13	9	4
2. Förderliche Auswirkungen auf die Schüler	21	7	14
2.1 Motivationsteigerung und positives Unterrichtsklima	9	3	6
2.2 Positiver Lernerfolg	13	5	8
2.3 Erleichterungen für die SchülerInnen durch den Einsatz des TI 92	3	0	3
3. Negative Erfahrungen mit der zeitlichen und didaktisch-inhaltlichen Ausführung des zweiten Beobachtungsfensters	39	18	21
3.1 Schwierigkeiten mit Zeitaufwand bzw. Durchführung des zweiten Beobachtungsfensters	28	13	15
3.2 Unzufriedenheit mit den inhaltlichen Vorgaben	19	8	11
3.3 Kritische Anmerkungen zum Posttest	4	2	2
4. Ungünstige Konsequenzen für die Schüler	8	3	5
4.1 Mangelnder Lernertrag	5	3	2
4.2 Handlingprobleme mit dem TI 92	3	0	3
5. Allgemein negative Äußerungen	4	2	2
6. Sonstiges	7	3	4

Jeweils etwa die Hälfte der Lehrer äußerten sich über positive Erfahrungen hinsichtlich Aufbau und didaktisch-inhaltlicher Struktur bzw. nannten förderliche Auswirkungen auf die Schüler. Neben allgemein positiven Äußerungen (*Aufbau des Beobachtungsfensters war gut, Sehr gute Erfahrungen, Keine Klagen seitens der Schüler*) enthalten die Lehrerstellungen Hinweise auf die bessere zeitliche Organisation gegenüber dem ersten Beobachtungsfenster und die gute didaktische Aufbereitung. An förderlichen Auswirkungen auf die Schüler wurden von den Lehrern genannt: *Praxisorientierung wirkte motivierend, Viele Rückfragen, die mathematisch interessant waren, Die Schüler empfanden das Beobachtungsfenster als Bereicherung des Unterrichts, kamen gut damit zurecht und versuchten auch erfolgreich modular zu arbeiten sowie Gutes Abschneiden der Schüler bei Pre- und Posttest.*

Von etwa einem Sechstel der Lehrer wurde mangelnder Lernertrag und Handlingprobleme mit dem TI 92 angesprochen: *Lernertrag des Beobachtungsfensters war gleich Null. Es ging nur um Abfrage von fachlichen Inhalten und Handling, Selbstdefinierte und vorgegebene Routinen haben viele Schüler irritiert oder Mit Sicherheit kann ich nur sagen, daß meine Schüler es genausougut beherrschen wie ohne TI 92.*

7. Vergleichende Darstellung von Ergebnissen der Schüler- und Lehrerbefragung

Wie bereits im *derive*-Projekt wurde auch bei der Konstruktion der Fragebogen für die Schüler- und Lehrerbefragung im Rahmen der Felduntersuchung mit dem TI 92 eine Schnittmenge von Items der Frage 9 des Lehrerfragebogens bzw. Frage 6 des Schülerfragebogens verwendet, die inhaltlich weitgehend identisch, in der Formulierung jedoch der jeweiligen Zielgruppe angepaßt wurden. Im folgenden Abschnitt sollen nun die Schüler- und Lehrerreaktionen hinsichtlich dieser Items analysiert werden, wobei die Lehrer nach Erfahrung mit und ohne CAS bzw. die Schüler nach ihrer Mathematiknote gruppiert werden. Wie im Abschnitt 9.2.1 'Beschreibung der Skalen' ausführlich beschrieben, wurden für diese vergleichende Darstellung folgende Skalen gebildet:

- *Förderung des Mathematikinteresses durch den TI 92* (int)
- *Entlastung beim Rechnen* (ent)
- *Zusätzliche Erschwernis durch den TI 92* (zus)
- *Minderung der mathematischen Kenntnisse* (min)

Die Skala *Förderung des Mathematikinteresses durch den TI 92* (int) beschreibt - aus der Sicht der Schüler und der Lehrer - die Einschätzungen, welche die Veränderungen hinsichtlich des Interesses und Verständnisses der Schüler sowie der Unterrichtsmethodik betreffen. Die Ergebnisse zeigen - wie bereits auch im *derive*-Projekt - ganz deutlich, daß von den Schülern, die in der Skala int angesprochenen Aspekte, wesentlich kritischer gesehen werden als von den in den Klassen unterrichtenden Lehrern. Derartige Befunde treten immer wieder bei pädagogischen Innovationen auf und hängen offenbar damit zusammen, daß die Proponenten einer derartigen Neuerung oftmals eine wesentlich positivere Einschätzung, als der Realität zu entsprechen scheint, zeigen. Einen Erklärungsansatz liefert Petri¹¹):

Denn die Erfolgsrückmeldungen sind [...] derartig vage, daß man auch hohe Erwartungen aufgrund weiter Interpretationsspielräume leicht wunschgemäß verwirklicht sehen kann ("Fassaden-Effekt"). Der Unklarheit und Vieldeutigkeit der objektiven Informationslage wird man sich kaum bewußt, weil durch erwartungsgesteuerte automatische Interpretation Eindeutigkeit vorgespiegelt wird.

Die Möglichkeit der Wirkung eines Fassaden-Effekts wird noch dadurch verstärkt, daß selbst bei der Lehrergruppe, die auf keine langjährige Erfahrung im Umgang mit CAS verweisen kann, signifikant niedrigere Werte in der Skala int auftreten als bei der erfahrenen Lehrergruppe. Ein Vergleich zwischen in Mathematik guten (+) und schwächeren (-) Schülern zeigt, daß die Schüler mit guten Mathematiknoten ('Sehr Gut' oder 'Gut') deutlich stärker an Mathematik interessiert sind als ihre Mitschüler mit schlechteren Noten ('Genügend' oder 'Nicht Genügend').

¹¹ Petri G.: Neue Wege des Rechtschreiblernens. Ein Modellprojekt praxisorientiert-wissenschaftlicher Schulentwicklung. Forschungsbericht 25 - Graz: Zentrum für Schulentwicklung, Abteilung II: Evaluation und Schulforschung, 1995 (Seite 5).

Tabelle 31

Skalen *Förderung des Mathematikinteresses durch den TI 92 (int)*, *Entlastung beim Rechnen (ent)*, *Zusätzliche Erschwernis durch den TI 92 (zus)* und *Minderung der mathematischen Kenntnisse (min)* im Vergleich Lehrer und Schüler

	Lehrer			Schüler*		
	AM	SD	N	AM	SD	N
Förderung des Mathematikinteresses durch den TI 92 (int)	ð 7,31	1,29	59	ð 5,02	1,66	1375
	K 7,00 °	1,37	31	- 4,83 °	1,71	532
	E 7,64 °	1,11	28	+ 5,13 °	1,60	411
Entlastung beim Rechnen (ent)	ð 4,83	1,28	59	ð 4,96	1,70	1375
	K 4,61	1,31	31	- 5,05	1,77	532
	E 5,07	1,19	28	+ 4,87	1,70	411
Zusätzliche Erschwernis durch den TI 92 (zus)	ð 5,34	1,28	59	ð 4,98	1,67	1375
	K 5,48	1,39	31	- 5,11 °	1,70	532
	E 5,18	1,14	28	+ 4,83 °	1,65	411
Minderung der mathematischen Kenntnisse (min)	ð 5,31	1,06	59	ð 5,00	1,73	1375
	K 5,45	1,19	31	- 5,25 °	1,70	532
	E 5,14	0,87	28	+ 4,64 °	1,69	411

* Die Schüler der Gruppe [+] erhielten im Halbjahreszeugnis in Mathematik die Note 'Sehr Gut' oder 'Gut' und die Schüler der Gruppe [-] ein 'Genügend' oder 'Nicht Genügend'. Die Schüler mit einem 'Befriedigend' wurden bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Entlastung der Schüler (Skala ent) infolge der Übernahme der Rechenarbeit durch den Einsatz des TI 92 und der Vermeidung von Flüchtigkeitsfehlern wird sowohl von den Lehrern als auch von den Schüler etwa gleich stark eingeschätzt.

Die Skala *Zusätzliche Erschwernis durch den TI 92 (zus)* bringt zum Ausdruck, daß sich manche Aufgaben ohne Verwendung des TI 92 schneller lösen lassen, der Umgang mit dem Rechner vom eigentlichen mathematischen Problem ablenkt und die Vorbereitung auf Prüfungen und Schularbeiten erschwert. Dahinter steht der Gedanke, daß durch den Einsatz von CAS neben dem Erwerb mathematischen Wissens noch das Erlernen der Handhabung des TI 92 hinzukommt. Auch hier zeigt sich - allerdings nicht in dem Ausmaß wie bei der Skala int - statistisch bedeutsam, daß die Lehrer eine größere Entlastung bei den Schülern erwarten als von diesen tatsächlich wahrgenommen wird. Die Ergebnisse zeigen auch, daß sich vor allem die in Mathematik schwächeren Schüler durch den Einsatz von CAS zusätzlich belastet fühlen.

Mit der vierten Skala *Minderung der mathematischen Kenntnisse (min)* werden Aspekte wie Minderung der mathematischen (Grund)Kenntnisse und erschwertes Nachlernen versäumten Stoffs angesprochen. Im Vergleich zu den Schülern sehen die Lehrer die Gefahr des Verlusts an mathematischen Kenntnissen stärker ausgeprägt. Bemerkenswert ist auch der Befund, daß vor allem die in Mathematik schwächeren Schüler wahrnehmen, mathematische Kenntnisse zu verlieren und ohne Hilfe versäumten Stoff schwer nachlernen können.

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Lehrer nach einem Jahr Erfahrung den TI 92 stärker als die Schüler

- als Hilfsmittel, den Mathematikunterricht interessanter für die Schüler zu gestalten,
- als zusätzliche Belastung der Schüler, und
- als Gefahr des Verlusts an mathematischen Grundkenntnissen

einschätzen.

8. Zusammenfassung der Ergebnisse

Ergebnisse der Schülerbefragung

Die Freude der Schüler am Mathematikunterricht nimmt durch den Umgang mit dem TI 92 im Erprobungsjahr auf allen Schulstufen deutlich zu, wobei eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen den Geschlechtern vorliegt: Die Zunahme der Freude am Unterricht ist bei den Burschen wesentlich stärker als bei den Mädchen ausgeprägt.

Mehr als zwei Drittel der Schüler sehen bei der Bewältigung ihrer mathematischen Aufgaben im TI 92-Einsatz eine wertvolle Unterstützung und zwar gleichzeitig in mehreren Bereichen des schulischen Alltags: Am häufigsten bei Schularbeiten, Hausübungen und beim Rechnen von Beispielen im Unterricht sowie auch bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen. Der Bereich 'Lösen von selbst ausgedachten Beispielen' wird von den Oberstufenschülern nur in geringem Ausmaß genannt.

Da der Einsatz des TI 92 zu Veränderungen des herkömmlichen Unterrichts führt, wurde auch der Frage nachgegangen, wie sich die durch den TI 92 bedingten methodisch-didaktischen Veränderungen in der Unterrichtsgestaltung auf die Leistungsfeststellung bzw. -beurteilung auswirken. Die Schüler wurden nach Veränderungen in der Notengebung hinsichtlich Gerechtigkeit, Einsichtigkeit, Strenge und Häufigkeit befragt. Die Ergebnisse zeigen, daß ein Großteil der Schüler ein Gleichbleiben der Beurteilungspraxis wahrnimmt: Auf der 7. Schulstufe äußern knapp die Hälfte, auf der 11. Schulstufe mehr als drei Viertel der Schüler, daß sich nach ihren Einschätzungen an der Leistungsbeurteilung nichts geändert habe.

Die bekundeten Erfahrungen der Schüler hinsichtlich der Verwendung von CAS im Unterricht zeigen, daß die vor allem in Mathematik guten Schüler häufiger positive Wahrnehmungen und Vorteile im TI 92-Einsatz sehen als die Schüler, die auch in anderen Unterrichtsgegenständen gute Noten im Halbjahreszeugnis aufweisen. Ist der TI 92-Einsatz wirklich nicht mehr als eine Spielwiese der Mathematikfreaks unter den Schülern und Lehrern?

Im Rahmen dieser Evaluation wurde auch der Frage nach geschlechtsspezifischen Auswirkungen des TI 92 nachgegangen. Es zeigt sich deutlich, daß die Burschen ein stärkeres Ansteigen der Freude an Mathematik, eine bessere Förderung ihrer Interessen, eine geringere zusätzliche Belastung durch den TI 92-Einsatz erfahren und kaum einen Verlust mathematischer Grundkenntnisse wahrnehmen als ihre Kolleginnen. Vor allem die Mädchen beschreiben in ihren freien Stellungnahmen öfter als ihre Mitschüler, daß sie Schwierigkeiten bei der Eingabe haben, die Fehlermeldungen zu ungenau sind und im TI 92 keine Vorteile gegenüber einem numerischen Taschenrechner sehen.

Nach den schriftlichen Stellungnahmen der Schüler zur Frage nach Problemen im Umgang mit dem TI 92 treten bei etwa zwei Drittel von ihnen Probleme in der Handhabung des TI 92 auf, wobei besonders häufig auf die Komplexität der Bedienung (erhöhter Zeitaufwand) sowie auf unklare Syntax und schwer merkbare Befehle hingewiesen wird. Etwa ein Viertel der Schüler bezieht ihre Stellungnahmen auf unzureichende Fehlermeldungen und auf das kaum 'hilfreiche' Handbuch bzw. ein Viertel der Schüler klagt über technische Probleme des Geräts. Die Frage, wieweit die Klagen über technische Probleme - die auch von Lehrern geteilt werden - durch ein möglicherweise noch unausgereiftes Zusammenspiel von Hard- und Software bedingt sind, kann hier nicht eindeutig bestätigt werden.

Ergebnisse der Lehrerbefragungen

Aus den Lehrerantworten zu den Fragen nach ihrer persönlichen Befriedigung und Bereicherung durch den Einsatz von CAS im Unterricht sowie ihrer Einschätzung der Sicherheit und Zuversicht, die ihnen übertragenen Aufgaben zu bewältigen, kann gefolgert werden, daß - bei anfänglich schon hoher Einschätzung aller Lehrer - tendenziell die mit CAS erfahrenen Lehrer persönlich eine stärkere Bereicherung ihres Unterrichts erlebten und ihre Einschätzung hinsichtlich der Bewältigung der Aufgaben deutlicher zunimmt als bei der Lehrergruppe, die in diesem Schuljahr erstmals den TI 92 in ihrem Unterricht verwendete. Die starke Zunahme dieser Einschätzungen bei der erfahrenen Lehrergruppe ist möglicherweise vor allem durch die gegenüber dem *derive*-Projekt verbesserten Rahmenbedingungen erklärbar.

Hinsichtlich unterrichtsmethodischer Aspekte zeigen die Ergebnisse der Lehrerbefragung positive Veränderungen in Richtung erweiterter didaktischer Möglichkeiten, innovativerer Gestaltung des Unterrichts sowie verstärkter Behandlung anwendungsorientierter Aufgabenstellungen. Weiters werden durch den Einsatz von CAS neue Unterrichtsmaterialien und Änderungen bei den Zielen und Inhalten des Mathematiklehrplans aus der Sicht der Befragten notwendig. Mehrheitlich vertreten die Lehrer die Auffassung, daß der TI 92 eine Verbesserung im Unterricht bringt, die vor allem den grafischen Möglichkeiten zugeschrieben wird. Weiters wird oft eine verstärkte Motivation bei den Schülern durch den Einsatz des TI 92, sich mit Mathematik ihrem eigenen Lerntempo und ihrem Leistungsniveau entsprechend auseinanderzusetzen, erwartet.

In den Befragungen werden oft auch kritische Stellungnahmen zum Einsatz von Computeralgebrasystemen im Unterricht abgegeben, wobei häufig Lehrer der Meinung sind, daß sich die Schüler neben dem eigentlichen Stoffinhalt auch auf den Umgang mit dem Rechner konzentrieren müssen, daß Schüler manches besser verstehen, wenn sie es zunächst händisch rechnen und sie oft auch händisch rechnen wollen. Wie die Antworten der Lehrer weiters zeigen, führt der Einsatz des TI 92 zu keiner Verkürzung ihrer Vorbereitungszeit und zu keiner zeitlichen Entlastung beim Zusammenstellen von Beispielen für die Schüler. Obwohl die Lehrer angeben, daß sie ausreichend im Umgang mit dem TI 92 ausgebildet seien, können sie - im Gegensatz zu den Erfahrungen im *derive*-Projekt - auftretende Probleme bei den Schülern nicht immer sofort erklären. Dies könnte unter anderem damit zusammenhängen, daß die Lehrer im Unterricht nicht nur mit reinen 'Software'-Problemen konfrontiert werden, sondern sich die Schülerfragen vielmehr auch auf 'technische' Probleme beziehen.

Im Rahmen dieser Erhebungen wurden die Lehrer weiters gebeten, in einer frei zu beantwortenden Frage ihre Erfahrungen zum zweiten Beobachtungsfenster wiederzugeben. Die Lehrer äußern sich zu mehr als zwei Drittel negativ hinsichtlich der zeitlichen Belastung und didaktisch-inhaltlichen Ausführung des zweiten Beobachtungsfensters. Jedoch nannten jeweils die Hälfte der Lehrer auch positive Erfahrungen hinsichtlich Aufbau und didaktisch-inhaltlicher Struktur sowie förderliche Auswirkungen auf die Schüler.

Vergleich von Ergebnisse der Schüler- und Lehrerbefragungen

Eine vergleichende Darstellung von Schüler- und Lehrereinschätzungen zeigt ganz massiv die unterschiedlichen Einschätzungen der Lehrer und Schüler hinsichtlich der Förderung des mathematischen Interesses bei den Schülern: Die Lehrer sehen im Einsatz des TI 92 eine bedeutsamere Unterstützung zur Förderung des Mathematikinteresses als die Schüler. Dieser Befund kann möglicherweise weitgehend mit dem sog. 'Fassadeneffekt' erklärt werden: Derartige Ergebnisse entsprechen nämlich oft dem allgemein psychologischen Phänomen des Bedürfnisses nach weitgehender Übereinstimmung der internalisierten kognitiven und emotionalen Bilder mit den realen Verhältnissen in der Klasse. Ein hohes persönliches Engagement der Proponenten verbunden mit einer starken Identifikation mit Neuerungen in der Schule ermöglichen häufig die Entwicklung von Strategien, die den Blick vom Ganzen abwenden und zu einer - die eigenen Erwartungen bestätigenden - eingengeren Denkweise (confirmation bias) führen.

Weiters zeigt der Vergleich von Ergebnissen, daß sich die Lehrer eine deutlich stärkere Entlastung der Schüler im Mathematikunterricht durch die Verwendung des TI 92 erwarten, als von den Schülern tatsächlich wahrgenommen wird. Die Lehrer sind auch häufiger der Meinung, daß - vor allem schwächere - Schüler mehr mathematische Kenntnisse durch die neue Art des Unterrichts verlieren.

Abschließend soll den vorliegenden Bericht eine schriftliche Stellungnahme einer im Umgang mit CAS erfahrenen Lehrerin (Realgymnasium, 6. Klasse) abrunden:

Offene Fragen habe ich keine. Ich erachte es als wichtig, das richtige Maß im Einsatz an den Schülern zu nehmen. Gerade mit dem TI 92 ist es notwendig, Schwerpunkte zu setzen.

Zwei Aspekte erscheinen mir besonders wichtig:

- o) Die Schüler können sich nicht nur mit Mathematik beschäftigen (_ maßvoller Umgang mit Hausübungen),*
- o) Als Lehrer darf ich nicht der Versuchung erliegen, mehr Beispiele zu rechnen oder zusätzliche Varianten zu behandeln.*

9. Anhang

9.1 Die Erhebungsinstrumente

9.1.1 Der Schülerfragebogen MIT/SFB-98

COMPUTERALGEBRASYSTEME IM MATHEMATIKUNTERRICHT

Schule: _____
Klasse: (65 Klassen mit 1380 Schülern)

Schülerfragebogen MIT/SFB-98

Alle Deine Angaben werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet und streng vertraulich behandelt, auch Deine Lehrer erfahren nicht, was Du geantwortet hast.

1. Ich bin eine Schülerin (N=599) ein Schüler (N=781)

2. Welche Noten hattest Du heuer im Halbjahreszeugnis?

Deutsch: AM=2,81

Physik: AM=2,59

Englisch: AM=3,08

Geographie und Wirtschaftskunde: AM=2,26

Mathematik: AM=3,07

Geschichte und Sozialkunde: AM=2,20

3. Bitte versuche das Ausmaß Deiner Freude am Mathematikunterricht vergleichend einzuschätzen...

a) ...**vor** der Einführung des TI 92:

sehr wenig
Freude

151	345	487	281	113
-----	-----	-----	-----	-----

sehr viel
Freude

b) ...**seit** dem Einsatz des TI 92 im Unterricht:

sehr wenig
Freude

106	212	431	458	171
-----	-----	-----	-----	-----

sehr viel
Freude

4. In welchem Bereich des Mathematikunterrichts ist Dir der TI 92 eine große Hilfe? Kreuze bitte alle für Dich zutreffenden Antworten an:

beim Beispielrechnen während des Unterrichts (N=890)

bei der Vorbereitung auf Schularbeiten und Prüfungen (N=715)

beim Rechnen von selbst ausgedachten Beispielen (N=227)

bei Schularbeiten (N=1139)

bei Hausübungen (N=1065)

anderes: _____(N=230)_____

5. Denke an die Notengebung in Mathematik in den vorangegangenen Schuljahren und versuche einzuschätzen, wie sich die Benotung durch den Einsatz des TI 92 in diesem Schuljahr verändert hat.

Die Notengebung in Mathematik ist jetzt ...

weniger gerecht und objektiv	30	124	956	188	63	gerechter und objektiver
für mich weniger einsichtig	52	154	833	232	89	für mich einsichtiger
weniger streng	60	206	829	202	62	strenger
seltener	26	76	965	177	76	häufiger

6. Nachfolgend steht eine Reihe von Aussagen, die Deine Einstellungen und Erfahrungen hinsichtlich des Einsatzes des TI 92 im Mathematikunterricht betreffen. Ringle bitte bei jeder Aussage eine der danebenstehenden Antwortmöglichkeiten ein, und zwar diejenige, die Deiner Meinung nach am ehesten für Dich persönlich zutrifft.¹²⁾

Wenn Du meinst, eine Aussage 'stimmt genau', dann ringle '++' ein, wenn Du meinst, eine Aussage 'stimmt eher schon', ringle '+' ein, usw. bis '- -', wenn Du meinst, die Aussage 'stimmt überhaupt nicht'.

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
1) Da die aufwendigen Umformungen und Nebenrechnungen durch den TI 92 wegfallen, wird der Mathematikunterricht interessanter.....	366	600	167	184	60
2) Die Fehlermeldungen des TI 92 sind so ungenau, daß ich immer wieder den Lehrer fragen muß	200	356	206	405	209
3) Ich brauche durch den Einsatz des TI 92 nicht mehr über Formeln nachdenken.....	179	261	168	459	311
4) Durch den TI 92 werde ich öfters zu neuen mathematischen Überlegungen angeregt	140	348	316	278	290
5) Erst wenn ich den Stoff schon beherrsche ist es sinnvoll, mit dem TI 92 zu arbeiten.....	348	374	241	259	154
6) Seit wir den TI 92 verwenden, kann ich nicht mehr so gut Kopfrechnen.....	267	366	226	263	254
7) Die Fehlermeldungen des TI 92 ermöglichen mir in den meisten Fällen ein Auffinden der Fehlerursache.....	188	408	304	335	138
8) Der Unterricht ist durch den TI 92 häufig interessanter	265	465	330	185	129
9) Durch den Umgang mit dem TI 92 lerne ich genauer zu denken.....	89	299	474	318	194
10) Mir fallen öfters mathematische Probleme ein, die ich dann mit dem TI 92 leicht durchrechnen kann.....	177	369	289	289	253

¹²⁾ Zahlenangaben in Promille (N = 1380).

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
11) Da ich beim TI 92 oft nur eine Formel eintippe und das Ergebnis abschreibe, frage ich mich manchmal, wo da der Sinn sein soll	195	275	224	318	363
12) Durch den Einsatz des TI 92 dauert das Rechnen nicht mehr so lange und wir können den Lernstoff vertiefen	411	514	212	145	96
13) Ich muß mich neben dem eigentlichen Stoffinhalt nun auch noch auf den Umgang mit dem TI 92 konzentrieren....	345	457	164	270	141
14) In Mathematiklehrbüchern sollte mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen werden	551	457	207	98	63
15) Seit wir den TI 92 verwenden, habe ich Schwierigkeiten, wenn ich Beispiele ohne dieses Gerät lösen soll.....	167	323	248	388	249
16) Der TI 92 ist ganz nett, aber wirkliche Verbesserungen im Unterricht bringt er nicht	125	182	278	447	346
17) Der TI 92 entlastet mich	354	480	269	165	100
18) Eigentlich wäre es mir lieber, wenn unser Lehrer mehr Erklärungen zu den Rechenbeispielen geben würde.....	295	334	359	225	162
19) Eigentlich ist es sinnlos, mathematische Berechnungen auch noch von Hand durchzuführen, wenn ohnehin der TI 92 sie lösen kann.....	224	244	193	329	383
20) Die Handhabung des TI 92 ist so zeitaufwendig, daß es manchmal schneller ginge, mit herkömmlichen Methoden zu rechnen	195	297	257	369	256
21) Mit dem TI 92 kann ich mein erworbenes Wissen besonders gut vertiefen	111	346	532	269	109
22) Ich bin in der Vorbereitung auf Prüfungen und Schularbeiten durch den TI 92 behindert	34	86	186	436	629
23) Manche Aufgaben lassen sich ohne TI 92 schneller lösen ...	461	439	242	169	63
24) Ich beschäftige mich auch in der Freizeit gerne mit dem TI 92	219	260	166	276	449
25) Ich finde Mathematik sehr interessant.....	209	370	293	235	257
26) Wenn wir mit einem neuen Stoff beginnen, verstehe ich ihn leichter, wenn dabei der TI 92 eingesetzt wird	125	293	440	333	181
27) Seit wir den TI 92 verwenden, rechnen wir in Mathematik mehr anwendungsbezogene Beispiele	159	470	489	179	71
28) Eigentlich bin ich zufrieden damit, daß der TI 92 Beispiele löst und mich interessiert weniger, wie das geschieht.....	229	321	238	335	252
29) Nur bei langwierigen Rechnungen bringt der TI 92 Vorteile, sonst ist er eher hinderlich.....	108	240	286	538	204
30) Durch den Einsatz des TI 92 werden meine Leistungen nicht von Flüchtigkeitsfehlern beeinträchtigt.....	276	450	249	258	137

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
31) Durch den Einsatz des TI 92 wird der Unterricht zwar anders, aber nicht unbedingt besser oder interessanter.....	277	325	285	355	124
32) Durch das Nachdenken über die Handhabung des TI 92 werde ich öfters vom eigentlichen mathematischen Problem abgelenkt	151	337	286	360	239
33) Der Vorteil des TI 92 liegt vor allem in der Möglichkeit der grafischen Darstellung von Funktionen	572	469	194	105	35
34) Mit dem TI 92 macht der Mathematikunterricht mehr Spaß	230	417	353	178	198
35) Der TI 92 fördert meine Bequemlichkeit.....	302	552	271	162	90
36) Manchmal würde ich einzelne Aufgaben lieber auf herkömmliche Art rechnen.....	240	370	256	310	200
37) Seit wir die Berechnungen mit dem TI 92 durchführen, machen wir im Mathematikunterricht mehr Theorie.....	95	319	529	325	103
38) Die Mathematiklehrbücher sollten auch eine Schreibweise für Formeln enthalten, die ich direkt in den TI 92 eintippen kann	592	368	208	118	86
39) Manche Beispiele verstehe ich besser, wenn ich diese zunächst händisch rechne.....	301	446	254	247	126
40) Da ich mit dem TI 92 leichter die Lösung ermitteln kann, rechne ich öfter übungsweise auch selbst ausgedachte Beispiele	84	163	147	334	648
41) Was der TI 92 gegenüber dem Taschenrechner mehr leistet, wird durch die kompliziertere Handhabung aufgehoben.....	120	183	277	460	333
42) Wenn ich Mathematikstunden versäumt habe, dann ist es für mich schwierig, den Lernstoff nachzuholen.....	263	394	239	300	181
43) Wenn ich einen Lernstoff nachlernen möchte, dann kann mir dabei nur mein Lehrer oder ein Mitschüler helfen, weil sonst kaum jemand mit dem TI 92 vertraut ist	567	379	159	161	113

7. Welche Probleme treten auf, wenn Du mit dem TI 92 arbeitest? Beschreibe bitte möglichst genau, wo Du im Umgang mit dem Gerät Schwierigkeiten hast. Denke dabei an die Bedienung des TI 92, die Umsetzung von Formeln für die Eingabe, an die Ausgabe der Ergebnisse usw.

[1055 Schülerfragebögen, davon 250 ohne Stellungnahme]

Vielen Dank für Deine Mitarbeit!

9.1.2 Der Lehrerfragebogen MIT/LFB-98

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege!

Entsprechend den Planungen wird nun neuerlich eine Lehrerbefragung durchgeführt. Der vorliegende Fragebogen besteht aus dem bereits zu Beginn dieses Schuljahres vorgegebenen Teil, der um zusätzliche Fragen zu Ihren Erfahrungen mit dem Einsatz von Computeralgebrasystemen (CAS) im Unterricht am Beispiel des TI 92 erweitert wurde. Bitte bearbeiten Sie den Fragebogen möglichst ausführlich gemäß Ihren ganz persönlichen Erwartungen, Meinungen und Gefühlen bezüglich Ihrer Tätigkeit in der Projektklasse, die in die Felduntersuchung mit dem TI 92 eingebunden ist. Das diesem Fragebogen zugrundeliegende Konzept des Längsschnittvergleichs erfordert es, daß die zu diesem Zeitpunkt gegebenen Antworten jenen des früheren Erhebungszeitpunkts namentlich eindeutig zugeordnet werden können. Ihre Angaben werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet und personenbezogene Rückschlüsse keinesfalls möglich gemacht.

Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit schon im voraus!

Lehrerfragebogen MIT/LFB 98

Alle Ihre Angaben werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet und streng vertraulich behandelt.
--

Vor- und Zuname: _____

Schule: _____

Projektklasse*): _____

1. Versuchen Sie bitte, für Ihre Projektklasse einzuschätzen, wie lebhaft sich die Schüler global betrachtet im Mathematikunterricht verhalten.

lebhaft, unkonzentriert	<table border="1"><tr><td>5</td><td>11</td><td>25</td><td>21</td><td>2</td></tr></table>	5	11	25	21	2	ruhig, konzentriert
5	11	25	21	2			

2. Bitte schätzen Sie auf der 5stufigen Skala ein, wie **sicher und zuversichtlich** Sie sich hinsichtlich der Bewältigung Ihrer Aufgaben beim Einsatz von CAS fühlen:

sehr hohe Sicherheit und Zuversicht	<table border="1"><tr><td>16</td><td>31</td><td>11</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	16	31	11	1	0	sehr geringe Sicher- heit und Zuversicht
16	31	11	1	0			

3. Wenn Sie an Ihre Arbeit mit dem TI 92 im laufenden Schuljahr denken, welche Erfahrungen haben Sie im Zusammenhang mit der Tätigkeit in der Projektklasse gemacht?

[59 Lehrerfragebögen, davon zwei ohne Stellungnahme]

4. Wieviel an persönlicher **Befriedigung und Bereicherung** empfinden Sie bei Ihrer derzeitigen Tätigkeit im Mathematikunterricht? Versuchen Sie bitte, das Ausmaß der Befriedigung und Bereicherung auf der 5stufigen Skala einzuschätzen:

sehr große persönliche Befriedigung und Bereicherung	<table border="1"><tr><td>11</td><td>31</td><td>14</td><td>1</td><td>2</td></tr></table>	11	31	14	1	2	sehr geringe persönliche Befriedigung und Bereicherung
11	31	14	1	2			

*) Wenn Sie in mehr als einer Projektklasse unterrichten, dann denken Sie bei der Bearbeitung des gesamten Fragebogens bitte an die Klasse der höheren Schulstufe.

5. Versuchen Sie bitte auf der 5stufigen Skala einzuschätzen, wie stark Sie sich durch Ihre Arbeit im Mathematikunterricht alles in allem persönlich **belastet** fühlen:

sehr hohe persön- liche Belastung	<table border="1"><tr><td>3</td><td>22</td><td>22</td><td>6</td><td>6</td></tr></table>	3	22	22	6	6	sehr geringe persön- liche Belastung
3	22	22	6	6			

6. Wo tauchen bei Schülern im Zuge der Arbeit mit dem TI 92 Ihrer Erfahrung nach Schwierigkeiten auf?
[Vgl. Frage 3 - gemeinsame Kategorienliste]
7. Kreuzen Sie bitte bei jeder der folgenden Aussagen an, wieweit diese aus jetziger Sicht Ihrer persönlichen Meinung nach zutrifft.¹³

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
a) Die Schüler sind durch CAS deutlich höher motiviert, Mathematik zu lernen	13 7	41 32	5 16	0 3	0 1
b) CAS führten zu einer zusätzlichen Erschwernis für den Lehrer.....	16 9	23 30	9 7	10 9	1 4
c) CAS sind eine wertvolle Rechenhilfe für den Schüler	30 33	25 22	4 3	0 1	0 0
d) Durch CAS wird bei vielen Schülern mathematisches Grundwissen nicht in ausreichendem Maß gefestigt.....	1 5	4 13	26 19	25 15	3 7
e) CAS eröffneten erweiterte Möglichkeiten in der Didaktik des Mathematikunterrichts.....	34 43	25 15	0 1	0 0	0 0
f) Die Handhabung von CAS erfordert einen erhöhten Aufwand für die Schüler	7 12	30 27	11 7	10 12	1 1
g) CAS führten bei den Schülern zu einer Verbesserung der Fähigkeit, mathematische Strukturen zu erkennen.....	13 7	28 27	17 23	1 1	0 1
h) Der Einsatz von CAS ist nicht auf allen Schulstufen in gleichem Maße sinnvoll.....	23 24	21 23	8 7	6 5	1 0
i) CAS erleichtern es den Schülern, sich selbst mit mathematischen Fragestellungen auseinanderzusetzen	12 9	30 37	14 9	2 4	1 0
j) Durch CAS hat sich die Kluft zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schülern vergrößert	7 11	17 18	28 10	5 16	2 4
k) CAS bieten verstärkt die Möglichkeit, anwendungsorientierte Aufgabenstellungen zu behandeln.....	27 26	28 30	3 1	1 2	0 0
l) Der sinnvolle Einsatz von CAS erfordert weitgehende Änderungen bei den Zielen und Inhalten des Mathematik-Lehrplans.....	17 26	24 23	9 4	8 6	1 0
m) CAS erleichtern in Didaktik und Methodik einen tiefergehenden Zugang zum Wesen mathematischer Sachverhalte.....	11 13	34 31	14 12	0 3	0 0
n) Ein weitreichender Einsatz von CAS erfordert eine geänderte Methodik und Didaktik	32 30	21 25	6 3	0 1	0 0
o) Die "Übersetzung" mathematischer Problemlösungen in die Sprache von CAS ist für viele Schüler schwierig.....	9 4	15 23	26 10	7 18	2 4

¹³ 1. Zeile: Erhebungszeitpunkt vor Beginn des Schuljahres 1997/98 (August 97)
2. Zeile: Erhebung am Ende des Schuljahres 1997/98 (Juni 98)

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
p) Für den Einsatz von CAS sind neue Unterrichtsmaterialien erforderlich.....	40 36	16 21	3 2	0 0	0 0
q) Der Einsatz von CAS führte zu einer innovativeren Gestaltung des Mathematikunterrichts.....	29 23	26 28	4 8	0 0	0 0

8. Beschreiben Sie bitte Ihre Erfahrungen mit dem **zweiten Beobachtungsfenster**. Denken Sie dabei an Aspekte der Organisation, an die didaktische und inhaltliche Gestaltung sowie an den Lernertrag und die Rückmeldungen der Schüler zu diesem Beobachtungsfenster. [59 Lehrerfragebögen, davon 3 ohne Stellungnahme]

9. Kreuzen Sie bitte bei jeder der folgenden Aussagen an, wieweit diese aus jetziger Sicht Ihrer persönlichen Meinung nach zutrifft.

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
1) Weil CAS ein Durchrechnen der Übungsbeispiele erfordern, hat sich meine Vorbereitungszeit für eine einzelne Unterrichtsstunde deutlich verlängert.....	19	18	10	9	3
2) Die Fehlermeldungen des TI 92 ermöglichen den Schülern in den meisten Fällen ein selbständiges Auffinden der Fehlerursache.....	3	17	15	19	5
3) Es ist oft sehr mühsam, für den Unterricht mit CAS Materialien ausfindig zu machen.....	19	25	7	7	1
4) Einzelne Schüler äußern, daß sie manche Beispiele besser verstehen, wenn sie diese zunächst händisch rechnen.....	9	20	14	13	3
5) Das Zusammenstellen von Beispielen für die Schüler braucht durch den Einsatz von CAS deutlich weniger Zeit ..	0	2	10	25	22
6) In Mathematiklehrbüchern sollte mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen werden	29	21	8	1	0
7) Leistungsschwächere Schüler erlernen die Handhabung des TI 92 meist gleich gut wie leistungsfähigere	2	19	13	16	9
8) Es kommt bisweilen vor, daß bei Schülern Probleme mit CAS auftauchen, die auch ich nicht sofort erklären kann.....	11	27	7	12	2
9) Da es für den Einsatz von Computeralgebrasystemen im Unterricht kaum Unterlagen gibt, muß ich alles selbst entwickeln	18	25	7	9	0
10) Mädchen erlernen den Umgang mit CAS oft schneller als ihre Mitschüler	0	1	26	19	13
11) Manchmal meinen die Schüler, daß sie einzelne Aufgaben lieber auf herkömmliche Art rechnen würden.....	9	22	14	10	4
12) Die Schüler sind zufrieden damit, daß CAS Beispiele löst und interessieren sich nicht dafür, wie das geschieht	8	23	14	13	1
13) Die Aus- und Fortbildung im Umgang mit CAS war ausreichend.....	7	21	11	16	4

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
14) Die Fehlermeldungen des TI 92 sind so unspezifisch, daß man als Lehrer immer wieder helfend eingreifen muß.....	7	27	12	13	0
15) Für neue Medien wie CAS im Unterricht wären neuartige Lehrbehelfe dringend notwendig.....	38	17	4	0	0
16) Der Vorteil des TI 92 liegt vor allem in der Möglichkeit der grafischen Darstellung von Funktionen.....	27	22	6	3	1
17) Das Erlernen der korrekten Eingabe bei CAS bereitet vor allem den schwächeren Schülern oft große Schwierigkeiten.....	7	13	16	18	5
18) Die Schüler sind oft nicht zufrieden damit, daß sie ein Beispiel rechnen können, sondern wollen auch weiterführende Hinweise.....	0	13	22	22	2
19) Die Mathematiklehrbücher sollten neben der mathematischen Schreibweise für Formeln auch eine CAS-gerechte Notation enthalten.....	13	20	13	9	4
20) CAS sind meist recht gut zum Einstieg in neue Stoffgebiete geeignet.....	9	26	19	3	2
21) Die Schüler beschäftigen sich auch in der Freizeit gerne mit dem TI 92.....	11	20	20	7	1
22) Da ein großer Teil der Rechenarbeit von CAS geleistet wird, erhält das mathematische Verständnis ein größeres Gewicht bei der Beurteilung.....	18	36	3	2	0
23) Da die aufwendigen Umformungen und Nebenrechnungen durch CAS wegfallen, wird der Mathematikunterricht für die Schüler interessanter.....	7	28	22	2	0
24) Der TI 92 ist ganz nett, aber wirkliche Verbesserungen im Unterricht bringt er nicht.....	0	1	14	25	19
25) Durch den Einsatz von CAS werden besonders die an Mathematik weniger interessierten Schüler entlastet.....	0	6	22	22	9
26) Seit dem Einsatz von CAS sind die Schüler kaum mehr in der Lage, Beispiele ohne TI 92 zu lösen.....	1	6	14	26	12
27) Der Unterricht kann durch CAS für die Schüler häufiger interessanter gestaltet werden.....	10	36	12	1	0
28) Durch den Einsatz von CAS im Unterricht bleibt zur Vermittlung von mathematischem Grundwissen weniger Zeit.....	2	15	12	22	8
29) Es ist wenig ergiebig, wenn die Schüler mit CAS arbeiten sollen, solange sie den Stoff noch nicht beherrschen.....	7	13	14	22	3
30) Seit dem Einsatz von CAS sind die Mädchen der Mathematik gegenüber ablehnender.....	0	2	13	31	13
31) Durch den Einsatz von CAS werden die Leistungen der Schüler nicht von Flüchtigkeitsfehlern beeinträchtigt.....	5	26	10	17	1
32) Nur bei langwierigen Rechnungen bringt der TI 92 Vorteile, sonst ist er eher hinderlich.....	2	8	13	26	10

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
33) Da die Schüler mit CAS leichter die Lösung ermitteln können, können sie auch selbst ausgedachte Beispiele übungsweise rechnen	3	21	23	11	1
34) Da das Ausrechnen herkömmlicher Beispiele durch den Einsatz von CAS oft an Sinnhaftigkeit verliert, werden anwendungsorientierte Aufgaben bedeutsamer.....	25	28	5	1	0
35) Der TI 92 eröffnet die Möglichkeit, mit den Schülern aufwendigere Fragestellungen zu behandeln	27	28	2	2	0
36) Manche Aufgaben lassen sich ohne TI 92 schneller lösen ...	33	22	3	1	0
37) Durch den Einsatz von CAS sind die schlechteren Schüler zeitlich stärker belastet	6	9	21	19	4
38) Da die Schüler gerne mit CAS arbeiten, lernen sie Stoffinhalte, ohne es wahrzunehmen.....	6	22	23	7	1
39) Mathematisch begabte Schüler können sich mit Hilfe von CAS mit anspruchsvolleren Beispielen auseinandersetzen, ohne den Unterricht zu stören	23	26	10	0	0
40) Die Leistungsbeurteilung ist durch die Einführung von CAS schwieriger geworden.....	4	18	15	8	14
41) Die Schüler müssen sich neben dem eigentlichen Stoffinhalt nun auch noch auf den Umgang mit dem TI 92 konzentrieren.....	11	34	5	6	3
42) CAS lassen sich oft besonders gut zum Vertiefen bereits erworbenen Wissens einsetzen.....	16	37	4	2	0
43) Da sich die Tätigkeit der Schüler beim Lösen von Beispielen durch den Einsatz von CAS oft auf die Eingabe beschränkt, wird eine Neudefinition der Schulmathematik notwendig.....	16	18	17	5	3
44) Das Handling mit dem TI 92 ist so zeitaufwendig, daß es manchmal schneller ginge, wenn die Schüler mit herkömmlichen Methoden rechnen würden.....	7	18	13	18	3
45) Durch häufigeres Rechnen gleichartiger Beispiele mit CAS fällt es den Schülern leichter, formale Gesetzmäßigkeiten zu erkennen	7	32	16	4	0
46) Die Schüler können seit dem Einsatz von CAS deutlich schlechter Kopfrechnen	4	17	25	11	2
47) Seit dem Einsatz von CAS sind die Mädchen stärker am Mathematikunterricht interessiert und arbeiten eifriger mit .	2	9	31	11	6
48) Die Schüler lernen durch den Umgang mit CAS strukturierter und exakter zu denken.....	4	34	17	3	1
49) Beim Umgang mit dem TI 92 sind die Schüler so von den Geräten begeistert, daß mathematische Inhalte zweitrangig werden.....	1	8	21	24	5
50) Der TI 92 entlastet die Schüler im Mathematikunterricht ganz wesentlich	1	24	17	14	3

	stimmt genau	stimmt eher schon	bin unent- schieden	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
51) Mit Hilfe von CAS gelingt es im Unterricht besser, die schwächeren Schüler zu fördern.....	1	12	25	18	3
52) Im Unterricht können Fragen behandelt werden, die die Schüler ohne CAS nicht so leicht verstehen würden.....	12	40	3	3	1
53) Durch CAS sind besonders an Mathematik interessierte Schüler eher motiviert, sich intensiver mit mathematischen Problemen auseinanderzusetzen	25	28	5	0	1
54) Was der TI 92 gegenüber dem herkömmlichen Taschenrechner mehr leistet, wird durch das kompliziertere Handling kompensiert.....	1	5	15	26	12
55) Durch den Einsatz von CAS wird die Zeit weniger für aufwendiges mechanisches Rechnen benötigt, sondern steht vermehrt für vertiefende Stoffvermittlung zur Verfügung	8	32	14	4	1
56) Durch den Einsatz von CAS wird der Unterricht zwar anders, aber nicht unbedingt besser oder interessanter.....	4	12	18	18	7
57) Die Schüler brauchen durch den Einsatz von CAS nicht mehr über Formeln nachdenken	4	14	5	24	12

10. Welche offenen Fragen stellen sich nach einem Jahr Erprobungsarbeit für Sie hinsichtlich des Einsatzes des TI 92 in der Projektklasse?

[59 Lehrerfragebögen, davon 10 ohne Stellungnahme]

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Bitte senden Sie diesen Fragebogen zusammen mit den Schülerfragebögen an uns zurück!

9.1.3 Der Lehrerfragebogen MIT/LFB-97

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege!

In Kooperation mit der Leitung des Projekts "Mathematikunterricht im Zeitalter der Informationstechnologie (Felduntersuchung mit dem TI 92)" übernimmt die Abteilung Evaluation und Schulforschung des ZSE Teilbereiche der wissenschaftlichen Begleitung im Rahmen dieses Vorhabens.

Bitte bearbeiten Sie den Fragebogen möglichst ausführlich gemäß Ihren ganz persönlichen Erwartungen, Meinungen und Gefühlen bezüglich Ihrer künftigen Tätigkeit in den Projektklassen, die in die Felduntersuchung mit dem TI 92 eingebunden sind. Die Ergebnisse dieser Befragung erlangen besondere Bedeutung dadurch, daß damit die Grundlage für eine zuverlässige Erfassung von zeitlichen Veränderungen Ihrer Einstellungen zum Einsatz von Computeralgebrasystemen (CAS) im Mathematikunterricht gelegt wird. Das diesem Fragebogen zugrundeliegende Konzept des Längsschnittvergleichs erfordert es, daß die zu diesem Zeitpunkt gegebenen Antworten jenen der späteren Erhebungszeitpunkte namentlich eindeutig zugeordnet werden können. Ihre Angaben werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet und personenbezogene Rückschlüsse keinesfalls möglich gemacht.

Den vollständig ausgefüllten Fragebogen geben Sie bitte im beiliegenden Briefumschlag bei der Seminarleitung ab. Von dort werden die Kuverts ungeöffnet in einer Sammelsendung an die Abteilung II des Zentrums für Schulentwicklung in Graz zurückgesendet.

Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit schon im voraus und wünschen eine konstruktive Arbeit bei diesem Seminar!

Lehrerfragebogen MIT/LFB 97

Alle Ihre Angaben werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet und streng vertraulich behandelt.
--

Vor- und Zuname: _____

Schule: _____

Projektklasse: _____

Haben Sie in Ihrem Mathematikunterricht in den vergangenen Schuljahren bereits Computeralgebrasysteme (CAS) eingesetzt?

- nein (N=32) ja, seit dem Schuljahr: (1 Jahr: N=4, 3 Jahre: N=9,
4 Jahre: N=6, 5 Jahre: N=7, 6 Jahre: N=4, 7 und mehr: N=3)

1. Wenn Sie an Ihre künftige Arbeit mit dem TI 92 im kommenden Schuljahr denken, welche Erwartungen, Hoffnungen und Befürchtungen haben Sie im Zusammenhang mit der Tätigkeit in der Projektklasse?

[66 Lehrerfragebögen, davon einer ohne Stellungnahme]

2. Bitte versuchen Sie auf der 5stufigen Skala einzuschätzen, wie **sicher und zuversichtlich** Sie sich im Hinblick auf die Bewältigung Ihrer Aufgaben beim Einsatz von CAS fühlen:

sehr hohe Sicherheit und Zuversicht	9	34	18	3	0	sehr geringe Sicher- heit und Zuversicht
--	---	----	----	---	---	---

3. Wieviel an persönlicher **Befriedigung und Bereicherung** haben Sie bisher im herkömmlichen Mathematikunterricht empfunden? Versuchen Sie bitte, das Ausmaß der Befriedigung und Bereicherung auf der 5stufigen Skala einzuschätzen:

sehr große persönliche Befriedigung und Bereicherung	10	37	14	3	0	sehr geringe persönliche Befriedigung und Bereicherung
---	----	----	----	---	---	---

4. Versuchen Sie bitte auf der 5stufigen Skala einzuschätzen, wie stark Sie sich durch die Arbeit im herkömmlichen Mathematikunterricht alles in allem persönlich **belastet** fühlen:

sehr hohe persön- liche Belastung	0	9	29	17	7	sehr geringe persön- liche Belastung
--------------------------------------	---	---	----	----	---	---

5. Bitte geben Sie an, in welchem Ausmaß Sie den Einsatz von Computeralgebrasystemen (CAS) im regulären Mathematikunterricht für sinnvoll erachten. Beziehen Sie Ihre Angabe auf die Stoffbereiche der Schulstufe Ihrer Projektklasse.

- a) in allen Stoffbereichen dieser Schulstufe (N=8)
- b) in einem Großteil der Stoffbereiche (N=41)
- c) in einigen ausgewählten Stoffbereichen, z.B. (N=17)

6. Kreuzen Sie bitte bei jeder der folgenden Aussagen an, wieweit diese Ihrer persönlichen Meinung nach zutreffen wird.

[Itemtexte vgl. Frage 7 MIT/LFB98, Abschnitt 9.1.2]

7. Welche offenen Fragen stellen sich für Sie im Hinblick auf den Einsatz des TI 92 in der Projektklasse?

[66 Lehrerfragebögen, davon 13 ohne Stellungnahme]

Raum für weitere Anmerkungen:

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

9.2 Skalenbildung und Standardisierung

9.2.1 Beschreibung der Skalen

Die 43 Items der Frage 6 des Schülerfragebogens nach den Einstellungen und Erfahrungen hinsichtlich des Einsatzes des TI 92 im Mathematikunterricht wurden faktorenanalytisch ausgewertet. Die Faktorenanalyse nach der Hauptachsenmethode ergab 4 interpretierbare Faktoren. 9 Items konnten keinem Faktor (Skala) zugeordnet werden. Die Schüler konnten zu den einzelnen Items auf einer 5stufigen Antwortskala (1=stimmt genau, 2=stimmt eher schon, 3=bin unentschieden, 4=stimmt eher nicht, 5=stimmt überhaupt nicht) Stellung nehmen. Ein arithmetisches Mittel unter 3 bedeutet ein Überwiegen der Schülerzustimmungen, bei einem Mittelwert größer als 3 überwiegen die ablehnenden Schüleräußerungen. Für jedes Item wird weiters die Faktorenladung, arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung mitgeteilt. Die Anzahl der Schüler beträgt insgesamt 1380, wobei vereinzelte missing data durch die Zuweisung des Wertes 3 korrigiert wurden.

Im Lehrerfragebogen ist eine Teilmenge dieser Items enthalten, sodaß zum Zwecke der Vergleichbarkeit eine Skalenbildung aus jenen Items, die von beiden Gruppen beantwortet wurden, vorgenommen werden konnte. Die aus diesen Items gebildeten Skalen werden für den Vergleich der Einstellungen der Lehrer und Schüler herangezogen und - um Verwechslungen zu vermeiden - mit Kleinbuchstaben bezeichnet.¹⁴⁾ Die in diesen Skalen nicht enthaltenen Items sind in den Listen kursiv dargestellt.

Skala "*Förderung des Mathematikinteresses durch TI 92*"

(INT: $\hat{A} = 0,90$, $r_{20} = 0,92$; int (ohne Item 4, 10, 25, 27 und 34): $\hat{A} = 0,87$, $r_{20} = 0,93$)

Die aus 14 Items bestehende Skala beschreibt die Einschätzungen, welche Veränderungen im Mathematikunterricht die Schüler durch den Einsatz des TI 92 hinsichtlich des Interesses und Verständnisses wahrnehmen. So beschreibt diese Skala, daß der Mathematikunterricht mit dem TI 92 mehr Spaß macht, häufig interessanter ist und das allgemeine mathematische Interesse fördert.

	Ladung	AM	SD
34) <i>Mit dem TI 92 macht der Mathematikunterricht mehr Spaß</i>	+0,75	2,78	1,28
8) Der Unterricht ist durch den TI 92 häufig interessanter	+0,69	2,87	1,21
4) <i>Durch den TI 92 werde ich öfters zu neuen mathematischen Überlegungen angeregt</i>	+0,65	3,17	1,30
9) Durch den Umgang mit dem TI 92 lerne ich genauer zu denken	+0,61	3,17	1,12
21) Mit dem TI 92 kann ich mein erworbenes Wissen besonders gut vertiefen	+0,60	2,94	1,04
24) Ich beschäftige mich auch in der Freizeit gerne mit dem TI 92	+0,60	3,35	1,49

¹⁴⁾ Für die Skalen der Lehrerstichprobe (N=59) wurden ebenfalls Konsistenzkoeffizienten berechnet.
Skala int: $\hat{A} = 0,69$, $r_{20} = 0,79$; Skala ent: $\hat{A} = 0,45$, $r_{20} = 0,56$; Skala zus: $\hat{A} = 0,75$, $r_{20} = 0,89$;
Skala min: $\hat{A} = 0,41$, $r_{20} = 0,80$.

Fortsetzung der Liste:

	Ladung	AM	SD
31) Durch den Einsatz des TI 92 wird der Unterricht zwar anders, aber nicht unbedingt besser oder interessanter (*)	- 0,59	2,80	1,28
25) <i>Ich finde Mathematik sehr interessant</i>	+0,57	2,97	1,35
1) Da die aufwendigen Umformungen und Nebenrechnungen durch den TI 92 wegfallen, wird der Mathematikunterricht interessanter	+0,55	2,25	1,12
10) <i>Mir fallen öfters mathematische Probleme ein, die ich dann mit dem TI 92 leicht durchrechnen kann</i>	+0,55	3,05	1,31
40) Da ich mit dem TI 92 leichter die Lösung ermitteln kann, rechne ich öfter übungsweise auch selbst ausgedachte Beispiele	+0,53	3,94	1,26
16) Der TI 92 ist ganz nett, aber wirkliche Verbesserungen im Unterricht bringt er nicht (*)	- 0,52	3,51	1,25
26) Wenn wir mit einem neuen Stoff beginnen, verstehe ich ihn leichter, wenn dabei der TI 92 eingesetzt wird	+0,46	3,11	1,16
27) <i>Seit wir den TI 92 verwenden, rechnen wir in Mathematik mehr anwendungsbezogene Beispiele</i>	+0,36	2,66	1,02

* Item wurde ausschließlich für die Skalenbildung invertiert ($X=6-X$)

Skala "Entlastung beim Rechnen"

(ENT: $\hat{A} = 0,53$, $r_{20} = 0,78$; ent (ohne Item 35): $\hat{A} = 0,50$, $r_{20} = 0,78$)

In der aus 6 Items bestehenden Skala werden Entlastungen hinsichtlich des Rechenaufwands und des Vermeidens von Flüchtigkeitsfehlern sowie die Förderung der eigenen Bequemlichkeit durch den Einsatz des TI 92 angesprochen.

	Ladung	AM	SD
17) Der TI 92 entlastet mich	+0,44	2,40	1,20
12) Durch den Einsatz des TI 92 dauert das Rechnen nicht mehr so lange und wir können den Lernstoff vertiefen	+0,36	2,28	1,19
28) Eigentlich bin ich zufrieden damit, daß der TI 92 Beispiele löst und mich interessiert weniger, wie das geschieht	+0,36	3,04	1,16
30) Durch den Einsatz des TI 92 werden meine Leistungen nicht von Flüchtigkeitsfehlern beeinträchtigt	+0,35	2,66	1,27
35) <i>Der TI 92 fördert meine Bequemlichkeit</i>	+0,34	2,41	1,14
3) Ich brauche durch den Einsatz des TI 92 nicht mehr über Formeln nachdenken	+0,30	3,34	1,35

Skala "*Zusätzliche Erschwernis durch TI 92*"

(ZUS: $\hat{A} = 0,82$, $r_{20} = 0,91$; zus (ohne Item 22 und 32): $\hat{A} = 0,78$, $r_{20} = 0,91$)

Die 9 Fragen dieser Skala bringen zum Ausdruck, daß sich manche Aufgaben ohne TI 92 schneller lösen lassen, der Umgang mit dem TI 92 vom eigentlichen mathematischen Problem ablenkt und die Vorbereitung auf Prüfungen und Schularbeiten erschwert.

	Ladung	AM	SD
20) Die Handhabung des TI 92 ist so zeitaufwendig, daß es manchmal schneller ginge, mit herkömmlichen Methoden zu rechnen	+0,69	3,14	1,33
23) Manche Aufgaben lassen sich ohne TI 92 schneller lösen	+0,61	2,22	1,17
36) Manchmal würde ich einzelne Aufgaben lieber auf herkömmliche Art rechnen	+0,58	2,90	1,33
29) Nur bei langwierigen Rechnungen bringt der TI 92 Vorteile, sonst ist er eher hinderlich	+0,50	3,36	1,16
39) Manche Beispiele verstehe ich besser, wenn ich diese zunächst händisch rechne	+0,45	2,60	1,26
41) Was der TI 92 gegenüber dem Taschenrechner mehr leistet, wird durch die kompliziertere Handhabung aufgehoben	+0,43	3,51	1,24
13) Ich muß mich neben dem eigentlichen Stoffinhalt nun auch noch auf den Umgang mit dem TI 92 konzentrieren	+0,41	2,57	1,32
32) <i>Durch das Nachdenken über die Handhabung des TI 92 werde ich öfters vom eigentlichen mathematischen Problem abgelenkt</i>	+0,41	3,14	1,27
22) <i>Ich bin in der Vorbereitung auf Prüfungen und Schularbeiten durch den TI 92 behindert</i>	+0,38	4,12	1,03

Skala "*Minderung der mathematischen Kenntnisse*"

(MIN: $\hat{A} = 0,65$, $r_{20} = 0,88$; min (ohne Item 18 und 42): $\hat{A} = 0,55$, $r_{20} = 0,89$)

Mit den 5 Items dieser Skala wird die Minderung mathematischer Kenntnisse thematisiert. so äußern die Schüler, daß sie nicht mehr so gut im Kopfrechnen sind und versäumten Stoff nur schwer nachholen können. Weiters wird angesprochen, daß die Lehrer mehr Erklärungen geben sollten und die Schüler beim Lösen von Beispielen ohne TI 92 Schwierigkeiten haben.

	Ladung	AM	SD
15) Seit wir den TI 92 verwenden, habe ich Schwierigkeiten, wenn ich Beispiele ohne dieses Gerät lösen soll	+0,61	3,17	1,30
6) Seit wir den TI 92 verwenden, kann ich nicht mehr so gut Kopfrechnen	+0,56	2,91	1,40
11) Da ich beim TI 92 oft nur eine Formel eintippe und das Ergebnis abschreibe, frage ich mich manchmal, wo da der Sinn sein soll	+0,42	3,28	1,41

Fortsetzung der Liste.

	Ladung	AM	SD
42) <i>Wenn ich Mathematikstunden versäumt habe, dann ist es für mich schwierig, den Lernstoff nachzuholen</i>	+0,36	2,81	1,33
18) <i>Eigentlich wäre es mir lieber, wenn unser Lehrer mehr Erklärungen zu den Rechenbeispielen geben würde</i>	+0,32	2,73	1,29

Die folgenden 9 Items sind aufgrund der faktorenanalytischen Ergebnisse keiner der vier oben beschriebenen Skalen zuzuordnen und werden auf Itemebene ausgewertet:

- 2) Die Fehlermeldungen des TI 92 sind so ungenau, daß ich immer wieder den Lehrer fragen muß
- 5) Erst wenn ich den Stoff schon beherrsche ist es sinnvoll, mit dem TI 92 zu arbeiten
- 7) Die Fehlermeldungen des TI 92 ermöglichen mir in den meisten Fällen ein Auffinden der Fehlerursache
- 14) In Mathematiklehrbüchern sollte mehr Rücksicht auf die Verwendung des TI 92 genommen werden
- 19) Eigentlich ist es sinnlos, mathematische Berechnungen auch noch von Hand durchzuführen, wenn ohnehin der TI 92 sie lösen kann
- 33) Der Vorteil des TI 92 liegt vor allem in der Möglichkeit der grafischen Darstellung von Funktionen
- 37) Seit wir die Berechnungen mit dem TI 92 durchführen, machen wir im Mathematikunterricht mehr Theorie
- 38) Die Mathematiklehrbücher sollten auch eine Schreibweise für Formeln enthalten, die ich direkt in den TI 92 eintippen kann
- 43) Wenn ich einen Lernstoff nachlernen möchte, dann kann mir dabei nur mein Lehrer oder ein Mitschüler helfen, weil sonst kaum jemand mit dem TI 92 vertraut ist

9.2.2 Flächentransformation der Rohwerte (Standardisierung)

Die Rohsummenwerte der Skalen werden in Neunpunktwerte (Stanine) transformiert, um die Daten im Hinblick auf inferenzstatistische Analysen der Normalverteilung anzunähern. Wie aus Tabelle 32 hervorgeht, erhalten die 1,8 % der Personen mit den niedrigsten Rohwerten den Staninewert 1. Den Wert 2 erhalten die folgenden 4,9 %, das entspricht der Differenz von 6,7 und 1,8. Den Staninewert 9 erhalten schließlich jene 1,8 % Schüler, die die höchsten Rohwerte erzielen. Eine so standardisierte Skala ergibt einen theoretischen arithmetischen Mittelwert von 5,00 und einer Standardabweichung von 1,67.

Tabelle 32
 Normentabelle für die vier Skalen bezüglich der Einstellungen und Erfahrungen
 von Schülern hinsichtlich des Einsatzes des TI 92 im Mathematikunterricht

Stanine	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kumulierte Prozente	1,8	6,7	18,4	38,2	61,8	81,6	93,3	98,2	100,0
Skala INT (14 Items)	0-5	6-10	11-17	18-25	26-32	33-38	39-45	46-50	51-56
Skala ENT (6 Items)	0-4	5-7	8-10	11-12	13-15	16-17	18-19	20-22	23-24
Skala ZUS (9 Items)	0-3	4-7	8-10	11-14	15-19	20-24	25-28	29-32	33-36
Skala MIN (5 Items)	0-1	2-3	4-6	7-8	9-11	12-14	15-16	17-19	20
Skala int (9 Items)	0-8	9-10	11-13	14-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-36
Skala ent (5 Items)	0-3	4-5	6-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20
Skala zus (6 Items)	0-2	3-4	5-7	8-10	11-13	14-17	18-20	21-22	23-24
Skala min (3 Items)	0	1	2	3-4	5-6	7-8	9-10	11	12

9.3 Liste der schriftlichen Schüleräußerungen (MIT/SFB 98 Frage 7)

Auf den folgenden Seiten befindet sich die vollständige Liste der Schüleräußerungen auf die offene Frage 7: "Welche Probleme treten auf, wenn Du mit dem TI 92 arbeitest? Beschreibe bitte möglichst genau, wo Du im Umgang mit dem Gerät Schwierigkeiten hast. Denke dabei an die Bedienung des TI 92, die Umsetzung von Formeln für die Eingabe, an die Ausgabe der Ergebnisse usw."

Frage 7	Insg.	7.	9.	10.	11.
N-Fragebogen	1055	207	356	373	119
davon Mädchen	431	78	122	183	48
N-Ohne Äußerung	215	24	83	68	40
davon Mädchen	86	9	32	31	14
N-Auswertbar	840	183	273	305	79
davon Mädchen	345	69	90	152	34
N-Kodierungen	2222	448	686	896	192
davon Mädchen	984	199	253	456	76

Diese Frage beantworteten 840 Schüler, davon 345 Schülerinnen, und es wurden im Durchschnitt 2,6 bzw. 2,9 Äußerungen abgegeben. Bei den Haupt- und Subkategorien sind in Klammer in Promille die Anzahl der Schüler angegeben, die zu dieser Kategorie mindestens eine Stellungnahme abgaben und nach dem Strichpunkt die Promille hinsichtlich der Schulstufen in der Reihenfolge 7., 9., 10., und 11. Schulstufe.

1. ZUR HANDHABUNG DES TI 92

1.1 Komplexität der Bedienung (307/357;366,256,331,253)

- 1101 Bedienungskomfort: Teilweise umständlich (Cursorbewegung im Menü); wenige Hotkeys! (1/0;0,0,0,13)
- 1103 Durch das unübersichtliche und nichterklärte Menü ist die Bedienung für Nicht-Informatiker wesentlich schwieriger (1/0;0,0,3,0)
- 1104 Ich kann nicht so gut mit dem TI umgehen, und das Programm macht mir noch Schwierigkeiten/verwirrt mich (2/6;0,4,3,0)
- 1107 Nicht bedienungsfreundlich/unübersichtlich (8/6;0,15,10,0)
- 1108 Oft muß man hunderttausend Sachen umstellen, um erst zu rechnen anfangen zu können (z.B. Formel; groß A, klein a eingeben), da bin ich schneller, wenn ich ohne TI arbeite (4/3;0,0,10,0)
- 1109 Umständliche/komplizierte Bedienung/Handhabung/einfachere Bedienung wäre notwendig (33/29;44,29,33,25)
- 1110 Umständlich: Mit F6 immer umschalten; (sensitive und insensitive Option bei Eingabe); immer auf anderen Modus umschalten (1/0;0,0,3,0)
- 1111 Oft muß man früher (in VAR-LINK) abgespeicherte Variablen wieder löschen, bevor man mit dem Rechnen beginnen kann (7/14;5,7,10,0)
- 1112 Probleme bei der richtigen Einstellung im Menü, Probleme mit den MODE-Einstellungen (38/49;33,4,66,63)
- 1113 Man muß manchmal sehr lange im WINDOW spielen, um den Graph zu finden/den gewünschten Befehl zu erreichen (19/32;22,0,36,13)
- 1114 Abkürzungen sind etwas verwirrend, man hätte sich bestimmte Tasten ersparen können. Außerdem sind manche Funktionen nur über Tastenkürzel zu erreichen - nicht direkt über Menü (1/0;0,0,3,0)
- 1115 Die Bedienungsanleitung ist zu kompliziert/umständlich (zu großer Umfang) (48/58;44,55,43,51)
- 1116 Die Anzahl der Optionen bei der Bedienung des TI ist manchmal unübersichtlich/zu viele Optionen (6/6;5,4,7,13)
- 1117 Man muß sich genau auskennen, um den TI bedienen zu können (2/6;0,0,3,13)
- 1118 Manchmal Probleme in der Graphikeinstellung; zu komplex (11/14;27,7,3,13)
- 1119 Es ist umständlich, weil man bei Bruchzahlenergebnissen nicht einfach nur ENTER drücken kann (6/6;22,0,3,0)
- 1120 Bei den WINDOW-Einstellungen gibt es oft Probleme/Die WINDOW-Einstellungen sind teilweise unverständlich/Schwierigkeiten, das WINDOW richtig einzustellen - sollte automatisch gehen (64/104;38,26,121,38)
- 1121 Viele Formeln und eigentliche Hilfen erleichtern überhaupt nichts und bringen eher Probleme beim Lernen und beim Merken der Schritte (2/3;0,4,3,0)
- 1122 Der y-Editor kommt mir etwas zu komplex vor (10/6;22,7,3,13)
- 1123 Manche Tastenbelegungen sind kompliziert/Doppelbelegung der Tasten (13/17;11,15,10,25)
- 1124 Programm-Editor ist zu kompliziert und das Handbuch nicht in allen Fällen klar (69/58;137,99,16,13)
- 1125 Wenn wir etwas gemeinsam im Unterricht am TI rechnen, kann es passieren, daß jeder andere Einstellungen hat. Dann wird es schwierig (1/3;0,4,0,0)
- 1126 Man muß aufpassen, daß die Variablen noch nicht im TI eingespeichert sind (1/3;0,4,0,0)
- 1127 Display manchmal unübersichtlich (1/3;0,0,3,0)
- 1128 Um in verschiedene Menüs zu gelangen, ist manchmal ein langer Weg über viele Ecken nötig (4/3;5,4,0,13)
- 1129 Lineare Optimierung nur auf Umwegen lösbar (2/3;0,7,0,0)
- 1130 Intersection (2/6;0,7,0,0)
- 1131 Übersicht über die zu vielen vorhandenen Programme (4/9;0,7,3,0)
- 1132 Zoomen ist oft umständlich! (5/6;5,0,10,0)
- 1133 Data-Matrix-Editor schwer zu verstehen (8/9;27,4,3,0)
- 1134 Beim Speichern und wieder Zurückholen (1/3;5,0,0,0)
- 1135 Es ist sehr kompliziert, wegen der vielen Klammern, die man bei jeder Rechnung setzen muß. Ich müßte alles genauer und langsamer erklärt bekommen, dann würde ich mir sicher leichter mit dem TI- 92 tun (2/6;0,0,7,0)
- 1136 Programmiersprache im program-editor zu kompliziert (4/0;5,4,3,0)
- 1137 Manchmal weiß ich nicht welche Befehle (SOLVE, EXPAND, UNIT) anzuwenden sind. Ich vertausche sie oft (12/26;5,18,10,13)
- 1138 Bei den meisten Sachen (außer beim normalen Rechnen) weiß ich nicht, wie man es nachher wieder löschen kann (1/3;5,0,0,0)
- 1142 Ich kenne nicht alle Menü- und Tastenbezeichnungen/Funktionen des TI (5/12;0,0,13,0)
- 1139 Es ist schwierig, sich die Tastenbelegung zu merken, zwar gibt es ein Feld, wo die meisten Tasten draufstehen, nur dauert dies wiederum sehr lange, bis man es "aktiviert"! (1/3;0,4,0,0)

- 1140 Man weiß am Anfang nicht, ob die Funktionen, die man eingibt, richtig sind. Es ist auch so, daß man nicht weiß, wo der blöde Taschenrechner ganz normale Rechnungen löst, bis man da drauf kommt, ist man alt (1/3;0,4,0,0)
- 1143 Viele verschiedene Möglichkeiten, die einem einmal kurz erklärt werden (bzw. erwähnt werden) und das muß man dann alles können. Man muß beim TI für $y=$ und HOME-Fenster verschiedene Formeln lernen (1/0;0,0,3,0)

1.2 Probleme mit englischen Fachwörtern (104/99;197,73,85,63)

- 1201 Ausführungsbefehle in Englisch kann ich meistens nicht übersetzen/verstehe ich nicht (29/32;87,18,10,0)
- 1203 Bedienerunfreundlich, weil Befehle in Englisch (5/0;16,0,0,13)
- 1204 Befehle nicht leicht zu merken/lernen, wegen englischer Wörter (6/9;27,0,0,0)
- 1205 Englische Beschreibungen (13/6;27,11,10,0)
- 1206 Text (englisch) - sollte Deutsch sein, damit der TI auch in niedrigen Jahrgängen eingesetzt werden kann; eventuell auch in der Hauptschule (2/0;0,0,7,0)
- 1207 Die ganzen Befehle auf dem TI/das ganze Programm sollte in deutscher Sprache sein (23/20;33,18,20,25)
- 1208 Fehleranalyse sollte in deutsch sein (33/32;5,37,49,25)
- 1209 MIT-OPERATOR (1/0;5,0,0,0)
- 1210 Deutsche Version wäre sehr sinnvoll, weil wir in Englisch auch nicht mit französischen Büchern arbeiten müssen (1/0;0,0,3,0)
- 1211 Die Bedeutung der englischen Begriffe (z.B. DOT P/UNIT V) sollte erklärt werden (5/9;0,15,0,0)
- 1212 Da alles in Englisch ist, muß man manchmal ein Wörterbuch dabei haben, um zu einer bestimmten Lösung zu kommen (2/0;5,4,0,0)
- 1213 Ich finde, daß englisches, mathematisches Fachvokabular nicht vorausgesetzt werden sollte (1/0;0,0,0,13)

1.3 Probleme mit Syntax und Befehlen (136/171;153,121,161,51)

- 1301 Mit der Wertetabelle, wie ich etwas eintippen muß (Beistrich, Strichpunkt, was für Klammern), welcher Befehl für was gut ist (1/3;0,0,3,0)
- 1302 Befehlsfolge oft schwierig/kompliziert (21/20;16,4,39,25)
- 1304 Zeitweise ist die Syntax (Klammern) bei speziellen Funktionen (FIT, FACTOR) kompliziert/F6-Umschalttaste/definieren von Funktionen (2/3;0,4,3,0)

- 1305 Auch bei neuen Stoffgebieten, bei denen Formeln verwendet werden, die im Rechner schon Abkürzungen haben, muß uns der Lehrer erst deren Eingabe und Wirkungsweise erklären (1/0;0,0,3,0)
- 1306 Graphen oft unlogisch (?) - beim Schneiden von 2 Geraden: SOLVE (right (g[1,1]), right (h[1,1]), s)... (5/12;5,7,3,0)
- 1307 Manchmal kenne ich mich bei verschiedenen schwierigen Techniken nicht aus (2/3;5,4,0,0)
- 1308 Die vielen verschiedenen Formeln verwirren einen total/Probleme mit den Formeln/beim Finden der Formeln im TI (10/14;11,7,13,0)
- 1309 Ich verstehe (FOR-) Befehl(e) für den TI nicht (4/6;5,0,7,0)
- 1310 Bei manchen Funktionen des TI ist der Syntax ziemlich kompliziert (12/12;11,22,7,0)
- 1311 Manchmal verstehe ich den Sinn der Eingaben nicht (12/14;11,15,13,0)
- 1312 Die Formeln umzusetzen, das ist sehr schwer, ojee!/schwierige Formeln (18/38;16;18,23,0)
- 1313 Das Handbuch sollte mehr/überhaupt Beispiele/Beschreibungen für den TI haben (6/6;5,4,10,0)
- 1314 Die Formeln haben meist einen ganz anderen Namen zB. DOT P; deswegen ist es schwer, sie immer richtig zuzuordnen (5/6;0,7,7,0)
- 1315 Ich weiß absolut nicht, wofür man den Befehl DOT P braucht, da ich in dieser Stunde nicht anwesend war und es nur noch angewendet, nicht mehr erklärt wurde (1/0;0,4,0,0)
- 1316 Mir sind die verschiedenen Befehle, sowie die Programme unklar (2/6;0,4,3,0)
- 1317 Selbständige Umformungen von Formeln (6/6;11,0,10,0)
- 1318 Ungenaue TRACE-Funktion im Graph-Fenster - Eingabe von Y-Werten nicht möglich - Absturz bei $x/x=x$ (1/0;0,0,3,0)
- 1319 Teils die math. Gedanken in TI-Sprache umzusetzen (7/6;5,11,7,0)
- 1320 Die kurzen Formeln für den TI - Sinn des Rechengangs (1/3;0,0,3,0)
- 1321 Das Handbuch könnte mit den mathematischen Bereichen in Zusammenhang gebracht werden, wo sich einzelne Applikationen des TI nützen lassen (1/0;0,0,3,0)
- 1322 Meine Probleme, daß ich mit den indirekten und direkten Rechnungen und graphischen Darstellungen dieser Beispiele nicht zurechtkomme (1/0;5,0,0,0)
- 1323 Ich kenne mich mit Tabellen nicht aus (1/0;5,0,0,0)
- 1324 Das Logarithmus-Kapitel ist von den Formeln her, die man in den Rechner eingibt, schwer zu verstehen (4/6;0,0,10,0)
- 1325 Bei Zinsrechnungen (Prozent) kann mir der Rechner nicht behilflich sein (1/0;5,0,0,0)

- 1326 Wenn man z.B. mit Zinsen rechnet, könnte man im y-Editor andere Zahlen einsetzen (1/0;5,0,0,0)
- 1327 Die Befehle sollten übersichtlicher erklärt werden (1/3;0,4,0,0)
- 1328 Es gibt zu viele Sonderbefehle, die man lernen muß, denn sonst kann man ihn nicht bedienen. Es gibt sooo viele, was soll man alles noch lernen!? (1/3;5,0,0,0)
- 1329 IF-Schleifen zu viele - ELSE, TRY... (1/0;5,0,0,0)
- 1330 Das Nachrechnen und überprüfen mit dem TI fällt mir oft schwer (1/3;5,0,0,0)
- 1331 Die Formeln sind schwierig zu merken, weil wir sie auch nicht gut aufschreiben (17/20;33,18,3,25)
- 1332 Manche Befehlsnamen sind zu lange (1/0;0,4,0,0)
- 1333 Wenn man den Syntax nicht genau auswendig kann, treten Fehler in der Ausgabe oder Fehlermeldungen auf (1/0;0,4,0,0)

1.4 Schwierigkeiten beim Erinnern der Bedienungsweise (23/26;38,11,26,13)

- 1402 Nach einer längeren Unterbrechung des Unterrichts treten oft Probleme mit der Bedienung auf (2/6;0,0,7,0)
- 1403 Ich vergesse oft, Befehle einzugeben (4/0;5,0,3,13)
- 1404 Ich vergesse oft, was die verschiedenen Funktionen wie NORM, DOT P, usw. überhaupt ausrechnen (2/0;0,7,0,0)
- 1405 Ich habe manchmal Probleme, wenn ich eine Funktion längere Zeit nicht eingegeben habe, sie dann wiederzufinden/wiederzuerinnern (5/9;5,4,7,0)
- 1406 Es gibt so viele Möglichkeiten, mit dem TI zu arbeiten, daß man manche davon vergißt (2/0;5,0,3,0)
- 1407 Oft Probleme, die Rechenschritte im Heft zu notieren und dann später nachzuvollziehen (1/0;0,0,3,0)
- 1408 Meistens hat man dann zu Hause das neu gelernte vergessen. Entweder muß man dann die Hausübung abschreiben oder im Anleitungsbuch nachlesen (1/3;5,0,0,0)
- 1410 Mir fallen Sachen meistens nicht ein und ich muß den Lehrer um Hilfe fragen (1/3;0,0,3,0)
- 1409 Ich habe ein Beispiel bei der Schularbeit auslassen müssen, weil mir eine Funktion nicht eingefallen ist (1/3;5,0,0,0)
- 1411 Z. B. 1 muß man 4/4 schreiben, was ich oft vergesse (1/3;5,0,0,0)
- 1412 Ich kann, wenn ich schon mehrere Ausdrücke des TI im HOME-Modus unter F2 Algebra kennengelernt habe, nicht mehr genau unterscheiden, welcher Befehl wofür steht (1/0;5,0,0,0)

1.5 Anfangsschwierigkeiten (37/64;38,33,36,51)

- 1501 Es muß ein Grundwissen bestehen, doch ich glaube nicht, daß es ein Problem ist, eines zu erlangen. (Grundwissen, um die Eingabe zu managen) (5/3;0,4,7,13)
- 1502 Ich glaube, der TI braucht einfach ein bißchen Übung für die richtige und schnelle Handhabung/läßt sich schnell lernen (4/6;5,0,7,0)
- 1503 Manchmal gibt es vielleicht am Anfang Probleme, aber das ändert sich mit der Zeit (18/35;22,26,7,25)
- 1506 Anfangs Schwierigkeiten mit der Graphik (1/3;5,0,0,0)
- 1507 Keine Möglichkeit des effektiven Selbsttrainings (1/0;0,0,0,13)
- 1508 Jetzt kenne ich mich schon besser aus als am Schulanfang, aber es kommt schon noch oft vor, daß ich etwas vertausche (2/3;0,7,0,0)
- 1509 Jetzt habe ich eigentlich keine Probleme mehr im Umgang mit dem TI. Am Anfang störte mich am meisten, daß so oft ERROR aufschien und ich nicht wußte, wo der Fehler lag. Meistens stimmte etwas bei der Zeichensetzung nicht, es fehlte eine Klammer, ein Beistrich o. ä. Aber sobald man sich an die Bedienung gewöhnt hat, treten auch hier keine Probleme auf (1/3;0,0,3,0)
- 1510 Meist weiß ich nicht, wie ich eine Rechnung anpacken soll, doch wenn man mir beim 1. Schritt hilft, ist der weitere Rechenweg kein Problem mehr für mich (2/6;0,0,7,0)
- 1511 Nach 3-4 Beispielen ist es dann schon leicht (Eingabe...) (2/6;5,0,3,0)
- 1512 Man muß sich natürlich umstellen, von einem kleinen Taschenrechner (mit +,-,*, / - sonst nichts) auf den TI (4/6;11,4,0,0)
- 1513 Für verschiedene Themenbereiche die Sonderzeichen zu finden, war zu Beginn schwierig (1/3;0,0,0,13)
- 1514 Wir haben den Stoff zu genau und viel zu viel am Anfang durchgemacht (1/3;5,0,0,0)
- 1515 Wenn man nach der ersten Zeit das wichtigste kann, ist es schon ein Vorteil und der Unterricht wird auch interessanter (1/3;5,0,0,0)
- 1517 TABLE-SET (x-min, x-max,...): man weiß manchmal nicht, wo man welche Werte einsetzen muß - Übungssache! (2/6;0,4,3,0)

1.6 Schwierigkeiten bei der Eingabe (204/246;202,183,223,203)

- 1601 Ich weiß manchmal nicht, wo ich die Formeln eingeben muß (1/0;5,0,0,0)
- 1602 Z. B. bei der Schularbeit ist man meist sehr nervös, es ist ausgesprochen leicht, hier einen Tippfehler zu machen (1/3;5,0,0,0)
- 1603 Syntaxfehler (2/3;0,4,3,0)

- 1604 Umfangreiche Gleichungssysteme mit 3, 4, 5, ... Unbekannten/Ungleichungen sind schwierig zu lösen (8/0;0,0,10,51)
- 1605 Schwierigkeiten mit den Formeln, die man im y-Editor eingeben muß. Das Problem liegt darin, daß ich manchmal die Formeln nicht verstehe, weil sie im Mathematikbuch nicht vorhanden sind (1/0;5,0,0,0)
- 1606 Logikfehler des Benutzers (1/0;5,0,0,0)
- 1608 (Bei Vertippen) kann man nur sehr schwer den Fehler finden/korrigieren (4/6;11,0,3,0)
- 1609 Vertippt man sich, kann man von vorn anfangen (zumindest mit unserer Tastatur) (6/9;5,0,13,0)
- 1610 Eigenartige/komplizierte/mühsame/umständliche Eingabe (z. B. von Vektoren, Formeln, Programmen,...) (83/93;44,106,102,25)
- 1611 Öfters Probleme bei der Eingabe von Beispielen wegen Klammern (61/81;82,29,72,76)
- 1614 Ich habe Probleme, die richtigen Werte bei table set einzugeben (2/6;0,4,3,0)
- 1615 Probleme bei der Eingabe von neuen Programmen (1/3;0,0,3,0)
- 1616 Ich habe meist Schwierigkeiten dabei, die richtige Formel einzutippen. Es ist sehr schwer für mich eine Formel logisch zu bilden (2/6;5,0,0,13)
- 1617 Tabellen- und Graphikeingaben verstehe ich überhaupt nicht (7/14;33,0,0,0)
- 1618 Ich bin mit der Form, in der man Formeln eingeben muß nicht vertraut und habe dadurch nicht wirklich einen Vorteil durch den TI, weil ich vieles trotzdem händisch rechnen muß (1/3;0,0,3,0)
- 1619 Manchmal bei den Formeln, aber das ist eher Lehrersache (1/0;5,0,0,0)
- 1620 Da beim Eintippen häufig Fehler auftreten und sie nicht genau gekennzeichnet werden, ist es oft schwierig, im Unterricht noch gut mitzukommen (4/3;0,4,7,0)
- 1621 Wenn ich ein Beispiel rechne, denke ich oft, daß es leicht ist, doch es kommt etwas Falsches raus, weil ich mich vertippt habe (2/3;0,4,3,0)
- 1622 Darstellung im Buch ist anders als die Eingabe am TI (12/20;5,11,10,38)
- 1623 Oft weiß ich zu Hause nicht genau, wie ich Angaben in den TI eingeben soll, damit ein richtiges Ergebnis herauskommt (1/3;0,4,0,0)
- 1624 Man muß wirklich sehr oft aufpassen, was man eintippt, es können sehr leicht Fehler unterlaufen (10/9;22,7,7,0)
- 1625 Ich kann Beispiele theoretisch lösen, weiß aber nicht, wie ich das in den TI eingeben soll (1/3;0,4,0,0)
- 1626 Formeln sind am TI manchmal komplizierter einzugeben als im wirklichen Leben (1/0;0,0,3,0)
- 1627 Ich würde nie selber auf eine bestimmte Eingabe kommen, das muß mir vorgegeben werden (1/3;0,0,3,0)
- 1628 Bei längeren Rechengängen (Tippfehler) (19/23;22,22,20,0)
- 1629 Selten kommt es vor, daß nach ENTER MISING () erscheint (1/3;0,0,3,0)
- 1.7 Erhöhter Zeitaufwand bei Eingabe und bei Verarbeitung (120/113;71,165,125,63)**
- 1701 Ein wenig schwierig, wenn man eine Formel nicht weiß, braucht man z.B. mehr Zeit für ein Beispiel (1/0;5,0,0,0)
- 1702 Dauert viel länger als mit herkömmlichem Taschenrechner (2/0;0,7,0,0)
- 1703 Es ist zu langsam/dauert zu lange (15/9;0,18,26,0)
- 1704 Das Zeichnen von Graphen dauert meist sehr lange (13/17;33,15,3,0)
- 1705 Zeitaufwand bei der Eingabe (17/14;5,33,10,13)
- 1706 Teilweise sehr umständlich, man ist händisch schneller (15/26;11,29,7,13)
- 1707 Dauert manchmal ziemlich lange um auf Fehler draufzukommen (12/20;0,15,16,13)
- 1708 Langes Laden großer Programme. Keine Unterordner (4/0;0,11,0,0)
- 1709 Das Dokumentieren ist ein Problem/ist lästig für mich/bei Schularbeiten/zeitaufwendig (18/20;5,26,20,13)
- 1710 TI-Basic könnte schneller sein (1/0;0,4,0,0)
- 1711 In der Geometrie geht es bestimmt leichter, Figuren händisch zu zeichnen, weil das Anvisieren von Punkten oder Verschieben von Geraden noch zu langwierig ist (1/0;0,4,0,0)
- 1712 Lange Rechenzeiten (11/0;0,7,23,0)
- 1713 Am Table verliert man beim Blättern viel Zeit (1/0;0,0,3,0)
- 1714 Rückrechnungen brauchen länger als die einfachen Berechnungen (Graph, F3, TRACE, Cursorstaste) (1/0;0,0,3,0)
- 1715 (Während der Schularbeit) ist der Cursor viel zu langsam zu bewegen (4/3;5,7,0,0)
- 1716 Der Joystick ist etwas zu langsam (4/0;0,7,3,0)
- 1717 Zeitaufwendige Umformung, um Wurzel der 3. zu lösen (1/0;0,0,3,0)
- 1718 Einstellungen dauern zu lange (1/3;5,0,0,0)
- 1719 Durch ungenaue Angaben über die genaue Eingabe in den TI kommt es oft zu Mißverständnissen und die Beispiele können nicht gelöst werden - unnötiger Zeitaufwand (1/3;0,0,3,0)
- 1720 Manchmal ist der Lehrer ein bißchen zu schnell für mich, wenn wir am TI arbeiten, aber wenn ich Probleme habe, hilft er mir, diese zu lösen (2/0;0,4,0,13)

1721 Der Lehrer macht so schnell weiter, wenn einige den Umgang begriffen haben, daß andere gar nicht mehr mitkommen/erklärt nicht mehr so genau (12/17;5,7,23,0)

1.8 Wünsche nach bedienerfreundlicherer Ausstattung (144/81;131,139,161,127)

1801 Mouse wäre von Vorteil/sinnvoll (1/0;0,0,3,0)

1802 kein Farbdisplay (6/0;5,0,10,13)

1803 keine "y-te Wurzel aus x"-Taste/kann man nicht/nur umständlich eingeben (man muß immer (...) hoch 1/2 eingeben (13/14;0,4,30,13)

1804 Keine "Shortcuts" mit Rautentaste (oder zumindest zu wenige) (1/0;0,0,0,13)

1805 Die Handhabung von Graphiken und Tabellen sollte verbessert werden (4/6;11,0,3,0)

1806 Man kann im Geometrie-Editor nicht auf einen anderen Platz der Seite wechseln, sondern kann nur in dem, von Anfang an zugeteilten Rechteck zeichnen/läßt sich nicht mehr verschieben (2/0;11,0,0,0)

1807 Die [] sollten nicht nur mit 2nd ansprechbar sein/Oft wichtige Tastenfunktionen auf 2nd - Taste (2/0;0,7,0,0)

1808 Er kann im 3D-Fenster jeweils nur ein Objekt zeichnen! (1/0;0,0,0,13)

1809 Verbessert werden sollte die Kommunikation mit dem PC, denn auch dort sollten Programme geschrieben und ausgeführt werden können (2/0;0,4,3,0)

1810 Table merkt sich schon berechnete Werte beim Scrolling nicht, sondern berechnet sie neu (noch einmal) - großer Fehler (2/3;5,0,3,0)

1811 Schreibt keine Großbuchstaben im Historybereich (4/0;16,0,0,0)

1812 Es sollten die wichtigsten Formeln der Mathematik, Physik über eine Taste abzurufen sein (4/0;5,7,0,0)

1813 Wenn man Variablen z.B. a, c, x eingibt, ordnet er sie alphabetisch, das ist echt ätzend (1/0;5,0,0,0)

1814 Man kann selbst programmierte Programme nicht direkt aus dem "Programmier-Bildschirm" starten (1/0;5,0,0,0)

1815 Mein Wunsch wäre eine 2. Diamond-Taste/2. 2nd-Taste im Bereich der Zahlen, also auch rechts diese Taste (5/9;0,0,13,0)

1816 Wichtige Daten zu leicht löschar (3-Tastenkombination) - Man sollte ein Passwort festlegen können (2/0;0,0,3,13)

1817 Die 2nd-Taste ist für meine Begriffe etwas zu klein geraten, obwohl sie doppelt vorhanden ist (1/0;0,0,3,0)

1818 Ein Sperrprogramm für den Computer mit Passwort versehen, sollte installiert werden, um kindischen Mitschülern die Chance auf die Benutzung des Rechners nicht zu ermöglichen. Einige geben nämlich nicht nette Namen als Folder an oder laden Mitschülern mittels des VAR-LINK-Kabels Programme hinüber, die oft schwierig zu entfernen sind, um ungestört arbeiten zu können (1/0;0,0,3,0)

1819 Es ist nicht möglich, Untermenüs mit TOOLBAR...ENTBAR und den Befehlen ITEM und TITLE zu programmieren wie z.B. F2, F9, da gibt es noch ein Untermenü (1/0;0,0,3,0)

1820 Die gängigen Zeichen sollten am Tastenfeld noch mehr vorhanden sein/fehlende Tastenbeschriftung (1/0;0,4,0,0)

1821 Das %-Zeichen fehlt auf der Tastatur (4/3;0,11,0,0)

1822 Am Rechner sollte eine Funktion beige stellt werden, die Dateien die man löscht, kurz speichert, wie im WINDOW 95 (Papierkorb) (4/6;0,4,7,0)

1823 Man sollte eine deutsche Tastatur einbauen (2/0;5,0,3,0)

1826 Es ist nicht möglich, zwischen den Foldern Verknüpfungen zu erstellen. So muß man Funktionen etc. unnötig kopieren und verliert so Speicherplatz (1/0;0,0,0,13)

1827 Im y-Editor kann man nur die Variablen x und y verwenden. Dadurch wird das Umdenken manchmal kompliziert (2/3;5,4,0,0)

1828 Leider braucht man für die Berechnung mancher Beispiele Formeln, welche jedoch nicht im TI enthalten sind (1/3;0,4,0,0)

1829 Der Programm-Editor ist zu einfach, mehr Befehle müßten für bessere Programme vorhanden sein (1/0;5,0,0,0)

1830 Die Rechenmöglichkeiten des TI sollten noch verbessert werden (z.B. Ungleichungsfunktionen), denn manche Funktionen kann der TI mit dem SOLVE-Befehl nicht adäquat lösen (1/0;0,0,3,0)

1831 R3 nicht graphisch darstellbar (4/6;0,11,0,0)

1832 Kopieren (1/3;0,4,0,0)

1833 Lange Formeln wie z.B. der Sigma-Befehl sollten fix programmiert sein (1/0;0,0,0,13)

1834 Man kann keine Variablen aus einem Programm heraus am Homescreen anschreiben (1/0;0,0,0,13)

1835 Beim Rechnen mit Logarithmen passiert es mir öfter in der Eile, daß ich "lg" für den dekadischen Logarithmus suche, bis mir einfällt, daß der Befehl "log()" eingetippt werden muß. Eine Taste, wie für "ln" wäre hilfreich!!! (2/3;0,0,7,0)

1836 Befehle, wie DOT P usw. sollte man nicht eingeben müssen (1/0;0,0,3,0)

1837 Manchmal keine Under-Funktion im Texteditor oder Programmeditor (1/0;0,4,0,0)

- 1839 Texteditor sollte besseren Zeilenbruch haben, manche Sonderzeichen sind schwer erreichbar (1/0;0,4,0,0)
- 1841 Tastaturbelegung umständlich (F6, bevor ich bei Eingabe mit Cursor fahren kann) (1/0;0,4,0,0)
- 1842 Manchmal vertippe ich mich, weil es eine andere Tastatur wie beim PC ist. Y und Z sind vertauscht (2/3;0,4,3,0)
- 1843 Der Texteditor ist sehr kompliziert (1/0;0,4,0,0)
- 1844 UNIT V oder DOT P kann man nicht händisch eintippen (1/0;0,4,0,0)
- 1845 Mehr Funktionen, damit die Eingabe erleichtert wird (1/0;0,0,3,0)
- 1846 Es wäre wichtig, die Eingabeform besser zu dokumentieren, z.B. daß bei SOLVE steht, daß man nach Ende der Eingabe angeben muß, was man lösen will (1/0;0,4,0,0)
- 1847 Es ist nicht möglich, Logarithmen schnell und einfach auszurechnen (langwieriges, händisches Umformen) (2/3;0,0,7,0)
- 1848 Löst keine Logarithmusgleichungen und vereinfacht Logarithmen nicht vollständig auf viele einfache LOG (2/3;0,0,7,0)
- 1849 Wenn man z.B. 3/5 eingibt, bringt er als Antwort 3/5. Ich muß erst ENTER drücken, damit er die genaue Lösung anzeigt (4/0;11,0,3,0)
- 1850 Wenn man einen Bruch eingibt, wandelt der TI mit ENTER diesen um, aber umgekehrt macht er es nicht (2/0;5,0,3,0)
- 1851 Ich würde mir wünschen, daß der TI mehrere Arten anzeigt (z.B. bei Brüchen) und man wählt dann die richtige aus (1/3;0,0,3,0)
- 1852 Wenn ich jetzt ein Programm schreibe, sollten die Ergebnisse des Programms nicht im 10.Fenster (Ausgabefenster) stehen, sondern gleich im Hauptfenster (1/0;0,4,0,0)
- 1853 Er macht nicht immer das, was ich will! Einmal funktioniert es, daß man andere Programme im selben FOLDER aufruft, ein anderes mal muß man den Folder angeben (2/3;0,0,7,0)
- 1854 Zweitbelegung der Tastatur fehlt - oft Rechenfehler (1/0;0,0,0,13)
- 1855 Die Bildschirmauflösung ist mangelhaft/noch zu ungenau (11/0;0,11,16,13)
- 1856 Kein Druckeranschluß (5/0;5,4,3,13)
- 1857 Die Beschränkung auf 30 Ausgaben im HOME-Fenster ist sinnvoll, allerdings sollte eine Warnung erscheinen, daß Gleichungen und Rechnungen durch die 31. Eingabe gelöscht werden (1/0;0,0,3,0)
- 1858 Schwierigkeiten beim Erkennen der gesamten Funktion. Die Funktion wird nur teilweise oder zu ungenau dargestellt-Unkenntnis, ob vergrößert oder verkleinert werden muß (1/0;0,0,3,0)
- 1859 Es sollte eine bessere "Hilfe"-Option geben/keine Hilfe-Option (8/0;0,18,7,0)
- 1860 Probleme mit dem Ablesen von Tabellen (1/0;0,4,0,0)
- 1861 Programmiersprache nicht komplex genug/es fehlen Befehle, um z. B. auf Zeichen eines String zuzugreifen, man muß oft improvisieren (5;0,5,7,3,0)
- 1862 Es sollte eine Sporttasche geben, wie bei einem Notebook bzw. Laptop/Gerät zu schwer (15/14;33,7,13,13)
- 1863 Es gibt zu wenig Extrasoftware/Spiele (14/3;5,4,26,25)
- 1864 Es gibt zu wenig Gelegenheiten seine Benutzeroberfläche zu gestalten./Man sollte mehr Einfluß auf, und Möglichkeiten zum Anpassen der Programme haben (2/0;0,4,3,0)
- 1865 Eigentlich keine, aber hier Verbesserungsvorschläge fürs Programmieren: Alle nichtvariablen Ausdrücke sollten unter Anführungszeichen gesetzt werden müssen. Es sollte eine Prüfungsmöglichkeit für die Anzahl der Argumente geben und außerdem eine Funktion für das Herausfinden sämtlicher Variablen in einem Ordner. Und sonst: Bitte Einsichtsmöglichkeiten in die Systemfunktionen (1/0;0,4,0,0)
- 1866 Man sollte einen Bildschirm haben, den man auf den TI anschließen kann, da der angebaute Bildschirm etwas klein ist (4/0;5,7,0,0)
- 1867 Ein sehr großer Nachteil ist, daß man die Namen der Variablen nur in VAR-LINK anzeigen kann. Da VAR-LINK nicht sehr komplex ist, wäre es angenehmer, ein eigenes "Variabelverarbeitungsprogramm" zu programmieren (1/0;0,4,0,0)
- 1868 Programme sollten nicht nur "done" anzeigen, sondern einen definierten "string" oder "expr." (1/0;0,4,0,0)
- 1869 Man sollte Unterordner erzeugen können (1/0;0,4,0,0)

2. PROBLEME MIT ERGEBNISSEN

2.1 Mangel an Zwischenschritten (39/38;27,48,39,38)

- 2101 TI formt die Terme in einem Arbeitsgang um - wenn man das händisch Gerechnete vergleichen will, um einen Fehler zu finden, ist das nur schwer möglich (24/26;5,37,26,13)
- 2102 Ich lerne zwar die Reihenfolge der Tasten, die zu drücken sind, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen, aber ich weiß oft trotzdem nicht genau, wie der Computer das eigentlich rechnet, der Rechenweg ist manchmal unklar - das stört mich sehr (1/3;0,0,0,13)
- 2103 Meine Probleme sind: durch das Vertrauen zum Taschenrechner mache ich ältere Fehler oder wenn er Fehler macht, fällt es mir nicht auf (1/3;5,0,0,0)

- 2104 Man sollte ähnlich wie beim *derive* für den PC ein schrittweises Lösen von z.B. Gleichungen ermöglichen (2/0;0,4,3,0)
- 2105 Keiner überlegt sich mehr, wie er auf das vom TI ausgespuckte Ergebnis kommt (4/9;0,7,3,0)
- 2106 Für mich ist es für das Verständnis von Beispielen notwendig, schrittweise vorzugehen. Der TI kürzt dies ab und so wird die Herleitung des Rechengangs erschwert (4/6;0,4,3,13)
- 2107 Manchmal hatte ich Probleme mit den Nachweisen (graphisch) (4/0;16,0,0,0)
- 2108 Bei Anwendung von Formeln ohne Zahlen, wo z.B. dann nur DONE zu lesen ist, fallen mir schwer (1/3;0,0,3,0)
- 2109 Was manchmal stört ist, wenn der TI nach der Eingabe automatisch vereinfacht - nicht nachvollziehbar (5/0;0,7,7,0)

2.2 Schwierig interpretierbare Ergebnisse (65/58;82,44,75,63)

- 2202 Bei exakten Rechnungen oft "dumme" nutzlose Brüche./Ergebnisse werden meist in Brüchen ausgegeben (6/6;22,0,0,13)
- 2203 Die Ergebnisse sind meist unübersichtlich/durcheinander/unverständlich/kompliziert (14/20;11,11,16,25)
- 2205 Nicht so ganz einfach finde ich das Arbeiten mit dem Graphen (z.B. bei manchen Befehlen, mit denen man eine andere Sicht des Koordinatensystems erhält) (1/0;0,0,3,0)
- 2206 Schwierig, auf das richtige Ergebnis bzw. Lösung zu kommen./Oft sehe ich dann im Lösungsheft nach, ob mein Ergebnis richtig ist, doch *derive* liefert mir ein anderes Ergebnis/Ergebnis in anderer Form (4/3;0,4,7,0)
- 2209 Oft muß man mit dem *derive*-Ergebnis händisch weiterrechnen/weiter umwandeln (2/3;5,0,3,0)
- 2210 Die Ausgabe sollte genau geschehen und nicht gleich gerundet (1/0;5,0,0,0)
- 2211 Aufgrund der komplizierten Ergebnisse muß es uns dann erst wieder im Unterricht erklärt werden. Dadurch muß man dann auch vielleicht schwierigeren und komplizierteren Stoff lernen (1/3;5,0,0,0)
- 2212 Schlechte/ungenau Graphik (10/0;0,7,20,0)
- 2213 Es muß darauf geachtet werden, daß Variablen nach jedem Beispiel gelöscht werden - verfälschte Ergebnisse (1/0;0,4,0,0)
- 2214 Probleme habe ich bei Vektorrechnungen, weil der TI nicht darauf eingestellt ist und dann riesige Ausdrücke am Display erscheinen (1/3;0,4,0,0)
- 2215 (In manchen Fällen) nur teilweise oder falsche Lösungen (5/0;0,7,7,0)
- 2216 Man kann auch seinen Ergebnissen nicht immer vertrauen und muß diese auch nachrechnen/nachprüfen (2/3;0,0,7,0)

- 2217 Im Prinzip ist unser kleiner toller TI ein kleiner Computer, man kann Formeln eingeben, die er danach meist so ausspuckt, daß man sie sowieso noch einmal umformen muß, da er nach seinen strengen Regeln vorgeht (1/3;0,0,3,0)
- 2218 Umkehrfunktionen werden oft nicht vollständig angezeigt (1/0;0,0,3,0)
- 2219 Der TI sollte immer zeigen, welche Variablen im Augenblick mit einer Zahl belegt sind, sonst kommt es auch zu falschen Ergebnissen (1/0;0,0,3,0)
- 2220 Oft kommt man auf die Lösung komplexer Beispiele nicht ohne Lehrer - der TI nimmt einem ja das Denken nicht ab (1/0;0,0,3,0)
- 2221 Die Ergebnisse werden oft nicht so ausgegeben, wie man sie braucht/schwer, Ergebnisse in die eigentlich gewünschte Form zu bringen (8/14;22,4,7,0)
- 2222 Ausgabe: verschiedene Ausgabemöglichkeiten (SOLVE, FACTOR, EXPAND, (, ENTER (ENTER y ()) (1/0;5,0,0,0)
- 2223 Bei Ergebnissen schreibt er immer *E hoch x hin (1/0;0,0,3,0)
- 2224 Flüchtigkeitsfehler werden mit dem TI nicht aufgehoben (1/0;0,4,0,0)
- 2225 Ich benötige eher das Ergebnis als diese Ausgabe (true/false), darum sollte man auch durch 2nd ENTRY das Ergebnis erlangen (10/3;16,7,0,38)

2.3 Unzureichende Fehlermeldungen (254/301;98,271,348,190)

- 2301 Die Fehlermeldungen sind manchmal ungenau/unklar/nicht erklärt/verwirrend/kompliziert (232/272;82,231,325,228)
- 2302 Bei Graphen treten ständig Errors und andere Fehler auf (1/0;0,0,3,0)
- 2303 Diverse Fehlermeldungen sind sehr lästig (1/3;0,0,3,0)
- 2304 Zu viele/oft Fehlermeldungen: zB. Error: Syntax, Data Type, Dimension... (21/23;5,48,13,0)
- 2305 Die Fehlermeldungen sind oft schwer zu verstehen und können viele Ursachen haben (5/3;5,4,7,0)
- 2306 Fehlermeldungen: DOMAIN ERROR - Angaben bei disp oder Text, wenn sie zu lange sind (2/0;0,7,0,0)
- 2307 Fehlermeldungen: entweder muß man im Handbuch nachschauen, oder den Lehrer fragen/nur selten ohne Hilfe zu beheben (18/29;0,15,33,13)
- 2308 Öfters treten Fehlermeldungen auf, die ich nicht lösen kann, obwohl ich im Lehrbuch nachschaue (1/0;0,0,3,0)
- 2309 Bei Fehlermeldungen kann es passieren, daß man bei einem "kleinen Fehler" das Beispiel nicht fortführen kann (1/0;0,0,3,0)

- 2310 Probleme treten bei mir nur bei Fehlermeldungen auf. Es ist leicht, wenn eine Klammer zu viel oder zu wenig ist, aber wenn irgend etwas mit undefinierten Variablen oder ähnliches dort steht, kenne ich mich meist nicht aus (4/9;0,0,10,0)
- 2311 Meine Faulheit erlaubt es mir nicht, bei einer Fehlermeldung stundenlang mich mit dem Handbuch zu beschäftigen, daß ich weiß, was der TI schreibt (1/3;0,0,3,0)
- 2312 Kein Problem außer: non-real result und too many arguments/non defined variable, Dimension (6/14;0,7,10,0)
- 2313 Oft tritt beim Eingeben einer Funktion der Begriff UNDEFINED VARIABLE auf und während der Schularbeit hat man schließlich kaum bzw. keine Zeit, diesem Problem nachzugehen (1/3;0,0,3,0)
- 2314 Bei bestimmten Fehlermeldungen könnte ich das Gerät vernichten (1/3;0,0,3,0)
- 2315 Manchmal ist es unangenehm, wenn der TI bei Fehlern wie z.B. TOO FEW ARGUMENTS eine eigene Ausgabe- bzw. Eingabezeile im HOME anlegt. Lieber wäre es mir, wie es bereits bei vergessenen Anführungszeichen (MISSING) der Fall ist (1/0;0,4,0,0)
- 2316 Kein Ergebnis (SUMME 1/n der 3.)/manchmal keine Lösung, weiß nicht warum (4/6;0,0,10,0)
- 2317 Wenn Fehler auftreten! (1/3;5,0,0,0)
- 2318 Wenn ich mit dem TI rechne, habe ich nur Probleme (wenn überhaupt) zu programmieren, weil wenn ich Spiele schreibe, was ich schon zusammengebracht habe, treten oft Fehler auf, wobei ich den Fehler, den der Rechner mir angibt, überhaupt nicht verstehe. Deswegen habe ich oft aufgehört, das Spiel zu schreiben, weil es ja nicht funktioniert (1/0;5,0,0,0)

3. ALLGEMEINE SCHWIERIGKEITEN MIT COMPUTERN

3.1 Keine ausreichende Erfahrung (24/38;11,26,33,13)

- 3101 Ich weiß nicht einmal, wo man einschaltet/ausschaltet! Ich kenne mich nicht aus (7/9;5,11,7,0)
- 3102 Ich wäre froh, wenn uns unser Professor eine oder mehrere Stunden einen größeren Einblick in den TI geben würde (am Schulanfang) (2/3;0,4,3,0)
- 3103 Meine Mitschüler kennen sich bereits viel besser aus und sind mir auch weit voraus, weil sie sich mehr für den Rechner interessieren und so selbständig viel ausprobiert haben. Die Lehrer denken, alle können so viel mit dem Rechner, somit bin ich im Nachteil (1/0;0,4,0,0)

- 3104 Ich weiß nicht, wie man Einstellungen verändern kann und ich weiß nicht, wie man in verschiedene Programme kommt. Oft weiß ich auch nicht, wie ich mit Begriffen und Rechenzeichen am TI umgehen soll. Meistens verstehe ich den Sinn mancher Begriffe auf dem TI nicht (1/0;5,0,0,0)
- 3105 TI wird zu wenig im Unterricht verwendet (1/3;0,0,3,0)
- 3106 Ich weiß oft nicht, was ich jetzt machen soll, da ich mit dem TI noch nicht sehr vertraut bin (1/3;0,4,0,0)
- 3107 Ich muß vorausschicken, daß ich mit Computern nicht viel zu tun habe und eine gewisse Abneigung gegen sie entwickelt habe (6/14;0,0,16,0)
- 3108 Ich habe meinen Taschenrechner sehr spät erhalten, während andere, welche ihn schon hatten, sich schon mit den verschiedenen Funktionen vertraut gemacht hatten (1/3;0,4,0,0)
- 3109 Ich denke, Schüler die den Informatikunterricht besuchen, haben es wesentlich einfacher (2/3;0,0,3,13)

3.2 Allgemeine Probleme mit dem neuen Medium (96/159;55,95,121,101)

- 3201 Der Unterricht wird unübersichtlich und ständig durch Probleme mit dem Computer aufgehalten (8/9;0,11,13,0)
- 3203 Überall/nur Probleme (8/20;11,15,0,13)
- 3204 Ich hasse diesen Computer!/Ich mag ihn überhaupt nicht!/TI ist ein Alptraum für mich! (8/9;11,0,13,13)
- 3206 Ich habe Schwierigkeiten mit dem Computer/Bin im Umgang mit Computern nicht gerade gut/begabt (4/9;0,4,7,0)
- 3208 Es gibt genügend Probleme, aber ich kann sie nicht begründen! (2/6;0,0,7,0)
- 3209 In gewisser Hinsicht habe ich Probleme, da ich mich immer nur soweit auskenne, soweit wir in der Schule mit dem TI üben. Andere Mitschüler kennen sich besser aus, deshalb beneide ich sie sehr. Ich wäre erfreut, wenn sich in meiner Schule mehr auskennen würden, um sie bei Schwierigkeiten fragen zu können (4/3;0,7,0,13)
- 3210 Mir ist noch kein richtiger Vorteil für mich aufgefallen, da ich eigentlich nur Probleme damit habe: Trotzdem möchte ich ihn nicht abschaffen (1/3;5,0,0,0)
- 3211 Ich finde, daß manches sinnlos ist! Ich habe allgemein Probleme mit dem TI! Ich finde, der TI ist nur eine Erleichterung beim Termen rechnen (1/3;5,0,0,0)
- 3212 Ich war in den Vorjahren um einiges besser als im heurigen Jahr. Der TI ist viel zu kompliziert. Vor der Einführung des TI war der Mathematikunterricht viel interessanter!/hat mehr Spaß gemacht! (4/6;11,0,3,0)

- 3213 Mir sind Computer in jeder Art und Weise ein Rätsel (2/6;0,0,3,13)
- 3214 Wenn irgend was von der herkömmlichen, im Unterricht gelernten Methode abweicht, komme ich schon in Schwierigkeiten (2/6;0,0,7,0)
- 3215 Ich persönlich habe mit dem TI zwar große Probleme, ich glaube aber, daß alle ohne ihn besser auskommen würden (7/9;11,11,3,0)
- 3216 Seit wir den TI haben, hat sich meine Note um 2 Grade verschlechtert (2 auf4). Leider habe ich dabei nicht viel mizureden und bin schon froh, wenn ich ihn nach der Matura los bin (2/6;0,0,7,0)
- 3217 Eigentliches Problem ist, daß ich viel lieber händisch als mit irgendeinem Rechner arbeite. Meiner Meinung nach würde ein normaler TI-35+ oder TI-40 vollkommen reichen (1/0;0,4,0,0)
- 3218 Wenn man keine Freundschaft mit dem Computer schließen kann, ist der TI die beste Methode, um sich in Mathe aufzuhängen. Computerfreaks haben eindeutig Vorteile (2/3;5,0,3,0)
- 3219 Mir wäre lieber, wenn wir ihn nie bekommen hätten, auch, wenn er manchmal hilfreich sein könnte. Scheiß auf den TI und Mathe (2/6;0,7,0,0)
- 3220 Tun sie das den Schülern nicht an! Nieder mit den TI! Wir haben sogar schon mal überlegt, gegen TI zu protestieren! Aber ist sowieso sinnlos! (4/9;0,11,0,0)
- 3221 Man rechnet viel anders als mit der Hand (2/0;0,7,0,0)
- 3222 Ich glaube, der TI ist nur für Schüler hilfreich, die mit Technik gut umgehen können oder die in Mathe sowieso gut sind (auch ohne TI). Ich zähle leider nicht zu diesen Leuten (1/3;0,0,0,13)
- 3223 Nur Lehrer und Mitschüler kennen sich mit dem TI aus - sonst niemand (5/9;0,4,10,0)
- 3224 Meine Mitschüler können es mir nicht erklären und so blicke ich manchmal nicht durch (1/3;0,0,3,0)
- 3225 Ich kann damit, gerade bei Graph-Funktionen nicht viel anfangen (1/3;0,4,0,0)
- 3226 Manche Beispiele werden durch ihn so kompliziert, daß ich sie nicht mehr verstehe, obwohl sie ganz simpel sind. Wenn ich diese Beispiele dann mit der Hand und einem normalen Rechner rechne, werden sie mir plötzlich klar! (1/3;5,0,0,0)
- 3227 Keine Nachhilfe mit TI Kenntnissen zu finden (8/14;5,4,13,13)
- 3228 Es sollte im Mathematikbuch eine gute Anleitung drinnen sein und einige Seiten zu den typischen Problembewältigungen! Die Begriffe die bei Fehlern auftauchen, sollten kurz im M-Buch erklärt werden und die Beispiele sollten an ihn angepaßt sein (2/3;0,0,0,25)
- 3230 Wenn ich eine Stunde versäume, kann bzw. will mir nie jemand das Neugelernte erklären und ich kenne mich dann eine zeitlang nicht aus (8/17;0,7,13,13)
- 3229 Anwendung des TI führt zu Vernachlässigung des Kopfrechnens bzw. des Rechnens mit gewöhnlichen Taschenrechnern! Da der TI im alltäglichen Gebrauch nicht immer zur Verfügung steht, entstehen Nachteile, da man die Probleme oftmals kaum auf herkömmliche Art und Weise lösen kann (26/41;0,26,49,0)
- ### 3.3 Technische Probleme des Rechners (180/119;153,154,193,278)
- 3301 Ich habe Probleme mit dem TI, weil er manchmal von selbst die Einstellung im Mode ändert (2/3;11,0,0,0)
- 3302 Aufgrund intern gespeicherter Systemvariablen, welche im Programmeditor entstehen und welche man selbst nicht löschen kann, kann der Zugriff auf z. B. Data-Matrix-Editor verweigert werden (1/0;0,0,3,0)
- 3303 Manchmal Problem im Graphik-Fenster mit Function- und Sequence-Modus, da manchmal Meldungen wie UNDEFINED VARIABLE auftreten. Nach Kontrollieren meines Mathematiklehrers und Überprüfen aller Fehlermöglichkeiten, blieb mir nichts anderes, als alles zu löschen und wieder von vorne anzufangen (2/6;0,0,7,0)
- 3304 Durch die Eingabe von falschen Ziffern wird eine Fehlstellung der WINDOW- Einstellung hervorgerufen (1/0;0,0,3,0)
- 3305 Teilweise Fehler im y-Editor; sollte Graph erkennen können (Sprungstellen...) (5/3;0,0,13,0)
- 3306 Systemvariablen als normale Variablen (zB. y1, e1, r1...) (1/0;0,0,3,0)
- 3307 Manchmal, wenn man einen Punkt macht, schreibt er ein Zeichen hin, das gar nicht dort hin gehört (1/0;5,0,0,0)
- 3308 Die Probleme sind, daß der TI mir bei 2 Rechnungen schon in der Menü-Link ADDRESS ERROR geschrieben hat, dann war der Bildschirm dunkel und alles gelöscht. Ich verstehe nicht, weshalb diese Fehlermeldung aufgetreten ist. Die Fehler sind bei SOLVE () und bei DE-FINE aufgetaucht (1/0;5,0,0,0)
- 3309 Bei komplizierten Formeln tritt oft der Memoryfehler auf (8/6;0,15,10,0)
- 3310 Manchmal beim Fehlen einer Klammer gibt er falsche Fehlermeldungen an (2/0;0,0,7,0)
- 3311 Viele Formeln kann der Rechner nicht mit SOLVE lösen (z. B. etwas mit 72) (2/3;0,0,7,0)

- 3312 Bei Schularbeiten - falsche Eingabe - BUSY - kann den Rechengang nicht stoppen - habe Batterien rausgeben müssen - alles Gespeicherte gelöscht - sehr beschissen während der Schularbeit (2/6;0,4,3,0)
- 3313 Verbraucht die Batterien zu schnell.(sehr teuer) (23/12;44,18,13,25)
- 3315 Man sollte ein Netzgerät anschließen können (4/9;16,0,0,0)
- 3316 Begrenzter Speicher (nur 640 kByte)/zu wenig Speicherplatz (44/23;27,48,52,38)
- 3317 Die serielle Schnittstelle wird sehr leicht kaputt (5/0;0,11,3,0)
- 3318 Bei fast jedem in der Klasse ist der LINK-Port (I/O-Port) defekt und wieder Linkprobleme (beim Senden zwischen den TI und zwischen TI und PC) (24/3;11,40,23,0)
- 3320 Der TI hängt sich manchmal selber auf/stürzt zum Teil ab/ist oft kaputt (33/20;16,33,30,89)
- 3321 Die Prozessorleistung ist mangelhaft./Mehr Leistung wäre angebracht (5/0;5,7,3,0)
- 3322 Resetet sich zu oft automatisch (14/3;16,26,7,0)
- 3323 Hatte einige Probleme mit dem Bildschirm - wurde zwischendurch ganz hell, dann wieder ganz dunkel (1/0;0,0,0,13)
- 3324 Früher stürzte der TI aus unerklärlichen Gründen ab, doch seit wir das neue Modul eingebaut haben, funktioniert es eigentlich tadellos (7/14;0,0,0,76)
- 3325 Die Batterien die mitgeliefert wurden, sind ausgeronnen (4/6;0,0,3,25)
- 3326 Anzeige BATT leuchtet oft zu spät auf/zu kurz auf-sollte eine Batterie-Status-Leiste haben, um löschen des Speichers zu verhindern (20/14;0,22,16,76)
- 3327 Es müssen sehr oft defekte Rechner eingeschickt werden (7/0;0,4,16,0)
- 3328 Er funktioniert oft nicht (beim Einschalten) (2/0;11,0,0,0)
- 3329 Der Bildschirm ist schwer sichtbar, wenn man kein Licht hat - größerer Bildschirm! (5/0;5,0,7,13)
- 3330 Der TI hat viele Fehlfunktionen (1/0;5,0,0,0)
- 3331 Mein TI fällt ziemlich oft aus und dann ist alles von der Festplatte weg. Das ist problematisch in Religion, denn ich schreibe auf dem TI mit (1/0;5,0,0,0)
- 3332 Hin und wieder treten hinter dem Display Flankerl auf, die nicht mehr zu beseitigen sind (4/0;0,4,7,0)
- 3333 Wackelkontakt, d.h. wenn man ihn einschaltet und man hat letzte Stunde sehr viel auf dem Computer geschrieben, so hat er dieses vergessen, sprich gelöscht (4/6;0,0,10,0)
- 3334 Batterien sind kompliziert zu wechseln (1/0;0,0,3,0)

- 3335 Ich möchte wissen, wie das im Programmeditor funktioniert, daß sich das Programm beim Einsteigen selbst löscht (:NAME; :PRGR; :TRY) - der Rest wird automatisch gelöscht (1/0;5,0,0,0)
- 3337 Ich habe ein Script für die Berechnung des Schnittpunktes 2er Geraden in Parameterform entworfen. Als ich es laufen ließ, hat der Bildschirm zur HOME-Ansicht gewechselt, dann ist am oberen Rand eine Spalte aufgetaucht, in der "1111 LINE..." stand (1/3;0,4,0,0)
- 3338 Rechner ist oft sehr kompliziert-öfter rechnet er manche Gleichungen nicht (1/3;0,0,3,0)
- 3339 Vieles kann er nicht rechnen und gibt trotzdem ein falsches Ergebnis (1/3;0,0,3,0)

4. ALLGEMEINE POSITIVE STELLUNGNAHMEN

4.1 Kaum Probleme im Umgang mit dem TI 92 (206/177;213,216,170,291)

- 4101 Paßt alles! Keine Probleme! Alles paletti! TI ist super! (174/142;213,179,138,203)
- 4102 Der TI ist verständlich/einfach und logisch aufgebaut (5/3;5,4,3,13)
- 4103 Die meisten Probleme lassen sich innerhalb kurzer Zeit lösen (5/6;0,7,3,13)
- 4106 Mit der Bedienung/Ein- und Ausgabe von Formeln und Funktionen habe ich keine Probleme (10/3;16,11,7,0)
- 4107 Überhaupt keine Probleme, weil der Lehrer alles erklärt (20/23;0,11,26,76)
- 4108 Keine konkreten Schwierigkeiten. Wenn doch, so ist dies auf den Lernstoff zurückzuführen und nicht auf den TI (2/3;0,0,3,13)
- 4110 Wir müssen die Beispiele sowohl händisch, als auch rechnerisch durchschauen und somit habe ich weder Probleme mit der Eingabe, noch mit der Bedienung des TI (1/0;0,4,0,0)
- 4111 Die Umsetzung der Formeln macht mir keine großen Schwierigkeiten, aber gegen eine integrierte Formelsammlung hätte ich nichts einzuwenden (1/3;0,4,0,0)
- 4112 Ich schreibe ein Programm, das alle Beispiele lösen kann, starte es bei der Schularbeit und bin fertig! (4/6;0,11,0,0)
- 4113 Ich setze mich auch privat ziemlich häufig mit dem TI auseinander und habe so bei Formeln eher selten Probleme (1/0;0,0,3,0)
- 4114 Der Umgang ist nicht unbedingt schwer zu erlernen (1/0;0,0,3,0)
- 4115 Wenn man die Formeln und Befehle kann, ist das Arbeiten mit dem TI eigentlich kein Problem (4/9;5,0,0,25)
- 4116 Wenn man einmal angefangen hat, mit dem TI zu arbeiten, ergeben sich eher selten Probleme. Bei manchen ist es kein Wunder, daß sie sich damit nicht auskennen, wenn sie ja nie mitdenken und mitarbeiten (1/3;0,0,0,13)

- 4117 Manchmal treten Fehler auf, aber wenn ich sie nicht lösen kann, frage ich meinen Lehrer oder einen Mitschüler, der/die erklärt mir das dann genau und das Problem ist behoben (2/6;11,0,0,0)
- 4119 Ich habe mir für die Vektoreingabe eine einfache Eingabemethode programmiert (1/0;0,4,0,0)
- 4120 Der TI ist nicht zu kompliziert, aber man muß die dicke Bedienungsanleitung konzentriert lesen. Für einen der es nicht macht, ist es ein Nachteil, für den der sich für den TI interessiert, ist es ein Vorteil (1/0;0,0,3,0)
- 4121 Meine Noten in Mathe sind gleichgeblieben (1/3;5,0,0,0)

4.2 Positive Aspekte (95/125;131,70,95,101)

- 4201 Gute Ausgabe am Bildschirm (4/3;0,7,3,0)
- 4202 Leichte Eingabe/Bedienung ist in Ordnung (wie beim PC-Betriebssystem) (15/14;33,4,13,25)
- 4203 TI ist meistens praktischer und schneller als händisches Rechnen (1/0;0,4,0,0)
- 4205 Sollte man eine Angabe falsch eingegeben haben, wird das Finden des Problems dadurch erleichtert, daß 1) eine Fehlermeldung erscheint, 2) der Cursor in der Eingabezeile dort steht, wo der Fehler ist (6/6;0,0,13,13)
- 4206 Ich bin mit TI zufrieden/macht Spaß/ist super (29/26;22,22,33,51)
- 4207 Vorteilhaft ist das Anzeigen des Eingegebenen, besonders für das Auffinden von Tippfehlern (2/6;0,4,0,13)
- 4208 Allgemein hatte ich eigentlich eine positive Einstellung zum TI und hoffe, daß dieser eine weitere Verbreitung findet (2/0;0,0,3,13)
- 4209 Der TI ist aber eine große Hilfe/praktisch im Mathematikunterricht (39/67;87,18,39,0)
- 4210 Aber durch den TI ist mein Lernen besser geworden und der Unterricht interessanter. Er hilft mir nun sehr (1/0;5,0,0,0)
- 4211 Auch die Spiele (von der CD-ROM) finde ich gut! (5/3;11,4,0,13)
- 4212 Ansonsten fällt mir alles sehr leicht und ich bin deutlich besser als im Vorjahr ohne TI, da ich mit dem TI nicht lange nachzudenken brauche (2/3;5,4,0,0)
- 4213 Ich finde es sehr gut, daß man eigene Programme schreiben kann und es ist auch sehr sinnvoll, im Unterricht darauf einzugehen (2/3;5,4,0,0)
- 4214 Graphische Darstellungen sind von Vorteil, (unterstützen auch die Faulheit) (8/12;5,7,13,0)
- 4215 Mathe-Unterricht ohne TI fast nicht mehr vorstellbar (1/3;0,0,3,0)
- 4216 Der Rechengang wird einem abgenommen und man kann sich dadurch auf das Beispiel selbst viel besser konzentrieren (7/9;0,0,13,25)

- 4217 Ich kann nur sagen, daß mir der Mathematikunterricht viel besser gefällt, seit wir den TI haben (1/0;0,0,0,13)
- 4218 Vor allem in meiner Freizeit versuche ich, die Tiefgründigkeit des TI zu "erfahren" (1/3;0,0,3,0)
- 4219 Ich finde er ist übersichtlicher als ein gewöhnlicher Taschenrechner und zwar insofern, daß man in den Dateien nachschauen kann, wie man zum Gesuchten gelangt (1/3;0,0,3,0)

5. VERSCHIEDENES

5.1 Wunsch nach Einführung in erweiterte Einsatzmöglichkeiten (12/20;11,15,13,0)

- 5101 Teilweise habe ich keine Ahnung, was man mit dem Rechner alles noch machen kann. Wir kennen nur einen Teil von seinen Möglichkeiten (5/12;0,7,7,0)
- 5102 Außerdem glaube ich, daß wir die wirklich wichtigen Sachen, die man damit machen kann, im Unterricht nicht machen (1/3;0,4,0,0)
- 5103 Ich finde, man sollte mehr über die Funktionen des TI lernen. Es gibt noch so viele Bereiche, wo der TI nützlich sein kann (1/0;0,4,0,0)
- 5104 Wenn unsere Klassen zusammengelegt werden, würde es zu Komplikationen kommen, denn wir müßten auf die anderen, die nicht mit dem TI rechnen, Rücksicht nehmen. Das bedeutet, wir müßten mehr ohne TI rechnen und mir sind die Rechenschritte ohne TI nicht immer bekannt (1/3;0,0,3,0)
- 5105 Wir machen sehr wenig im Geometriefenster (1/0;5,0,0,0)
- 5106 Ich würde gerne alle Befehle jetzt schon können, doch es ist sehr unwahrscheinlich, daß ich irgendwann alle Befehle kenne (1/0;5,0,0,0)
- 5107 Im Unterricht brauchen wir nicht einmal 1/4 von den ganzen Tasten von Programmen, es ist viel zu aufwendig und teuer und ich komme ohne Probleme mit dem kleinen Taschenrechner aus. Ich rechne die komplizierten Rechnungen mit der Hand, weil ich es wirklich können will! ABSCHAFFEN! (1/3;0,0,3,0)

5.2 Kein Vorteil gegenüber herkömmlichen TR (45/78;11,66,56,13)

- 5201 TI wäre nicht unbedingt notwendig (im normalen Gymnasium) (6/14;0,15,3,0)
- 5202 Im Großen und Ganzen ist es mir total egal, ob ich mit einem "normalen" Taschenrechner rechnen muß oder mit dem TI ein Beispiel lösen muß (2/6;0,0,7,0)
- 5203 Es wäre mir lieber, einen Mathematikunterricht ohne TI zu haben, da der Unterricht dann nicht so auf das Verstehen und in Formeln umsetzen der Beispiele konzentriert wäre (6/9;0,11,7,0)

- 5204 Ich glaube nicht, daß der TI mein Interesse und Verständnis für die Mathematik sehr beeinflusst hat (1/3;0,0,3,0)
- 5205 Meiner Meinung nach würde ich auch ohne TI zurechtkommen, also war die Aneignung des Rechners Geldverschwendung. Ich muß aber zugeben, daß ich auch ohne TI schlechte Noten hätte, da mir das Verständnis und das "logische Denken" schon immer gefehlt haben (5/9;0,7,7,0)
- 5206 Es ist fad, hat wenig mit Mathe zu tun. Mathematik war nie interessant, aber jetzt ist es noch schlimmer (1/3;0,4,0,0)
- 5207 Für einfache Umformungen und Rechnungen ist es ganz OK, aber bei komplexen Problemstellungen geht der mathematische Sinn verloren (1/0;0,4,0,0)
- 5208 Es geht immer mehr um den TI und dessen Anwendungen, anstatt um die Rechenbeispiele (7/14;0,15,7,0)
- 5209 Alleine komme ich nicht auf Programme. Ich nehme mir auch die Zeit dafür nicht, denn da lasse ich es mir lieber überspielen (1/3;0,4,0,0)
- 5210 Ich rechne lieber mit der Hand oder mit einem normalen Taschenrechner (5/9;0,4,10,0)
- 5211 Man sollte die verschiedenen Aufgaben erst möglichst verständlich erklären, danach erst mit dem TI (2/6;5,0,3,0)
- 5212 Ich verstehe nicht, warum wir unbedingt ein Flüssigkristallkastl brauchen, das man nur eintippschen braucht und 2000.- sind weg! Warum steigen wir nicht gleich auf Computer oder Laptop um? Die kann man viel universeller verwenden, außerdem ist er nicht nach 2 Jahren völlig veraltet - KLUMPERT! (4/3;0,4,7,0)
- 5213 Die Befehle im TI kann man später nirgends mehr anwenden! (1/3;0,0,3,0)
- 5214 Allgemein kann ich sagen, daß der Unterricht durch den TI weder verbessert, noch verschlechtert wurde. Er erleichtert zwar die Rechenarbeit, ist aber sonst nicht mehr als ein hilfreiches Mittel, um den Rechengang durchzuführen (1/3;0,0,0,13)
- 5215 Ich finde es blöd, daß wenn ich durchfalle oder die Schule wechsle, ich nicht mit dem TI rechnen kann, weil den nur so wenige haben. Und ich glaube nicht, daß ich jetzt noch gut ohne TI Gleichungen ect. lösen kann (4/6;0,4,7,0)
- 5216 Dieser Rechner ist zu teuer für die vielen Schwierigkeiten. Ich habe es bereut. Es gibt aber auch Vorteile. Die Nachteile sind aber überwiegend (2/0;5,0,3,0)
- 5217 Probleme gibt es überall, mit oder ohne, sie sind nur verschieden (1/0;0,0,3,0)
- 5218 Meiner Meinung nach, sollte man den TI erst in der Oberstufe verwenden, weil sonst würden wir Schüler nie lernen, wie man heraushebt oder Äquivalenzumformungen macht (1/3;0,0,3,0)

5.3 Sonstiges (37/12;38,48,26,38)

- 5301 Man würde einen Scanner benötigen (1/0;5,0,0,0)
- 5302 Zu teure Programme (1/0;0,4,0,0)
- 5303 Wenn ich Hausübungen mache, habe ich manchmal Probleme (1/0;5,0,0,0)
- 5304 Man wird, wenn man selber Programme schreibt, manchmal unaufmerksam (1/0;5,0,0,0)
- 5305 Ich habe meine Freunde, die mir beim Programmieren helfen (1/0;0,4,0,0)
- 5306 Man muß viele Zahlen einspeichern (1/0;0,4,0,0)
- 5307 Meiner Meinung nach ergeben sich Schwierigkeiten, weil ich den TI zB. bei Hausübungen und Schularbeiten schon verwenden darf, aber, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, bei Prüfungen zwischen 4 und 5 nicht. Wie soll ich dann noch so gut händisch rechnen können, wenn ich es schon lange nicht mehr getan habe? (1/3;0,0,3,0)
- 5308 Peripherie des Rechners ist sehr teuer (2/0;0,4,0,13)
- 5309 Der Lehrer gibt bei Schularbeiten keine Hilfe (1/0;0,0,3,0)
- 5310 Wenn ich das Gerät ein paar Minuten stehen lasse, schaltet es sich wie von Geisterhand ab. Komisch! (4/0;0,4,3,13)
- 5311 Wenn man bei der Schularbeit eine wichtige Formel nicht kann, kann man schon das halbe Beispiel vergessen. Leute, die bei Schularbeiten schnell nervös werden, vergessen diese Formeln sehr schnell. Ich zähle zu diesen Leuten (1/3;0,0,0,13)
- 5312 Dadurch, daß jeder alles in den TI einspeichern kann, kann jeder Trottel eine gute Note bekommen, obwohl er gar nichts versteht! (1/0;0,0,3,0)
- 5313 Soundkarte wäre hilfreich (2/0;0,0,7,0)
- 5314 Mathematik ist sowieso beschissen (1/0;0,4,0,0)
- 5315 Lehrer macht den ganzen Mathematikunterricht langweilig, deswegen bin ich auch nicht vom TI überzeugt (2/0;0,7,0,0)
- 5316 Die Unendlichkeitstheorie: $_ _ = _$. Das heißt, daß jede Zahl unendlich groß ist, was die gesamte Mathematik im Prinzip sinnlos macht, da theoretisch bei jeder Rechnung $_$ als Ergebnis herauskommen würde (1/0;0,4,0,0)
- 5317 Ich habe nur schlecht Noten, weil mein Talent noch nicht entdeckt wurde!!! (1/0;0,4,0,0)
- 5318 Ich habe nicht vor, mein restliches Leben mit einem riesigen Taschenrechner unterm Arm herumzulaufen (1/3;0,4,0,0)
- 5319 Unsere Professoren berücksichtigen Fehler, die durch falsche Einstellungen entstehen (1/0;0,0,3,0)

- 5320 Ein kleines Problem ist, daß man den Taschenrechner im Unterricht immer dabei haben muß, weil die meisten Beispiele auf den Rechner zugeschnitten sind und man dadurch später ein wenig nachhinkt (1/0;0,0,3,0)
- 5321 Einer aus meiner Klasse macht gute Spiele in 3D (1/0;5,0,0,0)
- 5322 Vorteilhaft war, daß wir jeden Dienstag 2 Lehrer hatten, die Klasse geteilt war, so kann der Stoff genauer erklärt werden (1/3;5,0,0,0)
- 5323 Zusätze können nur schwer erworben werden (5/0;5,7,3,0)

- 5324 Wir sollten den neuen Stoff des TI genauer besprechen (1/0;5,0,0,0)

**6. NICHT AUSWERTBAR
(45/38;16,44,59,63)**

- 6001 Unleserlich (2/3;0,4,0,13)
- 6002 Weiß ich nicht (2/3;0,0,7,0)
- 6003 Keine Ursache (36/38;11,18,66,38)
- 6004 Schimpfwörter/Blödeleien (19/3;11,40,7,13)

9.4 Listen der schriftlichen Lehreräußerungen

Auf den folgenden Seiten befinden sich die vollständigen Listen der Lehreräußerungen auf die offenen Fragen der Fragebögen MIT/LFB97 (Erhebung August 1997) und MIT/LFB98 (Erhebung Juni 1998). Wenn eine schriftliche Äußerung von mehr als einem Befragten abgegeben wurde, so ist deren Anzahl in Klammer angeführt. Bei Kategorien entspricht die Anzahl in Klammer derjenigen Lehrer, die mindestens eine Stellungnahme zur entsprechenden Kategorie abgegeben haben. Die Auswertung der offenen Fragen zum Erhebungszeitpunkt Juni 1998 erfolgt nur von jenen Lehrpersonen, die auch zum Zeitpunkt August 1997 den Erhebungsbogen bearbeitet haben (Schnittmenge).

9.4.1 MIT/LFB 97: Frage 1 (Erhebung August 1997)

Frage 1: Wenn Sie an Ihre zukünftige Arbeit mit dem TI 92 im kommenden Schuljahr denken, welche Erwartungen, Hoffnungen und Befürchtungen haben Sie im Zusammenhang mit der Tätigkeit in der Projektklasse?

Frage 1/97	Insgesamt	K-Lehrer	E-Lehrer
N-Fragebogen	66	32	34
N-Ohne Äußerung	1	1	0
N-Auswertbar	65	31	34
N-Kodierungen	323	148	175

Diese Frage beantworteten 66 Lehrer, davon 23 Lehrerinnen, und es wurden im Durchschnitt 5,0 Äußerungen abgegeben. Die Stellungnahmen jener 8 Personen, die am Seminar im August 1997 in Amstetten teilnahmen und in keiner Fortschungsklasse unterrichteten, wurden nicht berücksichtigt. Bei den Haupt- und Subkategorien sind in Klammer die Anzahl der Lehrer angegeben, die zu dieser Kategorie mindestens eine Stellungnahme abgaben, und nach dem Strichpunkt die Promille jener Lehrergruppe, die mit dem Einsatz von CAS noch keine Erfahrung haben und jenen, die bereits mindestens ein Jahr im Unterricht Computeralgebrasysteme einsetzen.

1. ERWARTUNGEN UND HOFFNUNGEN HINSICHTLICH ÄNDERUNGEN IN DIDAKTIK UND METHODIK DES MATHEMATIKUNTERRICHTS (54; 813, 824)

1.1 Erweiterte Möglichkeiten in Didaktik und Methodik (32; 375, 588)

- | | | | |
|------|---|------|--|
| 1101 | Gute methodische, wie auch didaktische Möglichkeiten | 1105 | Kreativer Umgang mit mathematischen Inhalten/Mehr Kreativität (2) |
| 1102 | Betonung neuer Schwerpunkte im Mathematikunterricht | 1106 | Besserer Zugang zu Themen in der Mathematik |
| 1103 | Stoffumfang muß eingeschränkt werden (nicht unbedingt ein Nachteil) | 1107 | Erwartung und Hoffnung, daß der Mathematikunterricht insgesamt (nicht speziell in den Projektlassen) vom sogenannten Rezepte-Rechnen wekommt/Andere Zielsetzungen (2) |
| 1104 | Größere Flexibilität bei der Behandlung mathematischer Begriffe | 1110 | Endlich weg vom monotonen Lösen von Gleichungssystemen, Umformungen, etc., und sich endlich beschäftigen können mit komplexen Beispielen, bei denen das Aufstellen der Gleichung etc. das "Mathematische" ist, und nicht das anschließende Lösen (2) |
| | | 1109 | Weg vom bloßen Erlernen von Rechenverfahren |
| | | 1108 | Klarere Zielsetzung beim Einsatz des CAS |
| | | 1111 | Es müßte leichter werden, komplexe, rechenintensive Beispiele zu bearbeiten/Komplexere Anwendungsverfahren sind möglich |

- 1112 Man gewinnt mehr Zeit zur Lösung von Problemstellungen (Textaufgabe)
- 1113 Lernen durch Versuch leichter möglich
- 1114 Größere Anzahl von Beispielen (2)
- 1116 Mehr Zeit für Argumentieren, Begründen
- 1117 Schüler zu besserem Problemlöseverfahren zu führen
- 1119 Interessanter, spannender Unterricht (Planung und Ablauf)/Denke, den Unterricht durch Einsatz des TI für die Schüler interessanter gestalten zu können
- 1118 Durch Entlastung im Bereich langwieriger Berechnungen mehr Zeit für anspruchsvollere Problemvorstellungen, für Hinterfragen, für Konzentration auf die Frage "auf welchen Wegen lassen sich Aufgaben lösen?", für vielfältigere Lösungsansätze
- 1120 "Spieltrieb" der Kinder positiv nutzen
- 1121 Erwartung: "Lebendiger" Mathematikunterricht durch mehr Gruppenarbeit/Team- und gruppenorientierte Arbeitsformen werden in größerem Umfang möglich (2)
- 1122 Defizite einzelner Schüler in manchen Teilbereichen stören nicht so sehr bei der Erarbeitung neuer Inhalte - man kann sich besser auf das "Kernproblem" konzentrieren und muß nicht ständig abschweifen
- 1123 Hoffnung: Anwendungsmöglichkeiten klarer definieren
- 1124 Mehr Arbeit an/mit den mathematischen Begriffen
- 1125 Neue Impulse für den eigenen Unterricht/Neue Ideen im Zusammenhang mit der Aufbereitung des Stoffes (2)
- 1126 Andere Zugänge zu mathematischen Themen
- 1127 Neue Methoden und Ideen im organisatorischen Bereich (Schularbeiten, Hausübungen...)
- 1128 Mehr Experimentieren, Testen, Üben/Möglichkeiten zum Experimentieren (Probieren) (2)
- 1129 Experimenteller Zugang zur Mathematik
- 1130 Mehr Zeit für mathem. Hintergründe, weniger "Fließband"-Mathematik
- 1131 Heuristische Methode steht im Vordergrund
- 1132 Neue Inhalte durch Abkürzen der Rechenarbeit
- 1133 Zunächst große Motivation der Schüler, die es zu nützen gilt
- 1134 Mehr Teamarbeit
- 1135 Lösen von anspruchsvolleren Aufgaben eher möglich, die mathematische "Knochenarbeit" wird vom TI geleistet
- 1136 Zeitgemäßer Zugang zu mathematischen Inhalten, über Versuche schrittweise an die Problemstellungen heranzukommen
- 1137 Hoffnung, daß eine revolutionär andere Form des Mathematikunterrichts möglich sein wird
- 1138 Mehr Erfahrung durch direkte Anschauung vermitteln zu können
- 1.2 Förderung des mathematischen Verständnisses durch Einsatz des TI (19; 375, 206)**
- 1201 Besseres Verständnis durch neue Möglichkeiten des TI (Graph, Tabelle)/Verständnis für mathematische Probleme vertiefen (6)
- 1202 Bessere Beziehung zu mathematischen Modellen, zu graphischen Darstellungen
- 1203 Höhere Beispieldichte, daher mehr Verständnis für Problemvorstellungen, verschiedene Lösungsmöglichkeiten, Parameterveränderungen und deren Auswirkungen, paralleles Arbeiten auf mehreren Darstellungsebenen
- 1204 Durch die Herausarbeitung der Darstellungsebene (Algebra-, Tabellen- und Graphikfenster) in interaktiver Weise besseres Verständnis der Grundbegriffe und Leitideen
- 1205 Erwartung: Mehr Denkarbeit und Verständnis der Schüler, weil vieles von der reinen Rechenarbeit wegfällt (2)
- 1206 Die Schüler kommen zu tiefgreifenden Einsichten in algebraische Grundbegriffe/Zusammenhänge (2)
- 1207 Besserer Überblick der Schüler seitens des Stoffes (z.B. Schwingungen) durch rasche Darstellungsmöglichkeiten
- 1208 Weniger Rechenzeit, mehr Zeit um Verständnis zu wecken
- 1209 Hoffnung: Verständnissvolleres Rechnen seitens der Schüler
- 1212 Andere Einsichten in mathematische Sachverhalte, Visualisierung mathematischer Zusammenhänge - hoffentlich mehr Verständnis
- 1213 Struktur- und Ordnungsverständnis ausbauen/Erkennen von mathematischen Strukturen (2)
- 1214 Bessere Veranschaulichung von Sachverhalten. Zugang zu Problemen auf mehreren Ebenen
- 1215 Schwerpunkt liegt bei Lösungsstrategien und nicht bei Rechenmechanik
- 1216 Mehr Verständnis durch mehr Beispiele und deren graphische Veranschaulichung
- 1.3 Bessere Einblicke in Zusammenhänge (8; 125, 118)**
- 1301 Mehr Zeit für die Thematisierung von Zusammenhängen (inner- und außermath.), Anwendungen, größere Aufgabenvielfalt (?)
- 1302 Mehr themenübergreifende Bereiche - Erkennen von Zusammenhängen
- 1303 Den Schülern die Möglichkeit zu eröffnen, einen weiteren Zugang zur Informatik über die Mathematik zu schaffen

- 1304 Erwartung: Gute fächerübergreifende Zusammenarbeit mit Geometrisches Zeichnen, Englisch, Informatik
- 1305 Hoffnungen: Mehr Zeit (sicherlich nicht im ersten Jahr) für Historisches, Hintergründe und Zusammenhänge
- 1306 Besseres Verständnis für funktionale Zusammenhänge
- 1307 Besseres Erkennen von Zusammenhängen (2)
- 1308 Analogien herstellen

1.4 Stärkerer Praxisbezug im Mathematikunterricht (10; 125, 176)

- 1401 Mehr Möglichkeit, anwendungsorientierte Aufgaben zu behandeln
- 1402 Hoffe, daß der Mathematikunterricht danach näher von der Theorie zur Praxis überwechselt
- 1403 Mathematische Inhalte anschaulicher zu machen (2)
- 1404 "Freiwerden" von Rechenarbeit - mehr Problemdiskussionen und anwendungsorientierter Mathematikunterricht
- 1405 Durch den Einsatz des Rechners sollte es möglich sein, über das reine Berechnen (komplizierter) Ausdrücke hinauszugehen und mehr Anwendungen, konkrete Situationen rechnerisch zu bearbeiten
- 1406 Stärker in die Anwendung der Mathematik in Wirtschaft, etc. zu gehen
- 1407 Änderung des Inhalts zum projektorientierten und anwendungsorientierten Unterricht
- 1408 Hoffnung: Mehr praktische Anwendungsbeispiele möglich
- 1409 Weg mit der Frage: "Wozu brauch ich das?" durch anwendungsorientierte Beispiele (2)

1.5 Bessere Möglichkeiten, schwächere Schüler zu fördern (4; 94, 29)

- 1501 Zusätzliche Hilfe für schwächere Schüler
- 1503 Negative Vorurteile der Schüler abzubauen, die ein niedriges Niveau in Mathematik aufweisen, daß sie mit dem Rechner sicher nicht noch schlechter werden
- 1504 Vorteil auch für leistungsschwächere Schüler - mehr motiviert
- 1505 Höhere Bereitschaft leistungsschwächerer, an Mathematik nicht so interessierter Schüler, sich durch "Experimentieren" mehr mit mathematischen Problemstellungen auseinanderzusetzen

1.6 Bessere Möglichkeiten zur Förderung begabter Schüler (3; 63, 29)

- 1601 Erweiteter Zugang für leistungsstarke Schüler
- 1602 Bessere Förderung leistungsstarker/begabter Schüler möglich (2)

2. ERWARTUNGEN BEZÜGLICH DER AUSWIRKUNGEN AUF DIE SCHÜLER (50; 750, 765)

2.1 Positive Auswirkungen auf die Schüler (44; 625, 706)

- 2101 Gute Motivation der Schüler und Kollegen
 - 2102 Bessere Eigenmotivation bei Durchführung von Neuem
 - 2103 Hoffnung: Interesse für Mathematik verstärkt wecken (5)
 - 2104 Bessere Motivation der Schüler (17)
 - 2105 Erwartung: Mathematikunterricht wird für die Schüler attraktiver (6)
 - 2106 Hoffnung: Festigung und Sicherung des mathematischen Grundwissens/Mehr Kompetenz (2)
 - 2107 Förderung der Identifikation der Schüler mit mathem. Inhalten/Fragestellungen/Ergebnissen
 - 2108 Erhoffe, daß die Schüler durch dieses Gerät eher für mathematische Inhalte motiviert werden (indirekt durch "selbständiges Ausprobieren", "Aha"-Erlebnissen, Spielen, Erforschen...)/Bessere Motivierbarkeit der Schüler (3)
 - 2109 Vielleicht mehr Freude an der Schule bzw. am Beschäftigen mit Dingen des Wissens (nicht bloß Computerspiele)
 - 2110 Mehr Teamgeist (Kopieren von Programmen...)/Zusammenarbeit unter den Schülern wird verstärkt (2)
 - 2111 Schüler lernen voneinander
 - 2112 Mehr Erfahrungsaustausch unter Schülern, mit Kollegen
 - 2113 Verstärkte Zusammenarbeit Lehrer - Schüler, da Hilfestellung bei Problemen mit Gerät eher geboten wird
 - 2114 Experimentierfreudige Schüler
 - 2115 Noch bessere Ergebnisse der Schülerleistungen/Höheres Leistungsniveau (2)
 - 2116 Daß vielleicht auch seltener die Frage kommt: Wozu brauchen wir das?
 - 2117 Motivationsschub für Schüler durch neues Gerät (6)
 - 2118 Aktivere Schüler/Großes Engagement der Schüler (2)
 - 2119 Hoffnung im didaktischen Bereich: Motivation der Schüler (Spieltrieb, Neugier)
 - 2120 Begeisterung fördern für modernen mathematischen Unterricht
 - 2121 Für manche Schüler (Computerfreaks!) wird das Fach Mathematik interessanter
- ### **2.2 Förderung der Selbsttätigkeit (14; 156, 265)**
- 2201 Anleitung zur Selbsttätigkeit/Förderung der Schülerselbsttätigkeit (2)

- 2202 Mehr Möglichkeit zur Selbständigkeit und Gruppenarbeit, offener Unterricht
- 2203 Hoffnung, daß Schüler an dieser anderen Form, Mathematik zu betreiben, Gefallen finden, Eigeninitiativen setzen und einander helfen
- 2204 Mehr Zeit für "entdeckenden" Unterricht/Mehr Entdeckung durch den Schüler (2)
- 2205 Mehr Forschertätigkeit des Schülers, Trial & Error/Eigenes "mathematisches Forschen" (2)
- 2206 Mehr Eigenaktivität beim Lösen von Problemen/Höhere Selbständigkeit der Schüler/Größere Eigeninitiative der Schüler (5)
- 2207 Selbständiges Einsetzen verschiedener Methoden zur Lösung eines Problems
- 2208 Der Schüler kann sich selbst mit mathematischen Fragestellungen auseinandersetzen
- 2209 Den Schülern die Möglichkeit zu geben, selbst zu experimentieren, Veränderungen zu beobachten (Bsp. Funktionen)

2.3 Geringere Belastung der Schüler durch Rechenarbeit (5; 125, 29)

- 2301 Hoffnung: Weniger Rechenfehler aufgrund der Kontrollmöglichkeit (Display des TR)
- 2302 Entlastung von "lästiger" Rechenarbeit
- 2303 Weniger Fehler durch unzureichende Routine der Schüler
- 2304 Verbesserung der Leistung von Schülern, die sich leicht verrechnen
- 2305 Weniger Schwierigkeiten durch Rechenfehler aufgrund großer Schwierigkeit der Beispiele

2.4 Gute Vorbereitung für den zukünftigen Werdegang (3; 63, 29)

- 2401 Besserer Start in die Oberstufe
- 2402 Hilfe für weiterführende Studien und Hinführen zu technisch orientierten Ausbildungen (bessere Berufsaussichten?)
- 2403 Gute Vorbereitung für technische Studien
- 2404 Erwartung: Schüler werden dadurch besser auf das Leben vorbereitet

3. BEFÜRCHTUNGEN ÜBER NACHTEILIGE AUSWIRKUNGEN (56; 875, 848)

3.1 Allgemeine Befürchtungen zur künftigen Arbeit mit dem TI 92 (14; 188, 235)

- 3101 Umgang könnte als "Spielerei" empfunden werden
- 3102 Wird es gelingen, den Schülern klar zu machen, daß sie trotz des neuen TR selbst viel lernen und üben müssen? (Handling, mathem. Inhalte)
- 3103 Wie werden Schüler/Eltern/Direktion bei negativen Leistungen reagieren
- 3104 Größtes Problem ist die Überzeugungsarbeit bei den Eltern - Finanzierung

- 3105 Befürchtung: Daß einige Schüler kein Interesse entwickeln/Akzeptanz bei allen Schülern? (2)
- 3106 Befürchtung: Undiszipliniertes Verhalten
- 3107 Schüler und Eltern haben möglicherweise eine zu hohe Erwartung, was die Erfolgchancen betrifft
- 3108 Vorwurf (spez. Eltern schlecht beurteilter Schüler), die Schüler mit "mehr Inhalt" zu überfordern
- 3109 Überspielen von Ergebnissen
- 3110 Daß manches auch "floppt" und nachgebessert werden muß
- 3111 Wird es möglich sein, die "Latein-Flüchtlinge" für Mathematik zu interessieren?
- 3112 Für Schüler, die "gern" algorithmisch vorgehen, wird es schwieriger
- 3114 Frust bei Schülern, die vorher schon den Computer abgelehnt haben
- 3115 Scheu vor dem Gerät beeinflusst Einstellung zum mathem. Unterricht, Inhalt/aber auch Gegenteil
- 3116 Das höhere Arbeitspensum könnte mit anderen Projekten zu viel werden
- 3117 Mathematik könnte "schwerer" werden
- 3118 Hoffentlich finde ich genügend interessante Beispiele und Aufgabenstellungen
- 3119 Wie nehmen die Schüler die neue Art des Mathematikunterrichts auf

3.2 Mangelnde Festigung von "Grundwissen" (13; 250, 147)

- 3201 Befürchtungen liegen darin, daß durch den Einsatz des TI in den 3. Klassen verschiedene Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten nicht so von den Schülern gelernt werden, wie es notwendig wäre
- 3202 Sobald der TI im Einsatz ist, und die Schüler das Handling halbwegs beherrschen, werden sie wahrscheinlich keine Kopfrechnungen (bzw. Rechnen mit ganzen Zahlen, Termrechnungen) durchführen
- 3203 Verlust von wichtigen Rechenkompetenzen und damit verbundene Schwierigkeiten für den Schüler bei Schulwechsel
- 3204 Verlernen des "händischen" Rechnens (3)
- 3205 Befürchtung: Verlieren die Schüler nach dem Kopfrechnen weitere Fertigkeiten/Analyse
- 3206 Probleme eher bei "Zwei-Gleisigkeit", daß Schüler z.B. auch "zu Fuß" Gleichungssysteme lösen können müssen
- 3207 Befürchtung: Übertriebene Geräteabhängigkeit des Schülers
- 3208 Befürchtung: Die Schüler verlassen sich auf das Gerät und hinterfragen Lösungen nicht
- 3209 Fehlendes Verständnis von Grundproblemen aufgrund des TI - Schüler verlassen sich zu sehr auf den TI

- 3210 Unterschätzung der Probleme und Schwierigkeiten der Beispiele durch Schüler/Unterschätzung des Mathematikstoffs (2)
- 3211 Festigung der Algebrakenntnisse?
- 3213 Befürchtung, daß die 5.Klassler (lauter Bur-schen!) zuviel am TI arbeiten und das "händische" Rechnen und Zeichnen vernachlässigen
- 3.3 Befürchtung, daß die Leistungsunterschiede der Schüler verstärkt werden 21; 250, 394)**
- 3301 Schwierige Unterrichtssituation durch unterschiedlich raschen Zugang der Schüler zum Gerät (Chaos?) (2)
- 3302 Sehr unterschiedliches Niveau - daher Sorge, daß schwächere Schüler überfordert sind oder die guten unterfordert, hoffe, daß die derzeit bestehende Motivation anhält, und sich die Unterschiede etwas ausgleichen
- 3303 Klasse zerfällt (wie im Informatik-Unterricht) in "Freaks", die sich mit dem TI auch zuhause beschäftigen, und solchen Schülern, die nur das Notwendigste tun - sehr heterogene Klasse - im Unterricht langweilen sich die guten, die schlechten Schüler kommen nicht mit
- 3304 Unklar: Verteilung "gute"/"schlechte" Schüler
- 3305 Wie werden die schwächeren Schüler mit CAS fertig?
- 3306 Schlechte Schüler könnten das wenige Interesse, das sie haben, leicht verlieren
- 3307 "Schlechte" Schüler werden noch "schlechter"/Absacken schwächerer Schüler (2)
- 3308 Leistungsschwache Schüler verlieren schneller den Anschluß
- 3309 Befürchtung: Daß schwache Schüler es schwer haben mitzukommen, vor allem diejenigen, die 1. mit dem Handling des Rechners Probleme haben, und die vor allem 2. Schwierigkeiten damit haben, einen Text mathematisch umzusetzen, da das durch den Rechner noch mehr notwendig sein wird
- 3310 Befürchtungen, daß schwache Schüler geistig aussteigen, da das rein Mechanische als Eigenleistung in den Hintergrund geht
- 3312 Für schwache Schüler wird es nicht einfacher
- 3313 Befürchte aus einer vierwöchigen Einstiegsphase des letzten Schuljahres, daß für durchschnittlich begabte Schüler der Umgang und die Inhalte durch gesteigerte Komplexität doch insgesamt schwieriger (und damit die Motivation noch geringer?) werden
- 3314 Probleme mit schwächeren Schülern (vor allem Eltern und Nachhilfelehrer)
- 3316 Weniger interessierte Schüler haben es schwerer (kein Rezeptrechnen mehr)
- 3317 Kluft zwischen "guten" und "schlechten" Schülern könnte größer werden (4)

- 3319 Ob schlechte Schüler den Anschluß halten
- 3320 Schwache Schüler werden vielleicht durch das Handling überfordert
- 3321 Überforderung einzelner schwacher Schüler bei der sachgerechten Handhabung des TI durch ein Mehr an inhaltlicher Arbeit
- 3322 Unterschiede zwischen technisch- bzw. computerinteressierten Schülern und damit nicht versierten Schülern werden vergrößert
- 3.4 Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem Einsatz des TI 92 (7; 219, 0)**
- 3401 Unschlüssig, wie und wann am besten der Einsatz des TI
- 3402 Befürchtungen: Richtig einschätzen zu können, in welchem Ausmaß der TI sinnvoll eingesetzt werden soll
- 3403 Interessant wird auch, wo der Einsatz vom TI, d.h. Stoffgebiet, sinnvoll ist und wann nicht
- 3404 Hoffe, daß die didaktische Seite dabei nicht zu kurz kommt und die Lerninhalte trotzdem gut vermittelt werden können
- 3405 Bedienungsfehler bei Prüfungsarbeiten?
- 3406 Lehrplan?/Erfüllung des Lehrplans? (2)
- 3407 Schularbeiten?
- 3.5 Technische und organisatorische Schwierigkeiten (11; 156, 176)**
- 3501 Großer zeitlicher und organisatorischer Aufwand, um die Bedienung des TI zu vermitteln? (2)
- 3502 Es geht viel Zeit "verloren". Der Umgang mit dem Gerät muß gelernt werden!
- 3503 Überforderung von Schülern mit Computersystemen
- 3504 Einschränkungen durch Rechnersyntax
- 3505 Befürchtung: Schüler werden überfordert durch die Syntax, Frust breitet sich aus
- 3506 Gerät zu kompliziert im Gebrauch
- 3507 Befürchtung: Probleme beim Handling überdecken mathematische Probleme
- 3508 Verzettlung im Handling/Handlingprobleme (4)
- 3509 Vergessen des Rechners
- 3510 Technische Probleme mit Geräten
- 3.6 Unsicherheit bei der Form der Verschriftlichung des Lösungswegs (8; 63, 176)**
- 3601 Probleme bei der Dokumentation der Ergebnisse
- 3602 Befürchte Schwierigkeiten damit zu haben, den geeigneten Weg zur sinnvollen und ordentlichen schriftlichen Aufzeichnung meiner Vorbereitung und Dokumentation, sowie vor allem der der Schüler zu finden

- 3603 Welche Formen der Dokumentation bei Schulübungen, Hausübungen, Schularbeiten werden notwendig sein? (2)
- 3604 Befürchte, daß die Schüler Probleme bei der Dokumentation haben; Beim Arbeiten am PC kann der File ausgedruckt werden
- 3605 Probleme beim Überprüfen dieser Fertigkeiten (Schularbeiten..)
- 3606 Anfängliche Probleme bei der Dokumentation bei vielen Schülern
- 3607 Dokumentation bei Schularbeiten- Bewertung

3.7 Zusätzliche Erschwernisse für den Lehrer (20; 313, 294)

- 3701 Anderer Mathematikunterricht, dadurch auch Mehrarbeit/Erhebliche Mehrarbeit (4)
- 3702 Mehrarbeit durch Projektberichte, Dokumentation, Tagungen, etc.
- 3703 Viel Arbeit/Aufwand in Bezug auf die Unterrichtsvorbereitung (6)
- 3704 Befürchtung: Viel Zeitaufwand zur Herstellung der Unterrichtsmaterialien
- 3705 Zeitliche Bedrängnis - Stoffülle (was soll man als Lehrstoff "streichen"?)
- 3706 Befürchte, mit dem Mathematikstoff weit in den Rückstand zu kommen, da durch dieses Projekt viel Zeit in Anspruch genommen wird
- 3707 Es werden Schwierigkeiten beim Vorführen und Erklären auftreten, da Klassen mit 29 Schülern für dieses Projekt nicht ideal sind/Organisation in großen Klassen schwierig (2)
- 3709 Größere Arbeitsbelastung durch verstärkte und gezielte Vorbereitung mit dem TI
- 3710 Befürchtung: Strapazierterer Unterricht durch individuelle Hilfestellung bei der Handhabung des TI
- 3711 Zu viele Schüler (30!)
- 3712 Befürchtung: Zeitprobleme
- 3713 Hohe Arbeitsbelastung durch vermehrte Vorbereitung und eigene Unerfahrenheit im Umgang mit dem Gerät
- 3714 Probleme mit den Schulbüchern
- 3715 Sehr viel Mehrarbeit nicht nur durch Mitarbeit am Projekt, sondern durch Suche nach geeigneten Problemstellungen

4. POSITIVE ÄUßERUNGEN ÜBER DEN EINSATZ DES TI 92 (18; 188, 364)

- 4001 Hoffnungen: Funktionieren der Ideen
- 4002 Umgang mit neuen Techniken zu verbessern
- 4003 Bei der Einführung einer neuen Technologie im Mathematikunterricht von Anfang an teilnehmen zu können
- 4005 Meine heurige Klasse hat den TI 85; Der TI erweitert die Möglichkeiten noch weiter

- 4006 Hoffnung: Nach der 4. Klasse wandern weniger in berufsbildende Schulen ab, weil sie bei uns im RG bleiben wollen
- 4007 Zusätzliche Attraktion für den realgymnasialen Zweig, der immer im Geruch des 2. Klassenzuges steht (weil weniger Sprachen)
- 4008 Im Vergleich zu *derive*: Keine EDV-Saal-Benützung notwendig - mit all den Nachteilen (Raumwechsel, Lärm der Geräte bei Schularbeiten)
- 4009 Glaube nicht, daß die Schüler irgendwelche Probleme bei der Verwendung des Gerätes haben werden/Keine besonderen Befürchtungen (2)
- 4010 Da mir und der 8. Klasse der Einsatz des TI 85 überwiegend gefällt (18 ja, 2 nein, 1 egal), freue ich mich auf die Arbeit
- 4011 Hoffe, daß ich selber durch den Umgang mit dem TI sicherer auf diesem Gebiet computerunterstützten Mathematikunterrichts werde
- 4012 Hoffnung auf einen zeitgemäßen Unterricht durch den Einsatz von CAS (2)
- 4013 Interessantere Beispiele (2)
- 4014 Erhöhung des Stellenwertes des Fachs Mathematik - mehr Anerkennung, weil "fortschrittlich"
- 4015 Arbeiten bereits seit eineinhalb Jahren mit dem Gerät, äußerst motiviert, hoffe, daß es so weitergeht
- 4016 Besseren/höheren Ertrag mathematischen Lehrens
- 4017 Aufwertung der Realklassen gegenüber Gymnasium (aus Sicht der Schüler)
- 4018 Hoffe, Schüler motivieren zu können den Mathematikunterricht durch den TI interessanter, abwechslungsreicher gestalten zu können

5. SONSTIGE ÄUßERUNGEN (11; 125, 206)

- 5002 Die Tätigkeiten in der Projektklasse sollten auch in den nächsten Jahren so durchgeführt werden können
- 5003 Kein zusätzlicher Informatikunterricht (war im Rahmen der Schulautonomie nicht möglich, weil aus beschäftigungspolitischen Gründen keine anderen Fächer reduziert werden sollten)
- 5004 Neu zusammengewürfelte Klasse - muß Schüler erst kennenlernen
- 5005 Für die 3. Klasse nicht notwendig (nur aus Kostengründen einmalige TR-Anschaffung)
- 5006 Die punktuelle Prüfung (mündlich wie schriftlich) soll in den Hintergrund treten
- 5007 Entriümpelung des Lehrstoffs
- 5008 Erwartungen: Schüler sollten mit dem Gerät "vertraut" werden, es arbeitsgemäß anwenden können, es soll als Hilfswerkzeug beim Lösen mathem. Probleme erkannt werden

- 5009 Hoffnung: Die "Scheu" vor dem Gerät nehmen zu können
- 5011 Sorgloser Umgang mit CAS
- 5012 Beurteilungstransparenter (für den Schüler)
- 5013 Schülerleistungen,-beurteilungen werden sich ändern
- 5015 Kein Stützlehrer
- 5016 Da ich schon 2 Klassen mit CAS (*derive*) zur Matura geführt habe, habe ich schon gelernt, offene Fragen zu bewältigen. In Hinblick auf den Einsatz des TI sehe ich keine Probleme (größeren), da ich doch schon einen gewissen Erfahrungsschatz einbringen kann
- 5017 Keine Überforderung der Schüler
- 5018 Hoffnung, daß die Probleme (größere Kluft zwischen technik- bzw. computerversierten Schülern und nicht versierten, besseren und schlechteren Schülern) in den Griff zu bekommen sind
- 5019 Hoffnung, daß die Anfangsmotivation der Schüler auch bei Schwierigkeiten anhält

9.4.2 MIT/LFB 97: Frage 7 (Erhebung August 1997)

Frage 7: Welche offene Fragen stellen sich für Sie im Hinblick auf den Einsatz des TI 92 in der Projektklasse?

Frage 7/97	Insgesamt	K-Lehrer	E-Lehrer
N-Fragebogen	66	32	34
N-Ohne Äußerung	14	11	3
N-Auswertbar	52	21	31
N-Kodierungen	132	44	88

Diese Frage beantworteten 66 Lehrer, davon 20 Lehrerinnen, und es wurden im Durchschnitt 2,5 Äußerungen abgegeben. Die Stellungnahmen jener 8 Personen, die am Seminar im August 1997 in Amstetten teilnahmen und in keiner Forschungs-klasse unterrichteten, wurden nicht berücksichtigt. Bei den Haupt- und Subkategorien sind in Klammer die Anzahl der Lehrer angegeben, die zu dieser Kategorie mindestens eine Stellungnahme abgaben, und nach dem Strichpunkt die Promille jener Lehrergruppe, die mit dem Einsatz von CAS noch keine Erfahrung haben und jenen, die bereits mindestens ein Jahr im Unterricht Computeralgebrasysteme einsetzen.

1. WIE WIRD SICH DER EINSATZ DES TI 92 AUF DIE UNTERSICHTSGESTALTUNG AUSWIRKEN? (38; 571, 839)

1.1 Unklarheiten hinsichtlich der methodischen und didaktischen Unterrichtsgestaltung (13; 238, 258)

- 1101 Neue Formen des didaktischen Zugangs
- 1102 Gibt es künftig wirklich neue Zugänge?
- 1103 Wenig Erfahrung in Methodik und Didaktik
- 1104 Didaktische Voraussetzungen
- 1105 Die vielfältigen Möglichkeiten zur Veranschaulichung mathematischer Begriffe ermöglicht neue Zugangsweisen zu den einzelnen Themen. Werden diese vielfältigen Möglichkeiten auch wirklich genutzt?
- 1106 Offen: Gestaltung von Unterrichtssequenzen (Feinplanung)
- 1107 Wie sind 30 Schüler zu eigenständiger Arbeit anzuhalten?
- 1109 Bin noch unsicher, ob die Arbeit mit dem TI den Mathematikunterricht mehr prozeßorientiert oder mehr ergebnisorientiert beeinflusst bzw. beeinflussen soll
- 1110 Wie weit verlange ich Algorithmen zur Lösung eines Problems, das der TI auf "Knopfdruck" löst? (Wie weit geht das Black Box Prinzip?)

- 1111 Wie weit wird das Kalkül durch den Einsatz von CAS verdrängt, ist diese Verdrängung wünschenswert, vertretbar? Kommt sie überhaupt vor?
- 1113 Einsatz von CAS immer? Wann, wie oft?
- 1114 Wie das Programmieren des Rechners sinnvoll, mit nicht zu großem Zeitaufwand, eingesetzt werden kann
- 1115 Gruppengröße 31 kann für die Einführungsphase möglicherweise zu groß sein
- 1116 Drei Wochenstunden sind möglicherweise etwas zu wenig, um schnell "loslegen" zu können
- 1117 Worauf wird besonderer Wert gelegt, in welchem Verhältnis sollen "herkömmliche" Beispiele mit "richtigen" CAS-Beispielen gemischt werden

1.2 Unsicherheiten bezüglich der Unterrichtsinhalte (5; 95, 94)

- 1201 Auswahl der Stoffgebiete für Arbeit mit TI
- 1202 Welche Gebiete des Lehrplans müssen behandelt werden, und welche kann ich (bzw. muß ich) weglassen?
- 1203 Wie tief einzelne Stoffgebiete behandelt werden
- 1204 Neue Gewichtung von mathematischen Inhalten
- 1205 Kommt es zu Lehrplanüberschreitung? (Z.B. soll mit Schülern der TI programmiert werden?)
- 1206 Sinn des Einsatzes in den 3. Klassen
- 1207 Anpassung des Lehrstoffes an CAS

1.3 Problematik bei der Dokumentation von Ergebnissen und bei der Leistungsbeurteilung (22; 286, 500)

- 1301 Dokumentation ist noch teilweise unklar - es soll nämlich nicht zu viel geschrieben werden
- 1302 Wird es gelingen, die Schüler zu einer brauchbaren Dokumentation ihrer Arbeit zu bringen?
- 1303 Schularbeit: Problematik der Dokumentation
- 1304 Wie sollen die Schüler Schularbeiten dokumentieren?
- 1305 Gleiche Anzahl von Schularbeiten trotz des Unterrichtsversuchs - begleitende Tests?
- 1306 Wie mit der Dokumentation der TI Ergebnisse umgehen?
- 1307 Kontrollierbarkeit der nun möglichen "höheren" Lernziele (Interpretieren, unterschiedliche Darstellungsweisen...)
- 1308 Welche Kontroll-Routinen können eingesetzt werden (2)
- 1309 Wie wird sich die Leistungsbeurteilung ändern?/Leistungsbeurteilung?/Problem der Beurteilung der Schülerleistung (6)
- 1310 Benotung?
- 1312 Korrektur der Schularbeiten?
- 1313 Güte der Auswertung
- 1315 Prüfungssituation (mündliche Prüfung) bei schwachen Schülern

- 1316 Schularbeiten/Wie sollen Schularbeiten aussehen?/Unsicherheit bezüglich Schularbeiten (7)
- 1317 Prüfungssituation (Speichern von Infos durch die Schüler)
- 1319 Zusammenstellen von Schularbeiten - gerechtes Benoten
- 1320 Überprüfen der Leistungen

1.4 Frage nach geeignetem Unterrichtsmaterial (12; 190, 258)

- 1401 Herstellung von Unterlagen (als Ergänzung zum vorhandenen Lehrbuch)
- 1402 Arbeitsunterlagen - woher?
- 1403 Arbeitsblätter
- 1404 Gezielte Anwendungsbeispiele und Beispielsammlungen (2)
- 1407 Wichtig wäre es, "normale Unterrichtsstunden" auszuarbeiten, die man auch nach Beendigung des Projekts einsetzen kann. Nur dann ist der Versuch zielführend
- 1406 Zusammenstellung sinnvoller Aufgaben und Schularbeiten
- 1408 Wieviele selbsthergestellte Arbeits- und Übungsvorlagen sind notwendig?
- 1409 Wie man an mehr anwendungsorientierte Aufgaben mit sinnvollen Angaben kommt
- 1410 Unterrichtsmaterialien? Gibt es brauchbare Unterrichtsmaterialien? (2)
- 1411 Welche Beispiele sind sinnvoll?

2. WIE WIRD SICH DER EINSATZ DES TI 92 AUF DIE SCHÜLER AUSWIRKEN? (24; 476, 438)

2.1 Änderungen der Schülermotivation (7; 190, 94)

- 2101 Können die Schüler "stärker" für Mathematik und mathematische Problemstellungen begeistert werden?
- 2102 Werden die Schüler vom Gerät ebenso beeindruckt sein wie ich?
- 2103 Wird Begeisterung der Schüler halten?
- 2104 Wird sich mathematisches Selbstvertrauen und -verständnis bei Mädchen ändern?
- 2105 Werde ich auch die Schüler für Mathematik begeistern können, die bisher negativ eingestellt waren?
- 2106 Werden die Schüler bereit sein in einzelnen mathematischen Teilbereichen, auf meinen Wunsch hin, auf den TI zu verzichten?
- 2107 Wird Mathematik angenehmer oder schwieriger?
- 2108 Sind alle Schüler vom Einsatz des TI begeistert?

2.2 Auswirkungen auf die Schülerleistungen in Mathematik (9; 143, 188)

- 2201 Es ist unklar, wie sich die Reduktion in der manuellen Ausführung von Kalkülen auf das Verständnis der Mathematik auswirkt
- 2202 Welche Auswirkungen hat es auf die mathematischen Fähigkeiten?
- 2203 Inwieweit können die "handwerklichen" Fähigkeiten der Schüler durch häufigen Einsatz des TI leiden?
- 2204 Wie wird es möglich sein, daß Schüler vom Rechner ermittelte Resultate überprüfen können, durchschauen können?
- 2205 Wie verhindere ich sinnvoll, daß sich die Schüler nicht nur auf den TI verlassen
- 2206 Wird es gelingen, den mathematischen Teil einer Aufgabenstellung von dem der Umsetzung zur Bearbeitung mit dem TI zu trennen. (Wie ist es zu verhindern, daß die Schüler "lernen" Mathematik ist das, was der Rechner kann?)
- 2207 Besseres Verständnis der Mathematik durch neue Möglichkeiten?
- 2208 Wird meine enorme Mehrarbeit auch wirklich ein Mehr an Können und Wissen bei den Schülern bringen?
- 2209 Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten werden "verkümmern?"
- 2210 Erhaltung eines notwendigen Minimums von händischem Rechnen bei allen (männl.) Schülern!

2.3 Problematik der Verstärkung von Leistungsunterschieden in der Klasse (5; 143, 63)

- 2301 Wie kommen leistungsschwache Schüler mit dem TI zurecht - Schere zwischen guten und schlechten Schülern geht auseinander?
- 2302 Wie kann man die Kluft zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schülern so gering wie möglich halten?
- 2303 In der Klasse gibt es nur wenige gute Schüler. Wird Überforderung auftreten?
- 2305 Kommt es durch neue, tiefere Fragestellungen zu einer Überforderung?
- 2306 Gute Schüler werden besser, schlechtere Schüler plagen sich viel mehr, eine größere Kluft entsteht

2.4 Auswirkungen auf Repetenten und übertretende Schüler (6; 95, 125)

- 2401 Schüler die repetieren oder "schräg" einsteigen, bekommen möglicherweise Schwierigkeiten
- 2402 Was macht man mit Repetenten, die in die Klasse kommen
- 2403 Wie muß man den Unterricht durchführen, daß die Schüler, die eventuell durchfallen könnten (z.B. im Jahr nach dem Projekt) keine Probleme beim Repetieren haben

- 2404 Problematik einer Klassenwiederholung
- 2405 Bei weiterführenden Klassen - ein Repetentenproblem
- 2406 Repetenten (wie wird es denen dann gehen?)
- 2407 Durchlässigkeit des Systems oder was geschieht mit "Sitzenbleibern" aus höheren Realgym.-Klassen? (Bei uns gibt es keine "Parallelrealklasse")

2.5 Schwierigkeiten im Umgang mit dem TI 92 (7; 95, 156)

- 2501 Problematik der Hilfestellung durch Lehrer und Mitschüler beim Handling
- 2502 Handlingprobleme (wie?, wo?, wann?)
- 2503 Durchlässigkeit zur PC-CAS erreichbar? Gefahr, statt Befehle nur Tastenkombinationen zu lernen
- 2504 Unterschiedliche Gewandtheit der Schüler im Umgang mit dem Gerät
- 2505 Unterschiedliche Geschwindigkeit in der Erlernung der Handhabung des TI (Unterforderung? Überforderung?)
- 2506 Unterschied zwischen Schülern der 5. Klasse die bereits mit CAS-Systemen gearbeitet haben, Großteil nicht
- 2507 Wieviel Zeitaufwand für die Einübung im Umgang mit dem Rechner notwendig ist
- 2508 Unterschiede zwischen technik- bzw. computerinteressierten Schülern und damit nicht versierten Schülern werden vergrößert

3. ALLGEMEINE FRAGEN ZUR REALISIERUNG DES PROJEKTS (10; 190, 188)

- 3001 Einplanung im Zeitrahmen/Zeit?/Zeitfrage (eigene Weiterbildung, Vorbereitung) (3)
- 3002 Überzeugung der Eltern für den Einsatz des TI
- 3003 Finanzierung des Rechners durch die Eltern/Finanzierung (2)
- 3004 Schwierigkeiten bei großen Klassen (wenn viele Fragen der Schüler auftauchen - Überforderung des Lehrers)
- 3005 Was, wenn der Rechner nicht gut ankommt?
- 3006 Druck auf Schüler wird größer, sich mit PC's aufzurüsten (*derive*, *Cabri*, *Mathcad*,...)
- 3007 Defekte Rechner werden problemlos ersetzt? Wichtig bei Prüfungen, daß der TI einwandfrei funktioniert
- 3008 Organisatorische Fragen der Lehrfächerverteilung (Klasse wird eventuell zusammengelegt, welcher Lehrer unterrichtet eine bestimmte Klasse etc.)
- 3009 Wird die Zusammenarbeit unter den Lehrern der jeweiligen Schulstufe klappen
- 3010 Zeitaufwand für die Vorbereitung steigend
- 3011 Stellung der Schüler zum Rechner und dessen Handhabung

4. SONSTIGES (14; 286, 250)

- 4001 Es ist für mich schwierig, mit meiner bisherigen Unterrichtserfahrung Vergleiche anzustellen in Bezug auf die Arbeit ohne TI, weil ich bisher noch keine 6. Klasse in Mathematik unterrichtet habe/?, weil noch unbelastet
- 4002 Wird sich erst zeigen - vielleicht nach dem Seminar, vielleicht nach einem Jahr/Diese treten sicher erst im Laufe der Zeit auf (4)
- 4003 Zur Zeit (noch) keine/? (abwarten)/Weiteres werde ich erst sehen (2)
- 4004 Zu viele, um sie zu formulieren....
- 4005 Von den Eltern werde ich als "Experte" angesehen, was die Wirkung und das Resultat des TI-Einsatzes betrifft. Aus mangelnder Erfahrung fühle ich mich aber nicht als "Experte". Für die Projektteilnahme war aber ein gewisses Maß an "Werbung" nicht unumgänglich. Möchte aber die Arbeit aufgrund dieser Unsicherheit auch nicht verwässern
- 4006 Man müßte mit einer Vergleichsgruppe testen
- 4007 Da ich schon 2 Klassen mit CAS (*derive*) zur Matura geführt habe, habe ich schon gelernt, offene Fragen zu bewältigen. In Hinblick auf den Einsatz des TI sehe ich keine Probleme (größeren), da ich doch schon einen gewissen Erfahrungsschatz einbringen kann
- 4008 Wird mein Unterricht besser?
- 4011 Übernehme die Klasse neu, d.h. zum jetzigen Zeitpunkt kenne ich die Schüler überhaupt nicht
- 4012 Einführung des TI
- 4013 Wird das Design des Unterrichtsversuchs geeignet sein, den Rechner so einzusetzen, daß mathematische Kreativität gefördert wird?
- 4014 Habe auch die graphischorientierten Programme - Mathcad, Mathematica, etc. - kennengelernt und weiß, daß es auch dort Projekte gibt (AMMU). Bin in der Bewertung und Beurteilung hin- und hergerissen. Welche Richtung setzt sich durch? Gibt es eine Auseinandersetzung mit diesen Systemen?

9.4.3 MIT/LFB 98: Fragen 3 und 6 (Erhebung Juni 1998)

Frage 3: Wenn Sie an Ihre Arbeit mit dem TI 92 im laufenden Schuljahr denken, welche Erfahrungen haben Sie im Zusammenhang mit der Tätigkeit in der Projektklasse gemacht?

Frage 6: Wo tauchen bei Schülern im Zuge der Arbeit mit dem TI 92 Ihrer Erfahrung nach Schwierigkeiten auf?

Frage 3 und 6/98	Insgesamt	K-Lehrer	E-Lehrer
N-Fragebogen	59	31	28
N-Ohne Äußerung	2	1	1
N-Auswertbar	57	30	27
N-Kodierungen	338	162	176

Diese beiden Fragen der Erhebung Juni 1998 wurden inhaltsanalytisch gemeinsam ausgewertet und von 57 Lehrern, davon 22 Lehrerinnen, liegen schriftliche Stellungnahmen vor. Es wurden im Durchschnitt 5,9 Äußerungen abgegeben. Bei den Haupt- und Subkategorien sind in Klammer die Anzahl der Lehrer angegeben, die zu dieser Kategorie mindestens eine Stellungnahme abgaben, und nach dem Strichpunkt die Promille jener Lehrergruppe, die mit dem Einsatz von CAS noch keine Erfahrung haben und jenen, die bereits mindestens ein Jahr im Unterricht Computeralgebrasysteme einsetzten.

1. ÄNDERUNGEN IN DIDAKTIK UND METHODIK DES MATHEMATIKUNTERRICHTS DURCH DEN EINSATZ DES TI 92 (32; 533, 593)

1.1 Erweiterte Möglichkeiten in Didaktik und Methodik (20; 267, 444)

- 1101 Man muß Schüler - ähnlich wie im Informatikunterricht - als Tutoren einsetzen / Gute Schüler wurden als Tutoren eingesetzt (2)
- 1102 Verstärkt wurde Gruppenarbeit eingesetzt
- 1103 Offenerer Unterricht / Die Unterrichtseinheiten konnten locker und persönlich gestaltet werden (2)
- 1104 Lehrbuch tritt eher in den Hintergrund
- 1105 CAS bietet interessante Möglichkeiten (2)
- 1106 Viele Möglichkeiten zum Experiment
- 1107 Es wird durch den TI doch einfacher, eine gleichmäßigere Betonung der mathematischen Grundtätigkeiten (darstellend-interpretativ-mathematisierendes, operatives-algorithmisierendes, argumentativ-kritisch-beweisendes, kreativ-heuristisches Arbeiten) zu erreichen
- 1108 Der Zugang zu manchen Themen wird interessanter, weil anschaulicher / Ich schätze vor allem den Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsformen / Visualisierung gelingt gut (3)
- 1109 Mit Begeisterung wurde die Geometrie (Konstruktion von Dreieck, Inkreis, Umkreis, etc.) aufgenommen
- 1110 Vor allem das Arbeiten mit Grafikenster und Tabellenfenster war eine Bereicherung

- 1112 Verallgemeinerungen und Arbeiten mit Variablen (Substitutionen) wurden verstärkt gemacht
- 1113 TI war eine große Hilfe bei der Präsentation der Referate
- 1111 Großer Vorteil des TI in Zusammenhang mit Funktionen - Algebra-, Graphik-, Tabellenfenster / Die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten (als "SOLVE"-Befehle, graphisch, Wertetabelle) waren neu für die Schüler und haben die Problemlösestrategien sicherlich (positiv) vermehrt (2)
- 1114 TI wird vielseitig benutzt
- 1115 Die Möglichkeiten vielfältiger Problemlösestrategien durch den Einsatz des TI tauchen nur selten auf, lassen aber auf höhere Klassen hoffen
- 1116 Anwendbarkeit des Rechners auch im Physikunterricht (Schwingungen, Berechnungen in der Optik, Elektrizitätslehre...)

1.2 Förderung des mathematischen Verständnisses und besserer Einblick in Zusammenhänge(13; 200, 259)

- 1208 Themen wurden intensiver behandelt; Tempo hat sich verringert
- 1201 Bei der Differentialrechnung ist die Veranschaulichung der Funktionen sehr wesentlich - Problemstellung bei Extremwertaufgaben wird dadurch verständlicher (2)

- 1202 Leichteres Verständlichmachen von bestimmten Kapiteln (z.B. Funktionen durch Graph, Table...) / Manche Themen vereinfachen sich um ein Vielfaches (2)
- 1203 Die SchülerInnen beschäftigen sich intensiver mit den Problemen der Mathematik - Ansätze - Lösungswege; das Bearbeiten des Beispiels nach dem Ansatz bereitet bei den meisten dann keine Probleme (2)
- 1204 Intensivere Beschäftigung mit Mathematik, regere Diskussion auch beim Problemlösen / Verstärkte Kommunikation über "Mathematik" und Lösungswege mit dem TI (2)
- 1205 Positive Nebeneffekte, wie Hineinschnuppern in Tabellenkalkulation und bessere Vergleichsmöglichkeiten verschiedener Lösungen möchte ich nicht unerwähnt lassen
- 1206 Wir konnten uns mehr mit inhaltlichen Problemen befassen
- 1207 Oft war eine erweiterte Fragestellung zu gestellten Problemen möglich - Komplexität der Aufgaben wird mehr bewußt
- 1209 Schüler erarbeiteten sich andere Zugänge zu den einzelnen Stoffgebieten als ursprünglich

1.3 Bessere Förderungsmöglichkeiten für Schüler (4; 133, 0)

- 1302 Auch sehr schwache Schüler beschäftigen sich intensiver mit der jeweiligen Materie
- 1303 Mathematisch schwache Schüler sind auch interessiert, sich außerhalb des Mathematikunterrichtes mit dem TI zu beschäftigen (besonders 3D, graphisch; allerdings mit Stoffgebieten, die nicht zum Unterricht gehören)
- 1304 Besseres Gesamtergebnis (kein "Nicht genügend" in Mathematik im Jahreszeugnis)
- 1305 Die Noten sind wenig, aber doch besser geworden, sowohl bei Schularbeiten als auch im Zeugnis

2. AUSWIRKUNGEN AUF DIE SCHÜLER (27; 433, 519)

2.1 Förderung des Selbstbewußtseins, des Lernklimas und der Motivation (20; 367, 333)

- 2101 Größeres Selbstbewußtsein gegenüber Parallelklassen / Selbstbewußtsein der Schüler steigt (auch "Nichtlateiner" haben nun Sachkompetenz, die die vielgelobten Gymnasiasten nicht haben) (2)
- 2102 Die TI-Projektgruppe wurde zu einer "verschwoenen" Gemeinschaft / Mehr Zusammenarbeit zwischen den Schülern (3)
- 2103 "Soziales Lernen" und gegenseitiges Helfen ist selbstverständlich geworden (2)
- 2104 Ein gutes Lernklima hat sich entwickelt
- 2105 Interaktion nimmt zu (Geschickte helfen Ungeschickten)

- 2106 Die Qualität der Schülerfragen hat sich verbessert
- 2107 Mehr Freude der Schüler am mathematischen Arbeiten / Reges Interesse für Mathematik, Programmieren... / Durch den Einsatz des TI im Unterricht ist eine sehr gute Motivation der Schüler beobachtbar (8)
- 2108 Sobald es zur Arbeit mit dem TI kam, waren die Schüler wesentlich leichter zu motivieren als in Phasen ohne TI
- 2109 Klasse hatte auch vorher schon naturwissenschaftlichen Unterricht - in Mathematik ist das Interesse eher gestiegen
- 2110 Motivation von Schülern und Lehrern gestiegen
- 2111 Nach der Einarbeitungsphase haben die SchülerInnen großteils Spaß
- 2112 Freude am Vorführen mit Overhead
- 2113 Manche Schüler sind auf einmal viel motivierter als früher

2.2 Förderung der Selbsttätigkeit (10; 133, 222)

- 2201 Mehr Selbsttätigkeit / Engagierte Schüler (3)
- 2202 Schüler sind zunehmend experimentierfreudiger
- 2203 Später motiviertes und selbständiges Arbeiten mit dem Gerät - Experimentieren der SchülerInnen nimmt zu
- 2204 Das Vertrauen in das eigene Können stieg; die Vielfalt der Lösungswege nahm zu
- 2205 Schüler landen teilweise kreative Lösungen
- 2206 Schüler lernen mit Handbuch umgehen, weil einige immer mehr wissen und können wollen / Allgemein nimmt die Selbstständigkeit zu - Nachlesen im Begleitband von Reichel und Handbuch
- 2207 Vorbereitungen für Referate waren zum Teil sehr gut
- 2208 Der Unterricht wird (aus meiner Sicht) "chaotischer" bzw. positiv formuliert: Die Schülertätigkeiten rücken in den Vordergrund
- 2209 Mit dem Rechner müßte man viel mehr zum Gruppen- und selbsttätigen Unterricht übergehen

2.3 Geringere Belastung der Schüler durch Rechenarbeit (5; 67, 111)

- 2302 Routinen in der Differentialrechnung, Wahrscheinlichkeit und Statistik werden als angenehm empfunden
- 2301 Besonders bei der Analytischen Geometrie wesentlich weniger Rechenaufwand und dadurch Konzentration auf den eigentlichen Lösungsweg möglich
- 2303 Statistische Berechnungen und Berechnungen mit der Binomialverteilung werden wesentlich einfacher
- 2304 Gerät kommt als Rechenhilfe gut an

2305 Weniger klassische Rechenfehler / Auch die meisten der schwachen Schüler wollen nicht mehr auf den TI verzichten, da die Ausführung keine Fehler mehr beinhaltet (2)

3. ALLGEMEIN POSITIVE ÄUßERUNGEN ÜBER DEN EINSATZ DES TI 92 (15; 167, 370)

- 3001 Ich persönlich halte CAS im Mathematik-Unterricht für notwendig - und zwar dringend
- 3002 Durchwegs positive Erfahrungen (2)
- 3004 Partnerschaftlicheres Verhältnis Schüler - Lehrer
- 3005 Vorteil für gute Schüler
- 3006 Kein Nachteil für leistungsschwächere Schüler
- 3007 Die Einführung ging schneller als ich dachte
- 3008 Nach den Startschwierigkeiten ist Routine im Handling eingekehrt / Nach anfänglichen Handlingproblemen, große Sicherheit bei den Schülern (4)
- 3009 Kaum Handlingprobleme (2)
- 3010 Allgemein überraschend hohe Akzeptanz
- 3011 Zu Beginn leichter Widerstand der Schüler - Befürchtung: Es könnte schwerer werden - am Ende des Jahres sehr hohe Akzeptanz; ich habe mich bemüht, die gewohnten Vorgangsweisen nicht zu radikal zu ändern
- 3012 Akzeptanz des Rechners eher gut
- 3014 Rechner war an auftretenden Problemen selten schuld
- 3015 Syntax - die Erziehung zur Genauigkeit ist positiv zu bewerten
- 3013 Die Klasse hat zu 60 % bereits in der 3. Klasse (95/96) den TI als TR verwendet; im 2. Semester der 4. Klasse stieg der Anteil bereits über 90 % und es wurde bereits begonnen, den TI nach Plan einzusetzen; in der 5. Klasse (97/98) wurde daher bereits sehr konzentriert gearbeitet; die wenigen Schüler, die noch Schwierigkeiten hatten, haben sich im Laufe des Jahres abgemeldet, sind am Ende in Mathematik und mehreren anderen Gegenständen durchgefallen

4. NACHTEILIGE AUSWIRKUNGEN AUFGRUND DER ARBEIT MIT DEM TI 92 (57; 1000, 1000)

4.1 Allgemeine Äußerungen über Schwierigkeiten (30; 533, 519)

- 4101 Vermischen der "mathematischen Sprache" mit der "Sprache des TI"
- 4102 Übersetzen des Textes in die Sprache der Mathematik bzw. Interpretation der Lösungen ist schwieriger geworden / TI-Notation sollte noch näher der mathematischen Notation gestaltet werden (3)

- 4103 TI vereinfacht zuviel, nicht leicht zu interpretieren (z.B. Terme) / Rechenergebnis kann nicht interpretiert werden (2)
- 4104 Schwierigkeiten beim Einschätzen, welche Art der Berechnung am sinnvollsten ist - Schüler bleiben oft bei einer Art, weil sie unsicher sind
- 4105 Probleme, wenn Schüler Ergebnisse bekommen, die sie nicht interpretieren können, wenn sie die mathematischen Inhalte nicht gelernt haben (z.B. Steigungswinkel mit Tangens berechnen)
- 4106 Größere Schwierigkeiten in einer 3. Klasse, da schon die Algebra viele Probleme (ohne TI) macht
- 4107 Unterschiedliches Niveau und Tempo (3)
- 4109 Burschen sind begeisterter als Mädchen (auch viel selbständiger)
- 4110 Mathematisch begabte Mädchen sind auch sehr interessiert; mathematisch unbegabte Mädchen sind eher desinteressiert
- 4108 Nicht interessierte Schüler haben oft große Schwierigkeiten mit der Handhabung des Taschenrechners / Die Bedienung des Gerätes zeigt zwei Gruppen von SchülerInnen: a) interessiert - wenig Probleme, viele Fragen; b) nicht interessiert - viele Probleme, wenig Fragen / Uninteressierte Schüler vergessen zwischendurch Handhabung des TI und sind auf Hilfestellung angewiesen - führt teilweise zu Frustration (2)
- 4111 Schüler mit größerer Sicherheit am CAS profitieren, andere nicht (oder hat das mit Neigung und Begabung zu tun) / Besonders bei Schülern mit geringen PC-Kontakten war anfänglich eine Scheu vor dem Gerät feststellbar (2)
- 4113 Wenn sie zuviel programmieren wollen
- 4114 Falls Rezept vorhanden, keine Lust zur Vereinfachung
- 4112 Computerfreaks haben den Rechner gegen ein Reset geschützt und haben viele Informationen (Chemie, Physik...) gespeichert, ohne daß es in VAR-LINK oder MEM ersichtlich wäre
- 4115 Wenn Variablen belegt sind - die schwächeren SchülerInnen verlieren den Überblick
- 4116 Finden eines geeigneten Nachhilfelehrers (2)
- 4117 Schnittstelle: Heft - Rechner - Heft; bei freier Entscheidungsmöglichkeit - wann wird der Rechner verwendet, wann eher nicht
- 4118 Manchmal besteht die Gefahr, daß der Rechner zum "Beweis" für Richtigkeit wird
- 4119 Die Möglichkeiten des TI werden wenig ausgenutzt, geringe Flexibilität im Einsatz / Wenig Kreativität beim Einsatz des TI (sowohl Schüler als auch ich persönlich) (2)

- 4120 Da die Schüler eher zurückhaltend im Ausschöpfen der Möglichkeiten sind, würde ich meinen Einsatz des TI als gemäßigt beschreiben (kaum Module, keine Programme) - ich habe für mich selbst festgestellt, daß mir Einsicht und Festigung des mathematischen Hintergrundes sehr wichtig sind
- 4121 Unterschiedliche Akzeptanz
- 4123 "Computerfreie" Stunden notwendig
- 4124 Man sollte nicht mit Gewalt alle Themenbereiche des Lehrplanes mit dem TI durchführen / Nicht sehr sinnvoll bei der Vektorrechnung in dieser Schwierigkeitsstufe / Man muß aufpassen, daß man den TI nicht zum Selbstzweck macht; es gibt Stoffgebiete, bei denen er weniger bzw. erst später angewendet werden soll (4)
- 4125 Geometrieprogramm sehr zeitintensiv, um das Handling zu erlernen - steht nicht in Relation zum Lerneffekt / Umgang mit der Cabri-Geometrie - habe sie, außer für das Beobachtungsfenster nicht mehr verwendet (2)
- 4126 Frage: Wann wird der Rechner sinnvoll eingesetzt
- 4127 Overhead-Display unbedingt notwendig
- 4128 Lichtverhältnisse sind nicht immer optimal für das kleine Display
- 4129 Große Klasse - OH-Display hinten nicht gut lesbar
- 4130 Große Unterschiede: Verwendung und Nichtverwendung des Gerätes

4.2 Erhöhter Anspruch für das Erlernen der Handhabung des TI 92 (37; 667, 630)

- 4201 Schüler sind bei der Eingabe oft unkonzentriert, da sich Angabefehler nicht mehr negativ auswirken
- 4202 Eingabefehler / Am Anfang viele Eingabefehler: Konzentrierte Eingabe und Überprüfung mußte gelernt werden (3)
- 4203 Klammersetzung (2)
- 4204 Umgang mit Variablen, Variablenverwaltung / (Anfängliche) Probleme mit der Variablenverwaltung (4)
- 4205 Wenn Variablen schon belegt sind / Wenn vergessen wurde, alle belegten Speicher zu löschen, bevor ein neues Problem in der Stunde speicherintensiv bearbeitet wird (8)
- 4206 Wenn im falschen Faktor gearbeitet wird
- 4207 Schreibfehler bei Eingabe von Matrizen / Bei längeren Tippfolgen "verliert man den Faden" (3)
- 4208 Ableseprobleme bei Ausgabe von "großen" Matrizen und "langen" Termen
- 4209 Der Graphik-Editor ist etwas umständlich zu bedienen (5)

- 4210 Schwierigkeiten, Einstellungen am TI richtig zu handhaben / Einstellungen wie MODE, WINDOW... (9)
- 4211 Anfangs Begeisterung - teilweises mühsames Erlernen des Handlings ließ Begeisterung sinken (bei den Schülern!)
- 4212 Das Einarbeiten auf TI - langwierig, zum Teil schwierig / Am Beginn Handlingprobleme (8)
- 4213 Handling / Mit dem TI zu arbeiten ist anstrengender als ohne (5)
- 4216 Handlingprobleme - vermehrt bei Mädchen als bei Knaben
- 4217 Manche Schüler haben Handlingprobleme (manche Schüler beherrschen das Gerät nicht oder schlecht; wissen nicht, was sie tun sollen bzw. können)
- 4218 Das Ordnenhalten des Speichers, der Verzeichnisse, der Variablen führt je nach allgemeiner Arbeitshaltung des Schülers zu Problemen
- 4219 Man muß viel Zeit auf das Handling von CAS verwenden
- 4220 Lästig: unverhoffte Bedienungsprobleme
- 4221 Handling und Protokollführung beanspruchen dennoch eine gewisse Zeit, d.h. für ausgiebiges Experimentieren bleibt nicht allzu viel Zeit
- 4222 In manchen Bereichen/Themen wurde die Mathematik schwieriger (Erlernen der einzelnen Funktionen/Menüs, etc.)
- 4223 Probleme beim Rechnen mit komplexen Zahlen
- 4224 Schwierigkeiten mit Befehlen (2)
- 4225 Manchmal Handlingprobleme
- 4226 Fallweise mehr Handling als Mathematik
- 4227 Strukturerkennungsfehler traten (vielleicht nur deutlicher als sonst) auf: z.B. $3x$ ist gleich 3 mal x , aber ab ist nicht gleich a mal b (2)
- 4228 Schwierigkeiten mit der Syntax (4)
- 4229 Erhöhter Aufwand für das Erlernen wird nicht eingesehen - Schüler "erwarten" sich zuviel

4.3 Mangelnde Festigung des Grundwissens (6; 167, 37)

- 4301 Kopfrechnen/Händische Rechenfertigkeit wird vernachlässigt (2)
- 4302 Schüler verlassen sich sehr auf den TI; in gewissen Bereichen wird händisches Rechnen vernachlässigt bzw. vergessen; Schüler wissen bei Verwendung von Formeln oft keinen Hintergrund
- 4303 Bezüglich händisches Rechnen weist der TI denselben Reiz wie andere Rechner auf (2)
- 4304 Geringe Bereitschaft im Unterricht Erarbeitetes durch Übung zu festigen; es herrscht das Gefühl: "Der TI wird das schon machen"; auch einfachste Begriffe und Definitionen werden im Texteditor abgespeichert; man verläßt sich darauf diese Information im Bedarfsfalle abzurufen

4.4 Befürchtung, daß die Leistungsunterschiede der Schüler verstärkt werden (8; 200, 74)

- 4401 Teilweise waren schlechtere Schüler total überfordert / Langsamere, lernschwächere Schüler verlieren leicht den Anschluß (Abhalten eines Förderkurses) (2)
- 4402 Die besseren Schüler nutzen die Möglichkeiten des Rechners optimal; schlechtere Schüler verwenden den Rechner seltener, haben daher weniger Erfahrung und Übung sowie mangelndes Selbstvertrauen, Schwierigkeiten bei der Dokumentation - für diese Schüler müssen Beispiele und Handling geübt werden, was sehr zeitaufwendig ist
- 4403 Für "gute" Schüler ist der TI eine echte Hilfe, sie setzen das Gerät fantasievoll ein; für "schlechte" Schüler ist er eher eine zusätzliche Belastung, von ihnen wird der TI "kochrezeptmäßig" eingesetzt (2)
- 4404 Nicht bei allen Schülern kam der Rechner gut an; vorwiegend bei lernschwachen Schülern gab es Probleme; für gute Schüler war der Rechner eine Bereicherung
- 4405 Zuerst große Begeisterung bei allen Schülern, die bei einem Teil anhielt, bei schwächeren Schülern aber abflaute, als sie merkten, daß der TI nicht alle ihre Probleme löst und die Bedienung erarbeitet werden muß
- 4407 Die Kluft zwischen guten und schlechten Schülern wird größer (Sehr gute Schüler interessierten sich sehr dafür, weniger gute "spielten" viel und verloren das Interesse an der "alten", händischen Mathematik, die aber unbedingt in der 3. Klasse trotzdem noch nötig ist) (2)
- 4408 Begeisterte Schüler, aber auch überforderte Schüler

4.5 Zu hohe Anforderungen an die Schüler durch den Einsatz des TI 92 (17; 267, 333)

- 4501 Ich habe am Anfang zu große Anforderungen an die Schüler gestellt: Die Schüler brauchten bei der Schularbeit viel zu lange und wurden nicht fertig; erst bei der letzten Schularbeit funktionierte die Arbeit mit dem TI (2)
- 4502 Als Problem hat sich erwiesen, daß ich die Klasse neu übernommen habe - sie ist ein Konglomerat aus zwei Realgymnasienklassen, 4 SchülerInnen, die die Klasse wiederholen mußten und 4 SchülerInnen, die aus dem Gymnasium herüberwechselten; ich habe mich zwar sehr bemüht, den Stoff langsam und sorgfältig aufzubereiten, aber die Bedienung des Rechners erwies sich bei einigen Schülern als Problem, und dazu noch die neuen Inhalte

- 4503 Habe anfangs zuviel Handling-Wissen in die Kinder hineingestopft, damit ich rechtzeitig zum Beobachtungsfenster komme - mache ich nächstes Jahr sicher langsamer!
- 4504 Die Bewältigung des Lehrstoffes und des Handlings stellten für manche eine große Hürde dar; es lag vielleicht auch daran, daß ich zuviel Handling den Schülern zumutete und das vielleicht etwas langsamer anpacken hätte sollen (im Laufe des Schuljahres verbesserte sich die Situation)
- 4505 Wenn zuviel Neues auf einmal kommt (Theorie und Handling des TI) / Algebra und TI-Umgang scheint manche Schüler zu überfordern (4)
- 4506 In dieser Klasse war es nicht möglich, völlig neue Wege mit Programmieren eigener Lösungsabläufe zu gehen / Selbständigkeit der Schüler würde verbessert, aber: Widerstand der Schüler - Rezepte sind beliebter (3)
- 4507 Anfangs beim Programmieren - es sollten in der Vektorrechnung eigene Module erstellt werden, wobei zu diesem Zeitpunkt der Stoff der Vektorrechnung eigentlich nicht ausreichend gefestigt war: Die Umsetzung der Algorithmen in die Sprache des TI bereitete Schwierigkeiten, noch dazu ging bei einfachen Aufgaben (Halbierungspunkt, Normalvektor) die Lösung im Kopf schneller... / Relativ komplexe Eingaben bei Vektorrechnung (2)
- 4508 Mehr Zeitdruck und mehr Stoffdruck (man kann nicht alles machen, wenn man den TI zusätzlich verwendet) - Wissenskonflikt - was weglassen
- 4509 Die Ansprüche der Beobachtungsfenster waren teilweise zu hoch
- 4510 Die Fehlermeldungen können (auch gute) Schüler frustrieren / Vor allem dann, wenn Dinge am TI nicht so funktionieren, wie es erwartet wird: Fehlermeldungen werfen die Kinder, aber schon oft auch die Lehrer aus der Bahn (2)
- 4511 Bearbeitungszeit der Beispiele bei Schularbeiten wird größer, z.B. Gefahren bei belegten Variablen
- 4512 Die Schwierigkeiten der Schüler liegen darin, daß der Mathematikunterricht eigentlich schwieriger wurde, da das Rechnen jeglicher Art der TI übernehmen kann, und sie jetzt mehr denken müssen als vorher

4.6 Technische und organisatorische Schwierigkeiten (15; 100, 444)

- 4601 Wenn falsche Einstellungen (MODE) vorgenommen wurden (durch Scherzbolde!)
- 4602 Unterschiedliche Einstellungen lieferten andere Ergebnisse als auf Display abzulesen waren (anfangs viel Zeitaufwand) / Unterschiedliche Grundeinstellungen lieferten scheinbar verschiedene Ergebnisse bzw. Fehlermeldungen (4)

- 4603 Durch Spiele wird die Grundeinstellung verändert - Zurückstellung für Schüler oft schwer (oder alles löschen!) (2)
- 4604 Produktionsfehler beim Überspielen von Daten (Anschluß defekt)
- 4605 Gelegentlich Rechnerabstürze / Manche Geräte "stürzen" aus oft unerklärlichen Gründen ab - Demotivation (andererseits "verfallen" die SchülerInnen so nicht völlig dem Gerät) (2)
- 4606 Probleme mit dem Gerät - z.B. unmotiviertes Reset: Dadurch manchmal umsonst gerechnet, wichtige Speicherinhalte gehen verloren / Die Computer machten des öfteren bei gleicher Bedienung unterschiedliche Sachen - nur ein vollständiges Reset konnte helfen, was zum Verlust der gespeicherten Sachen führte (2)
- 4607 Etwas deprimierend waren die vielen Situationen, in denen der Taschenrechner nicht funktionierte es gab riesige Probleme, da offensichtlich hier eine Serie dabei war, die nicht einwandfrei arbeitete
- 4608 Batterieausfall während der Schularbeit und Defekte, auf die ich nur mit einem Reservegerät reagieren könnte / Batterieausfall (2)
- 4609 Einsatzbereitschaft der Geräte
- 4610 Manche Funktionen sind noch nicht ausgereift, numerische Verfahren teilweise nicht sauber integriert

4.7 Unsicherheit und erhöhter Aufwand bei/durch Verschriftlichung des Lösungswegs (15; 233, 296)

- 4701 Probleme bei der Dokumentation (3)
- 4702 Eventuell bei der Genauigkeit der Dokumentation (Hausübung)
- 4703 Hausübungen vollständig - unsicher, ob abgeschrieben, da oft kurz zu dokumentieren
- 4704 Probleme bei der Dokumentation des Lösungsweges von Beispielen bei Schularbeiten
- 4705 Schwierigkeiten hinsichtlich einer ausreichenden Dokumentation für alle Punkte bei Schularbeiten und bei Hausübungen
- 4706 Dokumentation im Schulübungsheft: Viele möchten eine geordnete Vorgabe, wie sie das Erarbeitete übertragen sollen; es scheint schwierig zu sein (oder zu unbequem), aus einigen genau vorgegebenen Dokumentationen bei Einführungsaufgaben auf selbständige Dokumentationen bei weiteren Übungsaufgaben zu kommen
- 4707 Mehr Konzentration auf die Dokumentation
- 4708 Keine Zeitersparnis - aufwendige Dokumentation
- 4709 Dokumentation ist den Schülern lästig
- 4710 Das Dokumentieren der Arbeit mit dem TI war mühevoll und für manche lästig

- 4711 Die Schüler müssen es lernen, ihre Arbeit am TI sinnvoll und ausreichend zu dokumentieren / Dokumentation - (Zer-)Gliederung (4)

- 4712 Dokumentation der Schul- und Hausübungen

4.8 Zusätzliche Erschwernisse für den Lehrer (19; 267, 407)

- 4801 Manchmal erfordert die Behandlung einer Problemstellung mittels TI eine andere Vorgangsweise als die handschriftliche Bearbeitung / Andere Bearbeitung eines Problems im Vergleich mit dem Buch (3)
- 4802 Schwierigkeiten wegen verstärkter Notwendigkeit des Erklärens, Begründens, Argumentierens
- 4803 Die Klasse ist allgemein nicht sehr leistungsbereit und eher unruhig - bei 30 Schülern weiß man oft nicht, wo man anfangen soll, wenn einige Probleme mit dem TI haben / Bei größerer Schülerzahl ist die Zeit viel zu kurz (3)
- 4804 In großen Klassen wird die Arbeit in der Klasse schwieriger, besonders dann, wenn das Leistungsniveau einzelner Schüler sehr unterschiedlich ist (2)
- 4805 Zahlreiche fotokopierte Übungszettel halfen über die Hürde des mühsamen Erlernens des Handlings (2)
- 4806 Probleme bei der Erarbeitung bzw. Durchführung von Arbeitsblättern (Projekt), die nicht der Klassenlehrer erstellt hat; Kinder sind sehr auf die Sprache und Eigenheiten ihres Klassenlehrers fixiert, die Arbeitsblätter des Projekts haben wegen anderer Schrift (!) bzw. nicht gewohnter Formulierung Probleme gemacht - beim 2. Beobachtungsfenster habe ich daher manches geändert und meiner Klasse besser angepaßt
- 4807 Mehr Arbeitsblätter erforderlich, um individuelles Arbeiten zu ermöglichen
- 4808 Vorbereitung oft lange, weil zuwenig ausgebildet, zuwenig Hilfestellung; Gefühl als "einsamer Kämpfer"
- 4809 Es ist viel mehr Erfahrung notwendig zum Einsatz - in manchen Fällen konnte ich erst hinterher feststellen, daß es mit dem Rechner anders sinnvoller gewesen wäre
- 4810 Gute Organisation des Unterrichts erforderlich (Vorbereitung)
- 4811 Aufwendige Vorbereitungsarbeit durch Aufarbeitung der Stoffgebiete für den Unterricht mit dem TI (2)
- 4812 Man benötigt mehr Beispiele - diese müssen auf die Verwendung von CAS abgestimmt sein (2)
- 4813 Die Vorbereitung der Unterrichtsunterlagen dafür sind sehr aufwendig
- 4814 Oft lange Vorbereitung - trotzdem unerwarteter Stundenverlauf

- 4815 Für die 3. Klasse muß ich zusammenfassend sagen, daß der große Arbeitsaufwand meinerseits in keiner Relation zur Vergrößerung des mathematischen Wissens der Schüler steht
- 4816 Der Unterricht wird zeitaufwendiger, zu bestimmten Themen bin ich gar nicht gekommen
- 4817 Sehr hoher Zeitaufwand / Zeitproblem (3)
- 4818 Zeit schwer einschätzbar (Schulübung, Schularbeit)
- 4819 Gelegentlich mathematische Probleme aufgrund andersartiger, nicht auf Rechentechnik bezogener Fragestellungen
- 4820 Die Arbeitsblätter wurden von den Schülern anfangs als lustig, aber nicht zum Stoff gehörend angesehen - erst im Laufe des Jahres wurden die Schüler im Umgang mit den Arbeitsblättern vertraut

4.9 Mangelnde bzw. unklare Fehlermitteilungen (11; 267, 111)

- 4901 Fehlermeldungen oft nicht plausibel (2)
- 4902 Deuten von Fehlermeldungen / Einige SchülerInnen (2 - 3) können mit den Fehlermeldungen nichts anfangen (Englisch) (5)
- 4903 Schwierigkeiten bei Fehlermeldungen (3)
- 4904 Schwierigkeiten bei der Fehlersuche (2)

- 4905 Handbuch teilweise unverständlich

5. SONSTIGE ÄUßERUNGEN (12; 167, 259)

- 5001 Wenig Defekte bei Geräten
- 5002 Defekte Geräte wurden problemlos ausgetauscht
- 5003 Gerät muß transportiert werden - manchmal wird es vergessen (5)
- 5004 Verteilung der Beurteilung gegenüber Vorjahr verschoben
- 5005 Keine nennenswerten Leistungsunterschiede zum Vorjahr
- 5006 Ein Vater hat extra für das Unterrichtsprojekt einen Overhead-Projektor zur Verfügung gestellt
- 5007 Teilweise zu wenig Zeit meinerseits (persönlich bedingt)
- 5008 Für andere Fächer und als Formelbank wurde der TI eher nicht verwendet
- 5010 Keine weiteren Erfahrungen - waren ähnlich wie beim *derive*-Einschub
- 5011 Wegen meines Mutterschutzes konnte ich nur zwei Monate mit meiner Klasse am TI arbeiten (Gleichungen und Gleichungssysteme)

9.4.4 MIT/LFB 98: Frage 8 (Erhebung Juni 1998)

Frage 8: Beschreiben Sie bitte Ihre Erfahrungen mit dem zweiten Beobachtungsfenster. Denken Sie dabei an Aspekte der Organisation, an die didaktische und inhaltliche Gestaltung sowie an den Lernertrag und die Rückmeldungen der Schüler zu diesem Beobachtungsfenster.

Frage 8/98	Insgesamt	K-Lehrer	E-Lehrer
N-Fragebogen	59	31	28
N-Ohne Äußerung	3	2	1
N-Auswertbar	56	29	27
N-Kodierungen	153	67	86

Die Frage 8 nach den Erfahrungen mit der Durchführung des zweiten Beobachtungsfensters beantworteten 56 Lehrer, davon 21 Lehrerinnen. Im Durchschnitt wurden 2,7 Äußerungen abgegeben. Bei den Haupt- und Subkategorien sind in Klammer die Anzahl der Lehrer angegeben, die zu dieser Kategorie mindestens eine Stellungnahme abgaben, und nach dem Strichpunkt die Promille jener Lehrergruppe, die mit dem Einsatz von CAS noch keine Erfahrung haben und jenen, die bereits mindestens ein Jahr im Unterricht Computeralgebrasysteme einsetzten.

1. POSITIVE ERFAHRUNGEN HINSICHTLICH AUFBAU UND DIDAKTISCH-INHALTLICHER STRUKTUR DES ZWEITEN BEOBSACHTUNGSFENSTERS (26; 517, 407)

1.1. Allgemein positive Äußerungen zur Organisation und Durchführung (15; 276, 259)

- 1101 Aufbau des Beobachtungsfensters sehr gut
- 1102 Das zweite Beobachtungsfenster war schon viel besser organisiert als das erste (2)
- 1103 Besser angekommen als das erste Beobachtungsfenster, da fast nur Beispiele
- 1104 Das zweite Beobachtungsfenster war wesentlich besser als das erste, da die Schüler klarer vor Augen hatten, was sie wie ausfüllen mußten
- 1105 Organisation war gut / Keine organisatorischen Probleme (2)
- 1106 Kein Problem mit der Organisation - Arbeiten mit TI gewohnt
- 1107 Im HOME-Screen gibt es fast keine Handlingprobleme
- 1108 Organisation durch Display kein Problem
- 1109 Erfahrungen waren sehr gut (4)
- 1110 Positive Rückmeldung / Bei Schülern gut angekommen (3)
- 1111 Seitens der Schüler keine Klagen vernommen

1.2 Gute zeitliche Organisation des zweiten Beobachtungsfensters (8; 138, 148)

- 1201 Positiv: War nicht so straff vorgegeben wie das erste Beobachtungsfenster - dadurch konnte man es eher an die Klasse anpassen
- 1202 War besser organisiert; man stand unter keinem Zeitdruck und hatte daher genügend Zeit mit den Schülern zu üben / War weniger stressig als erstes (3)
- 1203 Die durch Schularbeit, Schikurs, Osterferien sehr in die Länge gezogene Vorbereitung hatte durchaus positive Aspekte: Wiederholen, Einüben
- 1204 Durch den Einbau des zweiten Beobachtungsfensters in eine Schularbeit war das Zeitproblem (im Vergleich zum ersten Beobachtungsfenster) nicht gegeben (2)
- 1205 Da das von mir ausgearbeitete zweite Beobachtungsfenster den Abschluß der Analytischen Geometrie mit dem TI nach einer langen White-Box-Phase untersuchen sollte, paßte es bei mir zeitlich genau und löste bei fast allen Schülern große Zustimmung aus (Zustimmung zum modularen Arbeiten, unterstützt durch die Möglichkeiten des TI)

1.3 Positive Beurteilung der didaktisch-inhaltlichen Gestaltung (13; 310, 148)

- 1301 Didaktisch war es sehr gut aufbereitet
- 1302 Das zweite Beobachtungsfenster war didaktisch besser aufbereitet als das erste

- 1303 Es war besser zu bewältigen als das erste, da die Unterlagen (Arbeitsblätter) weniger umfangreich, gleichzeitig klarer formuliert waren
- 1304 Die Methoden, vor allem die Rekursion wurden von den Schülern gut aufgenommen
- 1305 Didaktische und inhaltliche Gestaltung war in Ordnung/hervorragend, die Durchführung verlief plangemäß und problemlos (2)
- 1306 Das zweite Beobachtungsfenster war gut vorbereitet und bereitete keinerlei Problem
- 1307 Ich konnte mich selber mit der Aufbereitung des Stoffes sehr gut identifizieren
- 1308 Die Fragestellung entsprach "typischen" mathematischen Lehrervorstellungen, damit war Vorbereitung, Durchführung und Auswertung für Schüler und Lehrer kein Problem (2)
- 1309 Das zweite Beobachtungsfenster war inhaltlich gut aufgebaut
- 1310 So hat sich hier einiges angeboten zu diskutieren wie stetige und diskrete Funktionsgraphen, Unterschiede in der Modellbildung...
- 1311 Inhaltlich für die Schüler sehr gut verständlich / Aufgaben waren gut zu bewältigen - ähnliche Beispiele konnten ohne größere weitere Behandlung in Schularbeiten eingesetzt werden (3)
- 1312 War sehr praxisbezogen

2. FÖRDERLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DIE SCHÜLER (21; 241, 519)

2.1 Motivationsteigerung und positives Unterrichtsklima (9; 103, 222)

- 2101 Praxisorientierung wirkte motivierend
- 2102 Die Schüler waren bei Diskussionen sehr engagiert und motiviert
- 2103 Zusätzliche Fragestellungen von Schülern aufgeworfen / Viele Rückfragen, die mathematisch interessant waren (2)
- 2104 Fragestellungen wurden bald komplex - Interesse der Schüler konnte verstärkt geweckt werden, Eigeninitiative beim Suchen von Lösungsstrategien, Finden von Modulen
- 2105 Die Schüler fühlten sich durchwegs positiv durch das zweite Beobachtungsfenster in ihren Bemühungen bestätigt - sie empfanden das Beobachtungsfenster als Bereicherung des Unterrichtes, kamen gut damit zurecht und versuchten auch recht erfolgreich modular zu arbeiten
- 2106 Schüler am Thema (Wahrscheinlichkeit) sehr interessiert - daher auch leistungsbereit
- 2107 Schüler arbeiten in der Schule sehr motiviert / Gute Mitarbeit (3)
- 2108 Gruppenarbeit bei der Erarbeitung der Formeln, etc. machte großen Spaß
- 2109 Der Pretest wurde, da von der Art her schon bekannt, gut angenommen

2.2 Positiver Lernerfolg (13; 172, 296)

- 2201 Lernertrag nach meiner Einschätzung (recht) gut/positiv (2)
- 2202 Schüler waren in der Lage alle verwendeten Formeln bzw. Funktionen anzuwenden und gestellte Aufgaben zu lösen, einschließlich der zugrunde liegenden theoretischen Fragen / Beobachtungsfenster wurde von den Schülern gut angenommen und auch (bis auf einen Punkt, der im Unterricht nicht vorgekommen war) erfolgreich gemeistert (2)
- 2203 Die Thematik wurde von den Schülern gut verarbeitet und auch bei der nachfolgenden Schularbeit ausreichend gut angewendet
- 2204 Das einfache Tabellieren hat bei vielen positiv gewirkt
- 2205 Lerninhalte auch von schwächeren Schülern gut erfaßt und eingeübt / Auch die weniger begabten SchülerInnen hatten hier geringe Schwierigkeiten passende Modelle aufzustellen und die Unterschiede z.B. graphisch oder aus der Tabelle heraus zu begründen (3)
- 2206 Pretest und Posttest gut ausgefallen
- 2207 Wachstumsprozesse wurden gut erfaßt
- 2208 Die Dokumentation gelang wesentlich besser als beim ersten Beobachtungsfenster
- 2209 Bei den Berechnungen mit diversen Formeln gab es keine Probleme

2.3 Erleichterungen für die SchülerInnen durch den Einsatz des TI 92 (3; 0, 111)

- 2301 Bei komplexeren Fragestellungen bleiben die Schwierigkeiten in der Formalisierung von Text - der TI ist aber als Hilfsmittel, gerade um diese Hürde zu erleichtern, sehr wertvoll
- 2303 Schüler hat den Vorteil, daß er z. B. bei Schularbeiten die Richtigkeit der Lösung kennt (2)
- 2304 Die Formeln sind gut angekommen - das Rechnen wird vereinfacht; man kann auch mit großen Zahlen rechnen

3. NEGATIVE ERFAHRUNGEN MIT DER ZEITLICHEN UND DIDAKTISCH-INHALTLICHEN AUSFÜHRUNG DES ZWEITEN BEOBSACHTUNGSFENSTERS (39; 621, 778)

3.1 Schwierigkeiten mit Zeitaufwand bzw. Durchführung des zweiten Beobachtungsfensters (28; 448, 556)

- 3107 Habe manches gekürzt, gestrafft
- 3101 Konnte bei uns nicht durchgeführt werden da die Schüler ab Anfang Juni nicht mehr in der Schule waren / Konnte bei uns aus Zeitmangel nicht durchgeführt werden, da unser Schuljahr wegen Umbaus früher endete (2)

- 3102 In der 7a-Klasse (Gymnasium) konnte das zweite Beobachtungsfenster nicht durchgeführt werden, weil der Zeitaufwand dafür zu groß ist, ich als Klassenvorstand auch andere Aufgaben erledigen muß, öfters Stunden ausfallen, ich durch Stoffrückstand nicht die Zeit dazu hatte
- 3103 Zeitrahmen durch "Schulalltagsprobleme" schwierig zu halten (Overhead/TI fällt aus...)
- 3104 Dinge, die aus Zeitgründen noch nicht behandelt werden konnten, müssen am Anfang der 6. Klasse gleich aufgearbeitet werden (Projekt)
- 3105 Das zweite Beobachtungsfenster hat praktisch das gesamte zweite Semester beansprucht
- 3109 Höherer Zeitaufwand / Zeitliche Probleme / Aufwendige Organisation (3)
- 3110 Zeitlich für mich ein Problem der Einordnung in den Stoffzeitplan / Die zeitliche Struktur hat den Fluß des Lehrstoffes unterbrochen (2)
- 3112 Einteilung in Stundenziele schwierig
- 3113 Alle Testaufgaben für mich zu spät gekommen - Vereinbarungen von St. Pölten nicht eingehalten
- 3114 Die Unterlagen dazu kamen viel zu spät und brachten die gesamte Planung durcheinander; es gab zusätzliche, nicht geplante Stoffgebiete (2)
- 3115 Zeitpunkt war ungünstig: Wienwoche, Schularbeiten - Inhalte des Beobachtungsfensters mußten in völlig anderen Lehrstoff hineingepreßt werden
- 3116 Das einzige Problem war, daß ich zu spät mit dem Stoff soweit war, um es durchführen zu können; so fiel es mit dem letzten Prüfungsstreß in allen Fachbereichen zusammen
- 3117 Das zweite Beobachtungsfenster fiel mir in eine ungünstige Zeit des Unterrichtsjahres (Matura, Schularbeiten in anderen Klassen...) - war große zusätzliche Belastung (2)
- 3118 Zu spät durchgeführt - Schüler nicht mehr motivierbar / Zweites Beobachtungsfenster viel zu spät angesetzt (Mitte Mai, Anfang Juni): Bei den SchülerInnen zeigten sich schon deutliche Ermüdungserscheinungen - nach Rückmeldung der Schüler wurde das zweite Beobachtungsfenster nicht mehr so ernst genommen (4)
- 3123 Große organisatorische Probleme, da zweites Beobachtungsfenster eher umfangreich und andererseits aufgrund von Sportwoche und Seminaren kein kontinuierlicher Unterricht möglich war
- 3120 Bearbeitungsfenster-Aufgabe eher schlecht ausgefallen, da zeitlich ungünstig gelegen (zu spät)
- 3119 Das Material zum zweiten Beobachtungsfenster traf bei mir sehr spät ein: Ich wußte nicht, was ich vom Stoff machen sollte, und was vielleicht eine Vorwegnahme des Fensters wäre; letztlich hat sich herausgestellt, daß wir viele (zu viele) Funktionen bereits programmiert hatten - das Beobachtungsfenster beschränkte sich lediglich auf Funktionen des TI; für die SchülerInnen war es nicht einzusehen, warum sie die erarbeiteten Funktionen nicht einsetzen sollten (2)
- 3121 Als negativ hat sich sicher ausgewirkt, daß zwischen Anfang und Ende durch einige entfallene Stunden, sowie Schikurs und Osterferien vier Wochen vergingen - das gemeinsame Schularbeitsbeispiel zu diesem Thema fiel eher schlecht aus, da die Schüler dieses Kapitel beim Lernen ausgelassen hatten ("War zu lange her!") (2)
- 3122 Durch Schikurs, Semesterveranstaltungen, usw. im 2. Semester vorgegebenes Stundenausmaß für zweites Beobachtungsfenster erfüllt, jedoch über einige Wochen insgesamt sich ziehend - es waren immer wieder kurze Wiederholungen notwendig
- 3124 Die explizite Schreibweise wurde vielleicht etwas zu spät eingeführt / 6. Klasse - Wachstumsprozesse: Rekursiver Ansatz zum Einstieg sehr wohl sinnvoll; war aber viel zu breit angelegt, viel zu später Übergang zur expliziten Darstellung
- 3125 Die Berechnung des Abstandes in Einzelschritten war ein Schularbeitenbeispiel und dort ziemlich aufwendig - das Beobachtungsfenster kam zu einem Zeitpunkt, als die Schularbeiten vorbei waren und sich eigentlich große Lustlosigkeit breit machte; noch dazu war das Stoffkapitel zur Genüge abgehandelt
- 3.2 Unzufriedenheit mit den inhaltlichen Vorgaben (19; 276, 407)**
- 3201 Inhaltlich gab es bei manchen Beispielen Auffassungsunterschiede / Schwierigkeiten mit Erfassen des Textes - mehrdeutige Auffassungen (2)
- 3202 Einzelarbeit im Beobachtungsfenster war weniger lustig - einige sind mit der Fragestellung nicht zurechtgekommen und waren frustriert / Verunsicherung der Schüler bei Fragestellungen, wie: "Wähle ein geeignetes Modul" - "Hier gibts ja nichts auszurechnen" (2)
- 3203 Bearbeitungsfenster-Aufgabe als Wiederholung vor der Schularbeit und als Vorbereitung für den Posttest ganz gut "umfunktioniert"
- 3204 Das Zusatzbeispiel zu den Hotelreservierungen war meiner Meinung nach an dieser Stelle nicht sinnvoll
- 3205 Arbeitsblätter sind nötig, aber noch nicht ausgereift

- 3206 Der zweite Teil, die Einzelarbeit an Beispielen, ging voll daneben: Die Arbeitsblätter stießen auf totale Ablehnung durch meine Schüler; sie taten einfach nichts; eine Auswertung meinerseits wäre wenig sinnvoll
- 3207 Beispiele im Buch fast unbrauchbar (Szirucsek)
- 3208 Bin mit dem 2. Beobachtungsfenster sehr unzufrieden: Die Anwendungsbeispiele wären viel leichter mit Wachstumsfunktion (e-Potenz) zu lösen, anstatt mit geometrischer Folge; meinen Schülern wurden von anderen Personen (SchülerInnen, LehrerInnen) die Beispiele immer anders erklärt; sinnlos, Methoden zu verwenden, die komplizierter sind
- 3209 Ich finde, die Schüler sollen die Vektorrechnung erst einmal verstehen, bevor sie den TI mit seinen Modulen benutzen, da das Handling relativ kompliziert ist; dementsprechend mußte ich feststellen, daß der TI bzw. die Module fast nicht genutzt wurden, das meiste wurde händisch gerechnet
- 3210 Einige Beispiele sind nicht durchführbar, da ich schon glaube, daß der mathematische Hintergrund vorhanden sein muß, bevor man solche Beispiele löst, auch wenn es durch den SOLVE-Befehl einfach wird / Der TI hilft nicht oder wenig, wenn der Inhalt nicht verstanden wurde (gilt für das Testen von Formeln) (2)
- 3211 Ich habe mehr Zeit als vorgesehen benötigt, um auch das mathematische Verständnis zu sichern - viel Zeit für Vergleichen und Besprechen notwendig / Der Stoff fiel den Schülern grundsätzlich schwer zu verarbeiten (gewisse Fehler beim händischen Rechnen traten immer wieder auf) / Vor der Schularbeit kam jedoch wieder die Rückmeldung, daß sie das Wachstum nicht verstanden hätten, weil - so vermute ich - ein paar Aufgaben zu schwer, für die Schüler verunsichernd waren (3)
- 3212 Von schwächeren Schülern als schwierig eingestuft
- 3213 Beobachtungsfenster war eigentlich eine Leistungsfeststellung wie eine Schularbeit, kaum Platz für Originalität, Kreativität
- 3214 "Geometriefenster" unbrauchbar
- 3215 Didaktische und inhaltliche Gestaltung: Die Idee des modularen Arbeitens - das zentrale Thema des zweiten Beobachtungsfensters - war vielleicht etwas zu wenig genau herausgearbeitet (dafür ist aber die Gruppe als ganze zuständig)
- 3217 Klare Lernzielvorgabe nicht erkennbar, daher selbst festgelegt
- 3218 Relativ lange Gewöhnungsphase an experimentelles Arbeiten (möglicherweise in Zusammenhang mit der Größe der Klasse)
- 3219 Aufgaben mit Lehrplanüberschreitungen nicht sinnvoll / Das Berechnen des Abstandes eines Punktes von einer Geraden mit der Abstandsformel ist nicht Stoff der 5. Klasse, daher wurde die Formel auch nicht im Unterricht erarbeitet (2)
- ### 3.3 Kritische Anmerkungen zum Posttest (4; 69, 74)
- 3301 Die Posttestfragen wurden als schwierig empfunden
- 3302 Die Frage 3a vom Posttest hatte meiner Meinung nach mit einer Binomialverteilung überhaupt nichts zu tun, sodaß ich sie für die Schüler umformulierte
- 3303 Posttest ging meiner Meinung nach am Test der Hypothese vorbei
- 3304 Da ich nicht beim Seminar in St. Pölten im Februar teilnehmen konnte, war für mich sehr problematisch, daß der Erwartungshorizont bei den Pretest- und Posttestfragen und auch den Hausübungen sehr ungenau war; es fehlten die Lösungen, überhaupt, wo Fehler im Skriptum vorlagen
- 3305 Wurde von den Schülern nicht ernstgenommen - die Auswertung sollte, entgegen ursprünglichen Abmachungen, von mir vorgenommen werden, es wurden aber keine deutlichen Auswertungskriterien bekanntgegeben; eigene Kriterien aufzustellen, ist bei einer bundesweiten Untersuchung keinesfalls sinnvoll
- ## 4. UNGÜNSTIGE KONSEQUENZEN FÜR DIE SCHÜLER (8; 103, 185)
- ### 4.1 Mangelnder Lernertrag (5; 103, 74)
- 4101 Teilweise waren die Schüler von den vorangegangenen Arbeitsblättern so gesättigt, daß die Lust und Motivation sehr minimal war - Ertrag war nicht so hoch, wie von mir erwartet
- 4102 Für wenige Schüler stellte es eine Überforderung dar
- 4104 Es war bei den Schülern zu beobachten, daß sie einige Testverfahren selbst gefunden haben, aber diese dann nur selten angewandt haben
- 4105 Lernertrag des Beobachtungsfensters war gleich Null: Es ging nur um Abfrage von fachlichen Inhalten und Handling; der mit eigenen Beispielen abgehaltene Posttest verlief zufriedenstellend
- 4106 Schüler kümmern sich nicht um Festigung des Stoffes / Der Lernertrag ist wegen der Faulheit der Schüler bescheiden
- 4107 Die Formeln wurden teilweise automatisch verwendet - auch dort, wo sie nicht hingehören

4.2 Handlingprobleme mit dem TI 92 (3; 0, 111)

- 4201 Selbstdefinierte Routinen und vorgegebene Routinen, wie bnp bzw. binrek, haben viele Schüler irritiert
- 4202 Warum bei der Eingabe für die Histogramme $c2=seq(bnp(123,.3,c1[n]),n,1,16)$ statt $c2=seq(bnp(123,.3,n),n,1,16)$ eingegeben werden soll, war nicht klar
- 4203 Teststrategien müssen erst gelernt werden

5. ALLGEMEIN NEGATIVE ÄUßERUNGEN (4; 69, 74)

- 5001 Eher negative Rückmeldung
- 5002 Mit Sicherheit kann ich nur sagen, daß meine Schüler es genauso gut wie ohne TI beherrschen / Ergebnisse der Klasse waren erstaunlich gut, aber ich glaube nicht, daß dies vom TI abhängt - viele Schüler haben es abgelehnt ihn einzusetzen, weil sie sich beim Strukturerkennen sehr sicher fühlten (2)

- 5003 Sprachliche Probleme (von 21 Schülern sprechen ca. 10 - 12 zu Hause nicht Deutsch) sind bei der Umsetzung der Angabe in die Rechnung bei der Wahrscheinlichkeitsrechnung relativ groß

6. SONSTIGES (7; 103, 148)

- 6001 Entwicklungen bis hin zur Matura beobachten - Matura mit TI
- 6002 Für mich derzeit schwer einschätzbar, was im Hinblick auf Anknüpfungspunkte in der 7. bzw. 8. Klasse bleibt
- 6003 Formeln, Üben, Testen, Termstrukturen / Beobachtungsfenster: Formeln ergänzen - Testen (2)
- 6004 Leider noch nicht gemacht, mach' ich nächste Woche
- 6005 Keine Erfahrung, da ich bedingt durch meinen Schiunfall im 2. Semester im Krankenstand war
- 6006 Wurde nicht durchgeführt

9.4.5 MIT/LFB 98: Frage 10 (Erhebung Juni 1998)

Frage 10: Welche offenen Fragen stellen sich nach einem Jahr Erprobungsarbeit für Sie hinsichtlich des Einsatzes des TI 92 in der Projektklasse?

Frage 10/98	Insgesamt	K-Lehrer	E-Lehrer
N-Fragebogen	59	31	28
N-Ohne Äußerung	10	6	4
N-Auswertbar	49	25	24
N-Kodierungen	127	63	64

Die Frage 10 der Erhebung im Juni 1998 wurde von 49 Lehrern, davon 19 Lehrerinnen, beantwortet, das entspricht einem Durchschnitt von 2,6 Äußerungen. Bei den Haupt- und Subkategorien sind in Klammer die Anzahl der Lehrer angegeben, die zu dieser Kategorie mindestens eine Stellungnahme abgaben, und nach dem Strichpunkt die Promille jener Lehrergruppe, die mit dem Einsatz von CAS noch keine Erfahrung haben und jenen, die bereits mindestens ein Jahr im Unterricht Computeralgebrasysteme einsetzen.

1. WIE WIRD SICH DER EINSATZ DES TI 92 AUF DIE UNTERSICHTSGESTALTUNG AUSWIRKEN? (32; 640, 667)

1.1 Unklarheiten hinsichtlich der methodischen und didaktischen Unterrichtsgestaltung (16; 240, 417)

- 1101 Neue Formen des didaktischen Zugangs / Didaktische Hilfen müssen entwickelt werden (2)

- 1118 Sollte man besser vom Mittelweg zwischen herkömmlichen Mathematikunterricht und völlig anderen Umgang mit Mathematik durch den TI abweichen; mehr auf das Programmieren zugreifen?
- 1120 Die Schülerzahl für einen Unterricht mit derartigen Medien muß begrenzt (verringert!) werden. - Der Unterricht ist vielschichtiger geworden (Analyse, Durcharbeitung, Präsentation und Besprechung der Ergebnisse)

- 1119 Wann soll mit dem Programmieren begonnen werden?
- 1121 Zwei Schularbeiten pro Semester reichen, dafür mehr anwendungsorientiertes, projektartiges Arbeiten möglich
- 1122 Welche Inhalte sind vom herkömmlichen Unterricht tatsächlich noch und in welcher Form zu verlangen?
- 1123 Wieviel Einsatz des TI ist sinnvoll, ohne Verlust der Grundkompetenzen?
- 1124 Wie schaffe ich es den TI noch besser auszunützen?
- 1126 Ideale Unterrichtsmethoden für verschiedene Zwecke
- 1125 Viele der Fragen hängen sehr vom Einsatz des einzelnen Lehrers ab und der Frage "Wie soll der TI zur Verbesserung des Mathematikunterrichtes eingesetzt werden?" / Ob der Unterricht durch den Einsatz von CAS auch besser und interessanter wird, hängt doch primär vom Lehrer ab (2)
- 1127 Wird der Mathematikunterricht (nachdem sich die Lehrer umgestellt haben) wirklich besser?
- 1128 Es besteht die Notwendigkeit, neue Konzepte - Konzepte für differenzierten Unterricht in den einzelnen Jahrgängen - zu entwickeln / Es gibt eigentlich noch immer kein wirklich durchgängiges (von der 7. bis 12. Schulstufe) didaktisches Konzept zur Integration von CAS in den Mathematikunterricht (2)
- 1129 Ich glaube nach wie vor, daß der Einsatz von CAS im Mathematikunterricht wichtig ist bzw. immer wichtiger wird; allerdings muß sich der Mathematikunterricht in vielen Bereichen ändern
- 1130 Man muß weg von der "Kochrezeptmathematik" hin zum Verstehen, zur angewandten Mathematik
- 1131 CAS-Wissen ist Zusatzwissen; für die Schüler eine zusätzliche Belastung (und Qualifikation) - erleichtert Mathematikunterricht aber nicht
- 1132 Der Lehrer selbst muß die Schulmathematik neu durchdenken
- 1133 Der Einsatz des TI ist bei unterschiedlichen mathematischen Gebieten unterschiedlich: Manchmal gut zum Einstieg, manchmal gut zum Wiederholen, manchmal gut zum Üben, fast immer gut zum Anwenden, oft gut zum Vertiefen

1.2 Unsicherheiten bezüglich der Unterrichtsinhalte (10; 320, 83)

- 1206 Sinn des Einsatzes in den 3. Klassen / Einsatz in der 3. Klasse sinnvoll? (besser Algebra und CAS in die 4. Klasse verschieben (3)
- 1208 Ist es sinnvoll, den Rechner in allen Bereichen einzusetzen?
- 1209 Ab welcher Schulstufe ist eine Einführung des TI sinnvoll?

- 1210 Welche Kapitel eignen sich in der Oberstufe für den TI?
- 1211 Stoffumfang muß reduziert werden
- 1212 Wird der Lehrplan an den Taschenrechner angepaßt? / Eigener Lehrplan notwendig (3)
- 1214 Mathematik verschiebt sich von "Formelgläubigkeit" hin zu numerischen Lösungen; dieser inhaltliche Trend sollte bewußt vollzogen werden (Lehrplan, Lehrbücher...)

1.3 Problematik bei der Dokumentation von Ergebnissen und bei der Leistungsbeurteilung (17; 360, 333)

- 1306 Wie mit der Dokumentation der TI Ergebnisse umgehen? / Beurteilung der Dokumentation ist schwierig (2)
- 1323 Durchführung der Matura / Matura / Wie läuft die Matura ab? (3)
- 1324 Matura: Sollen Geräte mit abgesammelt werden und über PC Inhalte eingedruckt werden - Organisation ?
- 1325 Überprüfbarkeit des Speicherinhaltes von 24 Schülern bei Schularbeiten, Matura...
- 1326 Wie kann die Dokumentation vereinfacht (weniger Zeitaufwand) gestaltet werden? (2)
- 1327 Warum gibt es keine Möglichkeit, die Files auszudrucken? - Beurteilung wäre leichter
- 1328 In der 7. Klasse wurde der TI erst eingeführt. In welchem Ausmaß ist er bei der Matura einzusetzen - Stoffgebiet der 6. Klasse (Analytik beispielsweise)
- 1329 Wie soll der TI im nächsten Jahr bei der mündlichen Matura verwendet werden, da wir noch Geräte ohne Anschluß für das Overhead-Display haben?
- 1330 Curriculum
- 1331 Matura: Übersichtlichkeit der Angaben?
- 1332 Dokumentation der Arbeit mit dem Rechner? - Ausdruck oder handschriftlich?
- 1333 Probleme macht nach wie vor das Beurteilen von Schularbeiten, Prüfungen (teilweise mangelhafte Dokumentation, Zeitknappheit!) - wie kann/soll ich sicherstellen, daß gewisse "händische" Grundfertigkeiten beim Rechnen auch noch vorhanden sind
- 1334 Dokumentation macht "Zeitvorsprung" wett
- 1335 Wie sollen z.B. die Maturabeispiele gestellt werden (z.B. Umfang, Dokumentation...)? (2)

1.4 Frage nach geeignetem Unterrichtsmaterial (11; 120, 333)

- 1404 Gezielte Anwendungsbeispiele und Beispielsammlungen
- 1409 Wie man an mehr anwendungsorientierte Aufgaben mit sinnvollen Angaben kommt

- 1412 Wann wird es Schulbücher für TI geben? / Wann stehen endlich Lehrbücher für den Unterricht mit dem TI zur Verfügung? - Lehrbücher mit TI-Anhang und einzelnen TI-Seiten sind eher überflüssig (3)
- 1413 Wie sollen "neue" Unterrichtsmaterialien aussehen?
- 1414 Wie kann ein Geometrieprogramm sinnvoll aussehen? Capri - zu kompliziert, zu zeitaufwendig
- 1415 Wie sollen Schulbücher aussehen?
- 1416 Manche Schüler kennen andere mathematische Software (Mathematica, Math Cad, Mathe Trainer, etc.) und sind davon viel mehr angetan
- 1417 Wunsch: Rasch effizientere und praxisorientiertere Beispiele für die Oberstufenklassen zur Verfügung stellen; das würde vielen KollegInnen viel an aufwendiger Vorbereitungszeit ersparen
- 1418 Hauptprobleme: Starke Abhängigkeit vom speziellen "Software-Paradigma" der verwendeten Programme, fehlendes "kompatibles" Computeralgebra-System am PC (wäre günstig bei Funktionen, zur Dokumentation und zur Unterrichtsvorbereitung)
- 1419 Technische Verbesserungen wären wünschenswert

2. WIE WIRD SICH DER EINSATZ DES TI 92 AUF DIE SCHÜLER AUSWIRKEN? (28; 720, 417)

2.1 Änderungen der Schülermotivation (8; 160, 167)

- 2107 Wird Mathematik angenehmer oder schwieriger?
- 2109 Schüler müssen zwar keine "Formeln" auswendig lernen, sie müssen jedoch die Bezeichnungen, unter welchen sie abgespeichert sind, und die Parameter wissen! Ist das wirklich eine Erleichterung?
- 2110 Wie motiviere ich Schüler?
- 2111 Wie motiviere ich Schüler im nächsten Jahr neu? Der erste Ansturm von Begeisterung verfliegt bei einigen!
- 2112 Viele Schüler wollen Rezepte und genaue Anweisungen, selbständiges Denken finden sie mühsam und anstrengend
- 2113 Motivation möglichst vieler Schüler erhöhen
- 2114 Hat der TI wirklich mehr Mathematikkenntnisse zu vermitteln geholfen oder hat er nur die Motivation für Mathematik gefördert? - Letzteres trifft in meiner Klasse 100 % zu!
- 2115 Wie kann man Schüler dazu bringen, den TI zur Selbstkontrolle zu verwenden?
- 2116 Wie können einzelne, den TI ablehnende Schüler besser motiviert werden?

2.2 Auswirkungen auf die Schülerleistungen in Mathematik (14; 400, 167)

- 2203 Inwieweit können die "handwerklichen" Fähigkeiten der Schüler durch häufigen Einsatz des TI leiden? / Es wird sich erst zeigen, wie stark die Schüler auch bei einfachen Termumwandlungen oder Gleichungen vom TI abhängig sind - werden die grundlegenden Fähigkeiten auch ohne TI durchgeführt werden können?
- 2204 Wie wird es möglich sein, daß Schüler vom Rechner ermittelte Resultate überprüfen können, durchschauen können?
- 2211 Schüler werden bei Mathematik-Olympiade schlechter (sind nicht gewohnt, händisch zu rechnen)
- 2212 Wieviel "händische" Rechenfertigkeit ist notwendig? / Dauerfrage: Was soll ein Schüler noch händisch rechnen können? (5)
- 2213 Können die Schüler jetzt mehr, weniger oder bloß etwas anderes?
- 2215 Wie wirkt man dem Verlust von Kopfrechnen und Abschätzen von Fehlern entgegen?
- 2216 Werden die Noten besser?
- 2217 Ich wüßte gerne, wie sich der CAS-orientierte Unterricht auf lange Sicht (auch über die Schulzeit hinaus) auswirkt
- 2218 Weisen "TI-Klassen" bessere Noten auf? Ist ihr Wissen in Mathematik deutlich höher als in anderen Klassen?
- 2219 Versteht man wirklich mit dem TI die Mathematik besser, wenn man zum ersten Mal etwas hört, oder ist er für "Wissende" eine Bereicherung und Ergänzung?
- 2220 Auswirkungen auf die Oberstufe
- 2221 Gefühl für Zahlen, für Termvereinfachungen geht z.T. extrem verloren - ist das gut?

2.3 Problematik der Verstärkung von Leistungsunterschieden in der Klasse (1; 40, 0)

- 2306 Schere zwischen guten und schlechten Schülern wird größer durch CAS, was tun dagegen?

2.4 Auswirkungen auf Repetenten und übertretende Schüler (12; 240, 250)

- 2401 Schüler die repetieren oder "schräg" einsteigen, bekommen möglicherweise Schwierigkeiten
- 2402 Was macht man mit Repetenten, die in die Klasse kommen?
- 2404 Problematik einer Klassenwiederholung
- 2406 Repetenten (wie wird es denen dann gehen?) (3)
- 2407 Durchlässigkeit des Systems oder was geschieht mit "Sitzenbleibern" aus höheren Realgym.-Klassen? (Bei uns gibt es keine "Parallelrealklasse") / Der CAS-Einsatz in "ausgewählten" Klassen verringert die Durchlässigkeit (Problem für Repetenten, Schulabgänger)

- 2408 Schwierigkeiten beim Wechseln der Klasse (2)
- 2409 Werden Schüler auch auf Hochschulen bestehen, wenn keine CAS verwendet werden dürfen? / Schwierigkeiten auf Universitäten, falls TI nicht erlaubt (3)
- 2410 Laufbahn und Vorbereitung auf ein Studium: Wieviel soll ein Schüler ohne CAS können - werden sich die Universitäten ändern, oder sind Schüler, die den TI in der Schule verwendet haben, weniger gut auf das Studium vorbereitet?
- 2411 Meine Erfahrungen (bzw. die meiner Kinder) auf der Uni zeigen, daß händische Fähigkeiten verlangt werden / Frage der Brauchbarkeit für naturwissenschaftliche Studien (3)

2.5 Schwierigkeiten im Umgang mit dem TI 92 (1; 40, 0)

- 2509 Der große Zeitaufwand zum Erlernen des Handlings hat zumindest im ersten Anwendungsjahr den Zeitgewinn bei den Problemlösungen voll kompensiert. - Wird das im kommenden Jahr besser?

3. ALLGEMEINE FRAGEN ZUR REALISIERUNG DES PROJEKTS (16; 240, 417)

- 3003 Finanzierung des Rechners durch die Eltern/Finanzierung (2)
- 3004 Schwierigkeiten bei großen Klassen (wenn viele Fragen der Schüler auftauchen - Überforderung des Lehrers)
- 3013 Ich hatte eine kleine Schülergruppe - ich weiß nicht, wie es mir bei einer 32-Schülerklasse gegangen wäre; schließlich gab es doch hin und wieder für mich neue Fehlermeldungen, Störungen, die erst behoben werden mußten
- 3014 Kosten: Ich weiß nicht, ob ich es wirklich vor den Eltern vertreten kann, ein so teures Gerät bereits in der 3. Klasse einzusetzen
- 3015 Schüler und Lehrer klagen, daß sie keine geeigneten Nachhilfelehrer finden
- 3016 Ich hätte gerne mehr Zeit für den Unterricht (mehr Stunden!)
- 3017 Kann man innerhalb eines Schuljahres all die offenen Fragen "abklären"? - Es mußte ein längerer Zeitraum zur Untersuchung zur Verfügung stehen

- 3018 Wie geht es mit der 6. Klasse weiter: Dinge, die aus Zeitgründen noch nicht behandelt werden konnten, am Anfang gleich aufarbeiten (Projekt) - Entwicklung bis hin zur Matura beobachten - Matura mit TI
- 3019 Wird jeder Lehrer nach diesem Jahr wieder alleine gelassen, und wird alles wieder im Sand verlaufen, werden Erfahrungen und neu entwickelte Konzepte weitergegeben und weiterentwickelt?
- 3020 Kritik an den Seminaren für dieses Projekt, daß der Grundtenor herrschte: "Mach es, wie Du es glaubst."
- 3021 Änderung des Organisationsrahmens: Kleinere Klassen...
- 3022 Eine genaue Besprechung der weiteren Anwendung in der 8. Klasse wäre interessant
- 3023 Wie geht es weiter (2)
- 3024 Finanzielle Schwierigkeiten: Der Preis des Rechners wird (noch) nicht durchgehend akzeptiert / Preisfrage für manche Eltern (2)
- 3025 Die Kommunikation zwischen den Lehrern muß verstärkt werden
- 3028 Für Lehrer sehr großer Aufwand
- 3029 Wichtig wäre, in den einzelnen Zweigen (Realgymnasium oder Gymnasium) einheitlich die Einführung des TI durchzuführen - Reptentenproblem, etc.

4. SONSTIGES (2; 40, 42)

- 4013 Der Rückblick auf meine (allerdings) kurze Arbeitszeit mit dem TI ist nicht wirklich motivierend, allerdings erwarte ich für das nächste Jahr einen intensiveren Einsatz des Gerätes und hoffe, daß den Schülern dann komplexere mathematische Inhalte klarer werden als ohne TI
- 4014 Keine Fragen. Ich erachte es als wichtig, das richtige Maß im Einsatz an den Schülern zu nehmen. Gerade mit dem TI ist es notwendig, Schwerpunkte zu setzen. Zwei Aspekte erscheinen mir besonders wichtig: a) Die Schüler können sich nicht nur mit Mathematik beschäftigen (maßvoller Umgang mit Hausübungen); b) Als Lehrer darf ich nicht der Versuchung erliegen, mehr Beispiele zu rechnen oder zusätzliche Varianten zu behande

