



**Forschungsprojekt des
Bundesministeriums für Unterricht und Kunst
(Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur)**

Elektronische Lernmedien im Mathematikunterricht

**(Einfluss auf das Lehren und Lernen, den Lehrplan
und die Leistungsbeurteilung)**

Teil 6

Projektgruppe 4

**Dr. Helmut Heugl,
Mag. Ingrid Schirmer-Saneff
und die
Mitarbeiter der Projektgruppe 4**

Hollabrunn, Februar 2001

Endbericht für das ACDCA Projekt III

Gruppe 4: Leistungsmessung/Leistungsbeurteilung

Vorwort

Dieser Bericht lässt nur erahnen, mit welchem grossen Engagement und Arbeitsaufwand die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer zu den Ergebnissen beigetragen haben. Dafür möchte ich mich bei allen herzlich bedanken. Stellvertretend für alle möchte ich die engere Steuerungsgruppe erwähnen: Ingrid Schirmer-Saneff, Sieglinde Fürst und Hermine Rögner.

Werkzeuge wie Computeralgebra Systeme können, unreflektiert eingesetzt, auch zu einer Gefahr für den Ertrag des Mathematikunterrichtes werden. Solche Untersuchungen sind ein unverzichtbarer Beitrag für eine positive Weiterentwicklung des Mathematikunterrichtes im Computerzeitalter. Man darf nicht nur über neue Inhalte nachdenken, die Didaktik des Lernens und Prüfens muss den Chancen und Gefahren solcher Werkzeuge Rechnung tragen.

Im folgenden Bericht werden nur die Namen der Autoren einzelner Kapitel oder Aufgaben genannt. Die genaueren Adressen findet man im Kapitel 1.

Helmut Heugl, Projektleiter

Inhalt

1. Organisation, Untersuchungsbereiche, Untersuchungsdesign
2. Ergebnisse, beobachtete Veränderungen in den Bereichen:
 - 2.1 Ziele und Inhalte des Mathematikunterrichts
 - 2.2 Arbeitsmethoden
 - 2.3 Leistungsbewertung
 - 2.4 Motivation von Schülern, Lehrern und Eltern
 - 2.5 Grundkompetenzen
 - 2.6 Schwierigkeiten, offene Fragen
3. Kommentare zu einigen Leistungsmessungsformen
 - 3.1 Problemlösearbeiten, Kurzscharbeiten; Jahresprüfungszeit
 - 3.2 Facharbeiten, Projektarbeiten
 - 3.3 Fächerübergreifende Leistungsmessung
 - 3.4 Leistungsmessung bei kooperativen Lern- und Prüfungsformen
4. Beispiele für Prüfungsaufgaben und Themen
 - 4.1 Problemlösearbeiten
 - 4.2 Kurzarbeiten zur Messung von Grundkompetenzen
 - 4.3 Themen für Fach- und Projektarbeiten
 - 4.4 Fächerübergreifende Arbeiten (Benotung für beide Fächer)
 - 4.5 Gruppenschularbeit
5. Evaluation
 - 5.1 Beispiele für Evaluation durch eine Projektlehrerin
 - 5.2 Aussenevaluation durch das Zentrum für Schulentwicklung in Graz
6. Protokolle der einzelnen Versuchslehrer

Die Protokolle sind derart umfangreich, dass sie nicht alle in den schriftlichen Endbericht aufgenommen werden können. Signifikante Beobachtungen und Ergebnisse wurden in die obige Zusammenfassung aufgenommen, die kompletten Berichte liegen bei ACDCA in Hollabrunn auf.
7. Bewertung mathematischer Beispiele nach Tätigkeitsbereichen

1. Untersuchungsbereiche, Untersuchungsdesign, Organisation

Motiv für die Auswahl des Untersuchungszieles

Die wichtigsten Ergebnisse unserer seit acht Jahren laufenden Untersuchungen des computerunterstützten Unterrichts lauten:

Der Mathematikunterricht wird schülerzentrierter und experimenteller. Kooperative Lernformen nehmen zu. Mehr interessante Anwendungen sind möglich. Die Tätigkeit der Lernenden verschiebt sich vom Ausführen hin zum Planen.

Dazu passen aber die klassischen Prüfungsformen nicht mehr, insbesondere die überbewertete Schularbeit, bei der vor allem Fertigkeiten, wie etwa Rechenfertigkeiten, überprüft werden.

Hauptziel dieser Untersuchung ist also, die Leistungsmessung und –bewertung der geänderten Lernsituation im computerunterstützten Mathematikunterricht anzupassen.

Viele der Untersuchungsziele sind nicht nur computerspezifisch, sie betreffen auch notwendige Veränderungen des Mathematikunterrichtes vor dem Hintergrund des neuen Lehrplans der Sekundarstufe I und anderer Bildungsvorgaben. Daher sollte überlegt werden, ob diese Untersuchungen in Zukunft nicht auch auf Klassen ausgedehnt werden, in denen traditionell, d.h. ohne Nutzung des Computers, Mathematik unterrichtet wird.

1.1 Untersuchungsbereiche, Untersuchungsdesign

Mögliche Untersuchungsbereiche:

Bereich	Aktivitäten, Untersuchungsbereiche
Bereich 1: „Stetige Fortsetzung“ der klassischen Schularbeit mit CAS	Sammeln, Entwickeln von Aufgaben. Untersuchen der Veränderung des Schülerverhaltens. Frage der Dokumentation des Lösungsweges. Veränderung im Notenbild.
Bereich 2: Problemlösearbeiten mit Verwendung von Lernmedien: Stufe 1: Gemeinsam bzw. von den Lernenden entwickeltes Repetitorium. Stufe 2: Nach Vereinbarung mit dem Lehrer: Nur Heft oder nur Buch. Stufe 3: Beliebige von Schülern ausgewählte Medien.	Vorbereitung auf die Problemlösearbeit: Anleitungen zum Entwickeln des eigenen Lernmediums. Anleitung zum Nutzen von Medien beim Problemlösen. Bewusstmachen von heuristischen Strategien zum Problemlösen. Entwickeln von passenden Aufgaben und Beurteilungskriterien. Testen in der Versuchsklasse. Evaluation: Notenstatistiken. Lehrer-, Schülereindrücke. Informelle Tests gemeinsam mit Vergleichsgruppen.
Bereich 3: „Jahresprüfungszeit“: z.B. 250 Minuten Zeit für schriftliche Prüfungen pro Jahr können folgendermaßen genutzt werden: Kurze Überprüfungen von reproduktiven Fertigkeiten oder von reproduktivem Wissen (eventuell auch ohne CAS). Dauer z.B. 20 Minuten.	Vorbereiten der Schüler auf diese Prüfungssituation durch informelle Tests und durch Lernphasen, wo in Einzelarbeit diese Situation geprobt werden kann. Bewusstmachen heuristischer Strategien (z.B. Teststrategien). Entwickeln von passenden Aufgaben und

<p>Beispiel: Rechenfertigkeiten beim Bruchrechnen.</p> <p>Längere schriftliche Arbeiten als Problemlösearbeiten, wo die Schüler auch Zeit zum Experimentieren haben und eventuell auch Lernmedien verwenden dürfen. Dauer z.B. 2 Unterrichtsstunden. Natürlich müssen die Noten gewichtet werden.</p> <p>Eine Variante ist auch , weniger schriftliche Prüfungen vorzusehen und dafür den übrigen Leistungen mehr Gewicht zu geben.</p>	<p>Beurteilungskriterien, Testen in der Versuchsklasse.</p> <p>Evaluation: Lehrer-, Schülereindrücke. Informelle Tests gemeinsam mit Vergleichsgruppen Notenstatistiken</p>
<p>Bereich 4: „Facharbeiten“</p> <p>Ein Teil der klassischen Schularbeiten wird durch „Facharbeiten“ ersetzt, welche die Schüler zum Teil im Unterricht, größtenteils aber zu Hause bearbeiten. Themen werden meist an einzelne Schüler, bei großen Klassen auch an Paare vergeben. Inhaltlich handelt es sich um mathematische Beispiele oder Themen, bei denen das bisher Gelernte angewendet werden muß, oder um kleine neue Bereiche, die selbständig erarbeitet werden müssen. Die Überprüfung des Lernfortschritts erfolgt durch die Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse z.B. in Form von Referaten. Dabei wird auch durch direkte Befragung der Lernzuwachs gemessen. Ein Ergebnis sind auch Lernunterlagen für die anderen Schüler.</p> <p>Idee: Auflösung der Trennung zwischen schriftlicher und mündlicher Prüfung. Auflösung der Trennung zwischen produktorientierter Schularbeit und eher prozessorientierter „Beobachtung der Mitarbeit“.</p> <p>Die noch immer notwendigen Fertigkeiten und ein gewisses Faktenwissen wird in kürzeren Tests überprüft (siehe Bereich 3).</p>	<p>Vorbereiten der Schüler auf diese Prüfungssituation durch Lernphasen, wo in Einzelarbeit diese Situation geprobt werden kann. Bewusstmachen heuristischer Strategien. Entwickeln von passenden Aufgaben und Beurteilungskriterien, Testen in der Versuchsklasse.</p> <p>Evaluation: Lehrer-, Schülereindrücke. Informelle Tests. gemeinsam mit Vergleichsgruppen. Notenstatistiken.</p>
<p>Bereich 5:</p> <p>Ein Teil der schriftlichen Arbeiten wird durch eine Projektarbeit ersetzt. Bearbeitung des Projektthemas durch Gruppen ⇒ Leistungsmessung bei kooperativen Lernformen. Gemessen wird schon während des Prozesses sowie die Dokumentation und Präsentation des Ergebnisses, aber auch die Einzelkompetenz bei Gruppen- oder Partnerarbeit durch direkte Befragung oder Tests.</p>	<p>Vorbereiten der Schüler auf diese Prüfungssituation durch entsprechende Lernphasen, wo diese Situation geprobt werden kann. Bewusstmachen heuristischer Strategien. Suchen von Projektthemen, Entwickeln von passenden Aufgaben und Beurteilungskriterien. Testen in der Versuchsklasse.</p> <p>Evaluation: Lehrer-, Schülereindrücke. Informelle Tests gemeinsam mit Vergleichsgruppen.</p>
<p>Bereich 6: Fächerübergreifende schriftliche Arbeit.</p> <p>Geplant sind Arbeiten, die sowohl für Mathematik als auch für Physik gewertet werden. Im gegenständlichen Fall unterrichtet die Lehrerin in dieser Klasse sowohl Mathematik als auch Physik. Idee: Der Bildungsauftrag „Schulung des vernetzten Denkens“ und die daraus resultierende fächerübergreifende Matura machen solche Prüfungsarten schon längst notwendig. Das Werkzeug CAS bietet dazu völlig neue Möglichkeiten.</p>	<p>Nach der entsprechenden Vorbereitung im Unterricht sollen die Prüfungsfragen dieser schriftlichen Arbeiten so konzipiert sein, dass damit Ziele beider Fächer abgeprüft werden. Evaluation: Notenstatistik dieser Arbeit getrennt in Ph und M. Lehrer- und Schülereindrücke Einfluss auf die Jahresnoten.</p>
<p>Bereich 7: „Gruppenschularbeit“</p>	<p>Die Details betreffend den Ablauf einer solchen</p>

<p>Die im computerunterstützten MU beobachteten Sozial- und Interaktionsformen erfordern eine Berücksichtigung in der Prüfungssituation. Entscheidend für die Validität dieser Leistungsmessung ist, ob es gelingt, nicht nur die Gruppenkompetenz, sondern auch die Einzelkompetenz zu messen.</p>	<p>Prüfung werden von den Projektlehrern erst ausgearbeitet. Evaluation: Notenstatistiken Schularbeits- und Jahresnoten Schüler- und Lehrermeinungen Eventuell zusätzliche Tests zur Messung der Einzelkompetenz</p>
<p>Bereich 8: Anstatt einer bestimmten Zahl von zumindest einstündigen Schularbeiten laufend kurze schriftliche Messungen des Lernzuwachses. Idee: Das „Hinlernen“ auf die klassische Schularbeit führt zu sehr unregelmäßigen Lernaktivitäten und zu Stress wegen des großen Gewichtes dieser punktuellen Leistung. Die Leistungsmessung soll zu einem selbstverständlichen integrierten Bestandteil des Lernprozesses werden und nicht extra als „große Prüfung“ angekündigt werden . „Kleine“ Variante: Reduzierung der Zahl der Schularbeiten und dafür Miteinbeziehen kurzer schriftlicher Überprüfungen.</p>	<p>Mehr oder weniger regelmäßige kurze schriftliche Überprüfungen ohne Ankündigung. Entwicklung passender Prüfungsaufgaben. Evaluation: Bericht über Form und Inhalt solcher Prüfungsaufgaben, sowie über die Gewichtung in Relation zu den übrigen Formen der Leistungsmessung Lehrer- und Schülermeinungen. Notenstatistiken</p>
<p>Bereich 9: Innere Differenzierung in der Prüfungssituation („es muss nicht jeder Schüler dasselbe geprüft werden“) Differenzierungsstufen: Stufe 1: Lehrer- bzw. Genügendkern („das Unverzichtbare“). Stufe 2: Lehrerweiterungsbereich („wer eine bessere Note haben will, muss auch das können“). Stufe 3: Begabtenförderung (Bonusaufgaben) Innere Differenzierung in der klassischen Schularbeit und bei mündlichen Prüfungen. Innere Differenzierung bei kooperativen Lernformen: Gruppen homogen (etwa gleiche Begabungsstufe). Alle erhalten dieselbe Basisaufgabe (bzw. eine Basisaufgabe desselben Anspruchsniveaus). Die Gruppen mit leistungsfähigeren Schülern erhalten darüber hinaus noch anspruchsvollere Zusatzaufgaben.</p>	<p>Vorbereiten der Schüler auf diese Prüfungssituation durch Lernphasen, wo diese Situation geübt werden kann. Bewusstmachen heuristischer Strategien. Entwickeln von passenden Aufgaben und Beurteilungskriterien. Testen in der Versuchsklasse. Evaluation: Lehrer-, Schülereindrücke. Informelle Tests gemeinsam mit Vergleichsgruppen.</p>

1.2 Organisation

Diese Untersuchung war Teil des österreichischen CAS-Projekts III. Insgesamt gab es 5 Forschungsgruppen:

- Gruppe 1: Elektronische Lehr- und Lernmedien. Bewerten und Entwickeln von Lernmedien.
- Gruppe 2: Qualität im computerunterstützten Mathematikunterricht (Standards, Grundkompetenzen).
- Gruppe 3: Erarbeitung eines Kommentars zum Oberstufenlehrplan für CAS-unterstützten Unterricht.
- Gruppe 4: Leistungsmessung und Leistungsbeurteilung (der Einfluss von CAS auf die Prüfungssituation).
- Gruppe 5: Neue Lernkultur mit CAS. Untersuchung und Entwicklung von Lernsequenzen für offene Lernphasen.

Auf der Basis eines Forschungskonzeptes wurde in jeder Gruppe eine Steuerungsgruppe installiert. Mitglieder der Steuerungsgruppe der Gruppe 4:

Helmut Heugl, Ingrid Schirmer-Saneff, Sieglinde Fürst, Hermine Rögner, Helmut Hickl

Aufgaben dieser Steuerungsgruppe:

- Entwickeln des Forschungsdesigns,
- inhaltliche Organisation der Arbeitstagen,
- Betreuung der Versuchslehrer,
- Entwicklung von Leitfragen,
- Kooperation mit dem Zentrum für Schulentwicklung (Aussenevaluation),
- Sammlung von Prüfungsaufgaben und Projektthemen,
- Evaluation,
- Verfassen des Endberichts.

Ablaufplan:

- Im ersten Halbjahr 1999 wurde das Projektdesign für das CAS-Projekt III entwickelt. Der Start der Planungsarbeiten der einzelnen Gruppen war bei einer Tagung vom 1. bis 4. September 1999 in Ossiach.
- Bei diesem Treffen wurde von den Versuchslehrern ihr jeweiliger Untersuchungsbereich definiert und es wurden erste Leitfragen entwickelt.
- Für die meisten Untersuchungsbereiche war der Antrag eines Schulversuches beim Bundesministerium notwendig.
- In Absprache mit dem Direktor und dem Klassenvorstand wurde der Terminkalender für die Prüfungen entsprechend dem Forschungsdesign erstellt.
- Bei einem Schüler – Elternabend wurden die Eltern über die geplanten Änderungen informiert.
- Danach erfolgte ein erster Bericht an die Steuerungsgruppe.

- Die tatsächliche Vorgangsweise in der Klasse wird je nach Untersuchungsdesign vereinbart. Ebenso wird das Ziel und die Form der Evaluation erst nach Vorliegen des endgültigen Untersuchungsdesigns festgelegt, und zwar inklusive der Aussenevaluation durch das Zentrum für Schulentwicklung.
- Bei einer Arbeitstagung vom 1. bis 4. März 2000 wurden von den Versuchslehrern erste Zwischenberichte gegeben, erste Evaluationen vorgestellt, Designs verändert und neue Leitfragen formuliert.
- Im 2. Semester erfolgte auch die Aussenevaluation durch das Zentrum für Schulentwicklung in Graz.
- Am 25. Mai 2000 wurde bei einem Treffen der Steuerungsgruppen die Abschlusstagung vorbereitet.
- Bei der Abschlusstagung vom 30. August bis 2. September 2000 wurde nach Berichten der Versuchslehrer mit der Evaluation und der Verfassung des Endberichtes begonnen.

Liste der Versuchsklassen

Schule	Klasse	Name des Lehrers/ der Lehrerin	Untersuchungsbereich (Beschreibung: siehe Anhang)
BG/BRG Berndorf Sportpromenade 19 2560 Berndorf	5C Klasse	Mag. Ingrid Schirmer- Saneff	Bereich 2,3: Jahresprüfungszeit
	5A Klasse	Mag Elisabeth Hagenauer	Bereich 4: Facharbeiten Bereich 6: Fächerübergreifende Arbeiten
BG/ BRG Krems, Piaristengasse 2 3500 Krems	5R1 Klasse	Mag. Sieglinde Fürst	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten Bereich 6: Fächerübergreifende Arbeiten
G/RG Sacre Coeur Klostergasse 12 3021 Preßbaum	7RG Klasse	Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 5: Projektarbeit Bereich 6: Fächerübergreifende Arbeiten
BRG/BORG St. Pölten Schulring 16 3101 St. Pölten	5C Klasse	Mag. Hermine Rögner	Bereich 3: Jahresprüfungszeit
	6C Klasse		
BRG Graz Keplerstraße 1 8020 Graz	7B Klasse	Mag. Christa Preis	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten
BRG Graz Keplerstraße 1 8020 Graz	5C Klasse	Mag. Dr. Otto Wurnig	Bereich 3: Jahresprüfungszeit
	7C Klasse		Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten

GRG 8 Albertgasse 18-22 1080 Wien	7A Klasse	Dir. Mag. Helmuth Hickel	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten
BG 13 Fichtnergasse 15 1130 Wien	7. RG-Klasse	Mag. Alois Vilim	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten
BG 19 Gymnasiumstraße 83 1190 Wien	5B Klasse	Mag. Klemens Kerbler	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten
BHAK St. Pölten Waldstraße 1 3100 St. Pölten	IIIA Klasse	Mag. Josef Böhm	Bereich 2,3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten Bereich 7: Gruppenschularbeit
BHAK Perg Dirnbergerstr. 41 4320 Perg	IIIA Klasse IIIB Klasse	Mag. Hubert Voigt	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten Bereich 7: Gruppenschularbeit
BHAK Tulln Donaulände 64 3430 Tulln	IIIC Klasse IVC Klasse	Mag. Eleonore Eisler	Bereich 3: Jahresprüfungszeit Bereich 4: Facharbeiten
BG GIBS Graz Grenadiergasse 14		Mag. Beatrix Rathofer	Bereich 3: Jahresprüfungszeit

2. Ergebnisse, beobachtete Veränderungen

Einerseits verändert die CAS-Nutzung die Zielsetzungen und die Themen des Mathematikunterrichtes und erfordert daher neue Formen der Leistungsmessung, andererseits haben die neuen Messmethoden eine Rückwirkung auf das Lehren und Lernen, ja auch auf die Inhalte und die Motivation von Schülern und auch Lehrern. Es zeigt sich bei unseren Untersuchungen wieder einmal deutlich, dass die Überprüfungssituation eine entscheidende steuernde Funktion hat.

2.1 Ziele und Inhalte des Mathematikunterrichts

Signifikante Änderungen bei den Zielen des Mathematikunterrichts

- Die Trennung in Kurzüberprüfungen von Grundfertigkeiten und längeren Problemlösearbeiten macht bei den Schülerinnen und Schülern die Notwendigkeit des Erlernen von **Grundkompetenzen als Voraussetzung für das Problemlösen bewußter**.
- Die Überprüfung von Grundkompetenzen beschränkt sich **nicht nur** auf **Rechenkompetenz**. Geprüft werden auch Formelkenntnisse, Visualisierungskompetenz, Kompetenzen der Rechnernutzung, aber auch Begründungskompetenzen, sowie grundlegende Anwendungskompetenzen.
- Die Problemlösearbeiten fördern und ermöglichen dank der Rechnernutzung und der Nutzung von Lernmedien eine **verstärkte Anwendungsorientierung** und eröffnen neue Möglichkeiten zur Überprüfung von fächerübergreifendem Lernen.

- Bei Problemlösearbeiten, aber noch mehr bei Fach- und Projektarbeiten werden **nicht nur mathematische Inhalte**, sondern auch heuristische Strategien überprüft. Argumentieren und Begründen werden selbstverständliche Ziele bei den Fach- und Projektarbeiten.
- Die besonders bei Fach- und Projektarbeiten möglich **innere Differenzierung** erlaubt eine individuellere Anpassung der geforderten Lernziele an das Leistungsniveau der einzelnen Schülerinnen und Schüler. Probleme ergeben sich daraus bei der Leistungsbewertung.
- Neben der mathematischen **Fachkompetenz**, gewinnen die **Methodenkompetenz**, aber auch die **Sozialkompetenz** und die **Persönlichkeitskompetenz** als fundamentaler Bildungsauftrag des Faches Mathematik an Bedeutung.
- Offen und ein wichtiges Thema zukünftiger Projekte ist noch die Frage der Messung und Bewertung solcher Kompetenzen. Ansätze dazu findet man im Kapitel 3.2 und 3.3.
- Die neuen Überprüfungsformen zwingen die Lehrer zu einer deutlicheren Schwerpunktsetzung bei der Planung der Ziele und Inhalte. Grund dafür ist einerseits der grosse Zeitaufwand für Fach- und Projektarbeiten, aber auch die sich nun ergebende Möglichkeit der stärkeren Individualisierung und Differenzierung. Dadurch können Schülerinteressen und aktuelle Anlässe besser berücksichtigt werden und fächerübergreifende Themen können leichter behandelt werden. Selbstverständlich erfordert eine deutliche Schwerpunktsetzung auch eine „Leichtpunktsetzung“ auf anderen Gebieten. Daraus ergeben sich zweierlei Gefahren, die bei der Planung beachtet werden müssen: Schafft man die notwendige Leichtpunktsetzung nicht, droht eine Überforderung der Schüler, werden die Leichtpunkte „zu leicht“ gesetzt, können wesentliche Ziele und Inhalte unberücksichtigt bleiben. Daraus ergibt sich wieder die Notwendigkeit der Definition der unverzichtbaren Grundkompetenzen.

Signifikante Änderungen bei den Inhalten des Mathematikunterrichtes

- Man beobachtet deutlich mehr **praxisnahe Anwendungen** auch bei den Prüfungen.
- Die Visualisierungsmöglichkeiten, das Nutzen von Tabellen oder auch das Nutzen von vorübergehenden Black Box-Modulen erlaubt eine **Vorwegnahme von mathematischen Inhalten** aus aktuellem Anlass. So können zum Beispiel Optimierungsaufgaben mit Hilfe des Graphen oder der Tabelle auch schon in der 9. Schulstufe ohne Differentialrechnung gelöst werden. Dementsprechend gehört die Visualisierungskompetenz zu einer besonders wichtigen Grundkompetenz, was sich auch in den Prüfungsaufgaben der Kurztests widerspiegelt.
- Man beobachtet eine deutliche Zunahme von Aufgaben, die nicht durch Rechnung, sondern durch **Visualisierung** gelöst werden.
- Völlig neue Aspekte ergeben sich aus der Möglichkeit der effizienteren Nutzung und **Behandlung von Daten**, etwa im Data Matrix Editor. Daten können bearbeitet und visualisiert werden, statistische Eckdaten könne berechnet werden, Regressionskurven können einfach genutzt werden. Auf diesem Gebiet findet man ganz neue Arten von Prüfungsaufgaben, bei denen der Schwerpunkt auf der Überprüfung des Modellbildens und Interpretierens liegt.

- Der Zugriff auf verschiedene Prototypen von Funktionen eröffnet neue Inhalte. Besonders häufig findet man **die Verwendung rekursiver Modelle** bei Prüfungsaufgaben.
- Die **Überprüfung von Rechenfertigkeiten verliert an Bedeutung**, wie zum Beispiel die Überprüfung spezieller Integrationstechniken.
- Die CAS-Nutzung erleichtert und fördert die **Vernetzung verschiedener Inhalte** sowohl innermathematisch als auch die Vernetzung mit anderen Fächern. Mathematik erhält eine neue Rolle als **Basiswissenspool und Strukturerkennungsebene** für andere Fächer.
- Bei Problemlösearbeiten, sowie Fach- und Projektarbeiten finden sich überwiegend Aufgaben, bei denen die Schülerinnen und Schüler den **gesamten Problemlöseprozess** durchlaufen müssen, also Modellbilden, Operieren und Interpretieren.
- Häufiger findet sich auch in der Prüfungssituation die Notwendigkeit der **Übersetzungskompetenz** von der Umgangssprache, von unstrukturierten Informationen in die Sprache der Mathematik. Förderlich ist dabei auch die Möglichkeit zu experimentieren und Vermutungen zu testen.
- Die auf diese Arten der Leistungsmessung vorbereitenden Arbeitsformen aber auch die Leistungsmessung selbst fördern und erfordern **Kreativität und Eigenständigkeit**.

2.2 Veränderungen bei den Arbeitsmethoden

Es ist sowohl eine Veränderung der Lernmethoden bei der Vorbereitung auf die Leistungsmessung als auch der Arbeitsmethoden während der Leistungsmessung zu beobachten.

- **Das „hierarchische Lernen“ nimmt ab**, das heißt seltener ist der Lehrer der Vermittler des Wissens, das die Schülerinnen und Schüler dann reproduktiv nutzen. Insbesondere bei Fach- und Projektarbeiten müssen die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen selbständiger erwerben.
- Die CAS-Nutzung und die Möglichkeit, bei der Problemlösearbeit Lernmedien und andere Informationsquellen zu nutzen, erfordert eine **erhöhte Kompetenz bei heuristischen Strategien**. Die Vielfalt der Lösungswege nimmt bei den neuen Überprüfungsformen deutlich zu.
- Zu neuen Arbeitsmethoden gehört auch die **effiziente Nutzung von Informationsquellen**. Bei praxisnahen Facharbeitsthemen müssen die Schülerinnen und Schüler Informationen in anderen Fächern aber auch ausserhalb der Schule im jeweiligen Praxisfeld einholen.
- Besonders bei Fach- und Projektarbeiten erfolgt **nicht nur eine Produkt- sondern auch eine Prozessmessung**. Die Arbeitsmethoden werden in die Leistungsmessung miteinbezogen und daher genauso zum Thema des Lernens gemacht wie das mathematische Fachprodukt. Die Methodenkompetenz wird damit zu einem wesentlichen Ziel.

- Die innere Differenzierung bei Fach- und Projektarbeiten ermöglicht auch ein **Eingehen auf die Stärken und Schwächen** bei den Arbeitsmethoden bei einzelnen Schülern und Schülergruppen.
- Vor allem durch Projektarbeiten, die an Schülergruppen vergeben werden, sind die Schülerinnen und Schüler veranlasst **Teamarbeitsmethoden** zu erwerben und anzuwenden.
- Die Schülerinnen und Schüler erleben sich in einer **neuen Rolle – als Lehrende**. Dies führt zu einem besseren Verständnis zwischen Lehrenden und Lernenden und fördert die Sozial- und Persönlichkeitskompetenz.
- Die „**Linearität**“ **beim Arbeiten nimmt ab**, das heisst das Verfolgen eines genauen, vom Lehrer vorgegebenen Weges. Die **Komplexität und Notwendigkeit des vernetzten Denkens und Arbeitens nimmt zu**. Bei der Leistungsmessung zeigt sich das bei Problemlösearbeiten und Fach- bzw. Projektarbeiten.
- Bei fächerübergreifenden Prüfungsarbeiten müssen die Schülerinnen und Schüler **mathematisches Wissen und Wissen des Partnerfaches vernetzen**. Dies wird anfangs als sehr schwierig empfunden.

2.3 Veränderungen bei der Leistungsbewertung

Auch wenn sich statistisch gesehen bei der Notenverteilung keine signifikante Veränderung ergeben hat, so ist das wichtigste Ergebnis eine Schwerpunktverschiebung bei den verschiedenen Notengewichten.

- Das Übergewicht der klassischen Schularbeit fällt weg. Der Leistung bei den übrigen Überprüfungsformen, wie Fach- und Projektarbeit, sowie der Mitarbeit kommt ein deutlich grösseres Gewicht zu. Das **Gewicht der schriftlichen Überprüfungsformen** (Kurztests plus Problemlösearbeiten) schwankt je nach Lehrer **zwischen 45% und 70%**.
- Vor allem bei den Fach- und Projektarbeiten, aber in gewisser Weise auch bei den Problemlösearbeiten wird nicht **nur das Produkt, sondern auch der Prozess** gemessen und auch bewertet (siehe dazu auch Kapitel 3.)
- Durch die Trennung in Kurztests von Grundkompetenzen und Problemlösearbeiten ist die **Zielorientierung bei der Notenfindung** deutlich erkennbar. Probleme macht allerdings die Gewichtung. Auf der einen Seite wird eine Durchschnittsbildung aus den Notenwerten von Kurztest und Problemlösearbeit abgelehnt, auf der anderen Seite gibt es keine einhellige Meinung über Gewichte für diese beiden Arten der Leistungsmessung. Würde man die Definition der Note „Genügend“ ernst nehmen („das Wesentliche muss überwiegend beherrscht werden“), so müsste eine negative Note bei Überprüfung der Grundkompetenzen eigentlich eine negative Mathematiknote zur Folge haben. Dies ist aber bei den Gewohnheiten und Erwartungen von Schülern und Eltern nicht realistisch. So muss ein Kompromiss zwischen reiner Zielorientierung und einer gewissen Durchschnittsbildung gefunden werden.

- Dieses Problem des Verhältnisses von Grundkompetenz zu Problemlösekompetenz bei der Notenfindung verstärkt die **Forderung nach präziser definierten Kernen** im Lehrplan (= das Unverzichtbare) beziehungsweise **nach Qualitätsstandards** in Form von Aufgabensequenzen.
- Es gibt erste Versuche, **neben der Fachkompetenz auch die Methodenkompetenz, aber auch die Sozialkompetenz und die Persönlichkeitskompetenz** in die Note mit einzubeziehen (siehe Kapitel 3.2). Die Methodenkompetenz spielt insbesondere bei Fach- und Projektarbeiten eine deutliche Rolle, etwa in Form der Präsentationskompetenz. Für die Unterstützung solcher Kompetenzen werden an einigen Versuchsschulen spezielle unverbindliche Übungen angeboten.
- Die **Rückmeldefunktion der Leistungsmessung und der Notengebung** wird viel bewusster wahrgenommen. Die Schülerinnen und Schüler nehmen ihre Stärken und Schwächen viel bewusster wahr.
- Die neuen Formen der Leistungsmessung, insbesondere die Fach- und Projektarbeiten ermöglichen auch eine **innere Differenzierung in der Prüfungssituation**. Entsprechend der Notendefinition der Noten „Sehr gut“ und „Genügend“ sollte ja ein „Genügendschüler“ gar nicht dasselbe geprüft werden wie ein Schüler, der zwischen „Sehr gut“ und „Gut“ steht. Schüler und Lehrer sind allerdings noch sehr skeptisch: *„Wenn zwei verschiedene Schüler zwei verschiedene Fragen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad vollkommen richtig beantworten, wie kann man dann den Schülern klar machen, dass die eine sehr gut beantwortete Frage weniger wert ist als die andere?“* Am ehesten ist noch innerhalb einer Frage ein steigender Schwierigkeitsgrad akzeptabel. Hier sind noch weitere Untersuchungen nötig.
- Keine endgültigen Antworten gibt es auch bei der **Leistungsbewertung bei kooperativen Lern- und Prüfungsformen**. Einigkeit besteht darüber, dass sowohl die Gruppenkompetenz als auch die Einzelkompetenz gemessen und bewertet werden muss. Mehrheitlich zugestimmt wird auch der Regel, dass eine positive Note nur dann gegeben werden kann, wenn keine der beiden Kompetenzen negativ ist, dass also eine Durchschnittsnotenbildung abzulehnen ist. Uneinigkeit herrscht bei Gruppenschularbeiten über die Steuerung bei der Gruppenbildung. Die bei einigen Versuchen angewandte Regel, dass in einer Gruppe immer Schüler mit gleicher oder nur einem Grad unterschiedlicher Note zusammenarbeiten dürfen wird als sehr bedenklich angesehen. Sie führt zu einer Art „Kastenbildung“.

2.4 Veränderungen bei der Motivation der Schüler und Lehrer

Wie auch in der Untersuchung des Zentrums für Schulentwicklung nachgewiesen, ist eine höhere Motivation sowohl bei Schülern als auch bei Lehrern erkennbar (siehe dazu auch Kapitel 4.).

- Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler findet den **Mathematikunterricht interessanter**, obwohl ihrer Meinung nach der **Arbeitsaufwand deutlich gestiegen** ist. So haben zum Beispiel die Schüler einer Versuchsklasse der 9. Schulstufe den Arbeitsaufwand als sehr hoch bezeichnet und in der heurigen 6. Klasse (10. Schulstufe) besucht die Hälfte der Klasse freiwillig ein Wahlpflichtfach Mathematik.

- **Mehr Motivation** ergibt sich auch **aus interessanten Anwendungen**. Das Interesse am Problemlösen wird durch die neuen Formen der Leistungsmessung und die damit verbundenen eigenständigen Arbeitsweisen gefördert.
- Als **deutlichste Veränderung bei der Leistungsmessung** werden von den Schülern die **Fach- und Projektarbeiten** wahrgenommen. Sie empfinden ihre Rolle als „Lehrende“ positiv und sind stolz auf ihre Präsentationen der Ergebnisse. Über die Einbeziehung der Methoden-, Sozial- und Persönlichkeitskompetenz in die Note gibt es noch keine Erfahrungen und Meinungsäußerungen.
- **Kurztests von Grundkompetenzen ohne Verwendung von CAS** sind vor allem bei Schülern, für die der Rechner ein selbstverständliches Werkzeug geworden ist, **nicht beliebt**.
- Es hat sich in vielen Versuchsklassen eine „**Corporate Identity**“ entwickelt. Man ist stolz Mitglied einer solchen Versuchsklasse zu sein.
- Die **Motivation der Lehrer ist ebenfalls gestiegen**, wenngleich der **wesentlich höhere Arbeitsaufwand** beklagt wird, der sich aus Messungsformen, wie Problemlösearbeit oder Fach- und Projektarbeit ergibt. Einerseits ist es schwierig und aufwendig, interessante adäquate Aufgaben zu finden und andererseits ist der Zeitaufwand für die Betreuung der Fach- und Projektarbeiten sowohl innerhalb der Unterrichtsstunde als auch ausserhalb des Unterrichts sehr hoch.
- Bei den **Eltern** ist nach anfänglicher Skepsis mit der Zeit meist eine positive Einstellung zum Versuch zu beobachten.

2.5 Veränderung bei den Grundkompetenzen

Gründe für die Notwendigkeit einer Diskussion über Grundkompetenzen:

- Veränderungen bei den Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts als Folge des Einsatzes von Informationstechnologie.
- Da in Österreich die abgebende Schule - und dort wiederum primär der Lehrer - die Berechtigungen vergibt, muss die Vergleichbarkeit der Bildungsabschlüsse durch die Definition von Qualitätsstandards sichergestellt werden. Um die Rolle der Mathematik präziser auszudrücken, gehört dazu auch die Formulierung unverzichtbarer Grundkompetenzen.
- Die pädagogische Autonomie und die neuen Lehrpläne mit weniger inhaltlicher Verbindlichkeit verstärken die Notwendigkeit der Festlegung solcher Grundkompetenzen.
- Aus der stärkeren internationalen Vernetzung insbesondere in der Europäischen Union und aus Ergebnissen länderübergreifender Systemevaluation, wie etwa der TIMS-Studie ergibt sich die Notwendigkeit einer internationalen Standarddiskussion.
- Die derzeit beobachtete stärkere Anwendungsorientierung verstärkt die Rolle der Mathematik als Basiswissenspool und Strukturerkennungsebene für andere Fachgebiete. Daher muss aber geklärt werden, welche Kompetenzen für diese Rolle unverzichtbar sind.

Es genügt aber nicht, Qualitätsstandards oder Grundkompetenzen zu definieren, sie müssen auch überprüft werden. Die Messung und Bewertung solcher Grundkompetenzen war ein wesentliches Ziel unserer Untersuchungen.

Dazu war eine enge Zusammenarbeit mit zwei Projektgruppen erforderlich:

Gruppe 2: „Qualität im Mathematikunterricht - TIMS-Studie und CAS-unterstützter Mathematikunterricht“:

Gruppe 3: „Kommentar zum Oberstufenlehrplan für einen CAS-unterstützten Mathematikunterricht“

Aufgaben der Messung von Grundkompetenzen:

- Feedback für Lernende und Lehrende
- Auslöser für die Nachsteuerung des Lernprozesses
- Berechtigungsvergabe, Herstellen einer besseren Vergleichbarkeit der Bildungsabschlüsse.

Bevor wir einen kurzen Bericht geben, was und wie in unseren Versuchsklassen gemessen wurde, muss zuerst eine Begriffsklärung vorgenommen werden:

Begriffsklärung 1:

Zu mathematischen Grundkompetenzen gehören nicht nur Fertigkeiten, wobei damit oft wieder nur Rechenfertigkeiten gemeint sind. Richard Skemp [Skemp 1976] unterscheidet zwischen zwei verschiedenen Kompetenzen:

- „**Instrumental understanding**“ - das sind vor allem die vorhin angesprochenen Fertigkeiten, also die Fähigkeit eingeübte mathematische Regeln anzuwenden, ohne notwendigerweise die angewendete Regel auch begründen zu können.
- „**Relational understanding**“ – darunter versteht man die Fähigkeit, die Regeln verstehend anzuwenden, zu begründen, Ergebnisse zu interpretieren und die eine oder andere einfache Regel auch zu beweisen.

These 1:

Zu den unverzichtbaren Grundkompetenzen gehört nicht nur „instrumental“, sondern auch „relational understanding“. Daher muss auch beides überprüft werden.

Eine der grundlegenden Veränderungen, die man bei der Nutzung von CAS zu beobachten, ist die Verschiebung der Tätigkeit des Lernenden vom Ausführen hin zum Planen. Damit übernimmt das Werkzeug eine Reihe von Tätigkeiten aus dem Bereich „instrumental understanding“ und dafür nimmt bei der Entscheidung für einen Algorithmus die Bedeutung des „relational understandings“ zu.

Im Rahmen des österreichischen CAS-Projekts II wurden zu diesem Thema ausführliche Untersuchungen durchgeführt. Ergebnisse können auf unserer Homepage nachgelesen werden: <http://www.acdca.ac.at> [Klinger, W., Hochfelsner, H., 1998]

Begriffsklärung 2:

Es müsste zwischen zwei Arten von Kompetenzen unterschieden werden:

- Eine **kurzfristig verfügbare Kompetenz** während und am Ende jener Lernphase, in welcher der jeweilige Inhalt, das jeweilige Ziel zentraler Gegenstand des Lernprozesses ist. Beispiel: Kurzfristige Kompetenz mit Bruchtermen rechnen zu können, wenn dieser Inhalt im Kapitel „Elementare Algebra“ gerade gelernt werden soll.

- **Die langfristige Kompetenz**, auch noch nach längerer Zeit, gewisse Fähigkeiten oder Fertigkeiten in neuen Zusammenhängen und bei neuen Inhalten wieder anwenden zu können, mit anderen Worten „etwas wieder – holen können“. Beispiel: In der Analysis auftretende Bruchterme berechnen, vereinfachen und deuten können.

These 2:

Die kurzfristige Kompetenz muss höher sein als die langfristige Kompetenz.

Ein Fehler, der bei Qualitätsmessungen im Bildungssystem häufig gemacht wird (auch bei der TIMS-Studie) ist folgender: Gemessen wird langfristige Kompetenz, die ja schon, wie der Name sagt, vor längerer Zeit erworben wurde, bewertet wird sie aber, als wäre es eine kurzfristige Kompetenz eines gerade erworbenen Lerninhalts.

Ergebnisse:

- Die **Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit** des Erwerbs von **Grundkompetenzen** wurde den Schülerinnen und Schülern durch die Trennung in Kurzttests von Grundkompetenzen und Problemlösearbeiten bewusster.
- Die **Überprüfung der Grundkompetenzen** war **eine wichtige Voraussetzung für** das erfolgreiche Bearbeiten der **Problemlöseaufgaben**.
- Die Beispiele in Kapitel 4 zeigen, dass sich **Grundfertigkeiten nicht nur auf Rechenfertigkeiten beschränken**. Es wurde nicht nur instrumental, sondern auch relational understanding überprüft. Es sind auch „**heuristische Grundkompetenzen**“ beim Argumentieren, Begründen und Problemlösen erforderlich und müssen auch bewusst gelernt werden.
- Es kommt zu einer **Verschiebung bei der Bedeutung der Grundkompetenzen**. Die Rechenfertigkeit verliert an Bedeutung. Dafür wächst die Bedeutung anderer Kompetenzen, wie etwa in der Algebra: Die Termfindungskompetenz, die Strukturerkennungskompetenz, die Visualisierungskompetenz, die Testkompetenz .
- Durch den Einsatz von CAS kommen **zwei wesentliche Grundkompetenzen dazu**: die Kompetenz, die Technologie passend einzusetzen („**die Handlingskompetenz**“), sowie die Kompetenz, Lösungswege und Ergebnisse entsprechend zu beschreiben („**die Dokumentationskompetenz**“)
- **Gemessen wurden sowohl kurzfristige Kompetenzen** im Rahmen des aktuellen Lernprozesses, **als auch langfristige Kompetenzen**, wenn sie Voraussetzung für ein neues Kapitel oder für die Lösung eines bestimmten Problems waren.

2.6 Offene Fragen, Schwierigkeiten und Gefahren:

- **Schnittstelle Uni:**
Die erworbenen „neuen“ Kompetenzen und Fertigkeiten, sowie Kenntnisse im Handling von Computeralgebrasystemen sind derzeit an den Hochschulen noch kaum gefragt. Im Gegensatz dazu werden aber gerade die in den AHS teilweise schon durch neue Wege ersetzten traditionellen Methoden in den ersten Semestern an den Unis verstärkt geprüft.

- **„Vermarktung“:**
Hier ist vor allem der Kontakt zu KollegInnen gemeint. Es ist im Schulalltag schwierig, die neu gewonnenen Erfahrungen anderen zu vermitteln. Neue Wege zu gehen bedeutet vor allem zu Beginn erhöhten Arbeitsaufwand und mehr Offenheit und wird daher von einigen der FachkollegInnen abgelehnt. Vor allem bei gemeinsamen Prüfungen, wie bei der Matura zeigt sich dann, dass z.B. Fehler im Formalismus von den „Traditionalisten“ überbewertet, jedoch neue Themenschwerpunkte – die durch CAS-Rechner erst möglich werden – kaum oder gar nicht registriert werden. Handlungsfertigkeiten werden als selbstverständliche Basis gesehen, aber notwendige Abschätzungen, die eigentlich wirkliches Verständnis für Größenordnung und Problem einer Aufgabe zeigen, werden als eher unbedeutend eingestuft.
- **„Vereinsamung“:**
Der Dialog mit den FachkollegInnen reduziert sich oft auf eine Bejahung bzw. Ablehnung der neuen Unterrichtsformen und -inhalte. Es sei denn, dass durch schulinterne Lehrerfortbildung neue Impulse gesetzt werden. Dadurch kommen Gespräche und Diskussionen verbunden mit dem Austausch an Informationen und Material zustande. Sehr wichtig erscheint daher ein vielfältiges Seminarangebot zu sein, da dadurch außer neuen Impulsen, Projektarbeit und dem Erfahrungsaustausch auch ein Treffen „Gleichgesinnter“ stattfindet. Ebenso sollten auch diesbezügliche Informationen an die Schulleitungen gehen, um eine notwendige Sensibilisierung für die Verschiebung von Inhalten und eine veränderte Schwerpunktsetzung zu erreichen.
- **Dichte des Unterrichts:**
Engagierte LehrerInnen möchten möglichst viel in ihren Unterricht packen und sind daher selten mit dem Erreichten zufrieden. Ein dichter Unterricht mit wenig Muße ist oft die Folge. Einer der Gründe ist auch in den oben behandelten Punkten zu finden, denn das Vergleichbare sind die traditionellen Aufgaben und Fertigkeiten, aber gerade hier werden einige Schwerpunkte nicht mehr gesetzt. So muß dieser benötigte Freiraum durch Ersetzen von Altem gewonnen werden. Der Mut zur Lockerung - auch ohne langjährige Erfahrung mit dem, was bleiben, was ersetzt werden bzw. was ganz neu dazukommen soll – ist wichtig. Neue Strukturen werden sicher Hand in Hand mit den derzeit gewonnenen Erfahrungen die alten ersetzen. Neue Lehrpläne mit einem kleinen klar definierten Kern und einem individuell zu gestaltenden Erweiterungsberich könnten eine Hilfe sein.
- **Starre Strukturen:**
Für manche neue Unterrichtsformen ist der starre Stundenplan und die Fächereinteilung eher hinderlich. Eine mögliche Flexibilisierung für Projekt- und fächerübergreifenden Unterricht eventuell auch im Team – wäre wünschenswert.
- **Kreativität:**
Neue Unterrichtsmodelle zu erproben erfordert sehr viel Kreativität, was wiederum den Zeitaufwand steigert. Ohne entsprechende Lehrbücher bzw. Unterrichtsmaterialien ist es noch schwieriger ständig erfinderisch tätig zu sein. Die differenzierten Prüfungssituationen erfordern und ermöglichen auch andere, neue Arten von Fragestellungen. Die jetzt öfter vorkommenden sogenannten offenen Aufgaben implizieren auch eine Änderung in der Bewertung.

- **Schwerpunktsetzung:**

Viel mehr als im traditionellen Unterricht muß die Auswahl der Beispiele und der Schwerpunkte überlegt werden. Die Interessen der SchülerInnen werden ebenso wie fächerübergreifende Aspekte und Möglichkeiten des CAS- Systems berücksichtigt. Bei der Leistungsbewertung ist nicht mehr nur die Lösung bzw. das Produkt im Vordergrund, sondern auch der Weg und oft die Begründung und die Auswahl desselben. Es verschieben sich also in vielerlei Hinsicht die Schwerpunkte und ein Gleichklang bei der Leistungsmessung wäre zu diskutieren.

- **Erwartungshorizont:**

Bei verstärkt offen gestellten Aufgaben ist der Erwartungshorizont genau zu überlegen und auch im Beispiel selbst zu definieren. Andernfalls kann es zu Problemen bei weit über das Ziel hinaus bearbeiteten Aufgaben kommen. Möglich wären Bonuspunkte – aber ersetzen diese dann andere falsch gelöste Aufgaben und verstehen das MitschülerInnen und FachkollegInnen?

3. Kommentare zu einigen Leistungsmessungsformen

3.1 Problemlösearbeiten, Kurzschularbeiten; Jahresprüfungszeit

3.1.1 Vorbemerkung

Dieses Modell sollte dazu dienen, die unterschiedliche Wertigkeit von Kenntnissen und Fertigkeiten auf der einen Seite und der Problemlösefähigkeit auf der anderen Seite aufzuzeigen und diese differenzierte Sichtweise Schülern und Eltern zu verdeutlichen. Den Schülern und auch deren Eltern sollte durch die Reduktion der schriftlichen Prüfungszeit im Sinne der herkömmlichen Schularbeiten aufgezeigt werden, dass es neben diesen noch weitere Leistungsmessungs- und Leistungsbeurteilungs- möglichkeiten gibt.

3.1.2 Ergebnisse nach einem Jahr Erfahrung

Aus Sicht der SchülerInnen

- Die Schüler bewerten dieses Modell sehr positiv im Vergleich zum früheren.
- Die sog. Basistests (die Schüler vermeiden bewusst das Wort „Kurzschularbeiten“) geben dem Schüler die Möglichkeit der ständigen Überprüfung ohne dabei nur an „Noten“ zu denken.
- Der Schüler wird gezwungen ständig mitzuarbeiten und dadurch wird der Stoff gut gefestigt und aufgearbeitet.
- Durch dieses Beurteilungssystem kann eine sehr objektive od. faire Beurteilung des Schülers gewährleistet werden, weil es nicht nur auf die Schularbeit/Problemlösearbeit ankommt, sondern auf alle Leistungen während des gesamten Schuljahres.
- Durch die Problemlösearbeiten wird der Lehrstoff nicht mehr in einzelnen Kapiteln abgehandelt, sondern übergreifend gelehrt. Dies ist eine sehr gute Vorbereitung für das zukünftige Studium oder Berufsleben.
- Der Schüler lernt dadurch das eigenständige Arbeiten, Lösen von Problemen und Lernen, aber auch das Aufarbeiten von einzelnen Themen.
- Manche Schüler geben jedoch an, dass ihnen die Problemlösearbeiten schwer fallen. Sie haben sowohl beim Erfassen der Fragestellung als auch beim Interpretieren Probleme.
- Durch das neue System macht vielen Schülern Mathematik mehr Spaß.

Aus Sicht der LehrerInnen

- Schüler wählen bei den Problemlösearbeiten oft andere Lösungswege als bisher. Die Methodenvielfalt hat zugenommen.
- Die Aufgaben müssen lernzielorientierter als bisher gestellt werden, wodurch die Schularbeitstexte länger werden.
- Neue durch den CAS-Einsatz beschrittene Wege bedeuten für den Lehrer mehr Arbeit, vor allem dann, wenn die Dokumentation des Schülers nur schwer verständlich ist.
- Der Umstieg von reproduktiven Beispielen zu problemorientierten fiel vor allem einem Großteil der Schüler in der 5. ORG-Klasse sehr schwer, da die nötige Übungsphase noch sehr kurz war.

- Schüler begegnen den sog. Textaufgaben etwas unbefangener als bisher, da sie sich durch den Wegfall von Rechenfertigkeiten und -fehlern mehr auf den Text konzentrieren können.
- Die Experimentierfreudigkeit hat durch den CAS-Einsatz sehr stark zugenommen.
- Da die Basistests erst während des Schuljahres festgesetzt werden müssen, bedeutet dieses Modell einen wirklichen Fortschritt für Schüler und Lehrer.
- Manche Schüler haben bei den Problemlösearbeiten mit der Formulierung der Beispiele große Probleme.
- Die zum Teil fehlende Allgemeinbildung kann zum „Nichtverstehen“ von Beispielen und Fragestellungen, vorhandene Begriffsmängel können zum Nichtlösen von Teilaufgaben führen.
- Viele Schüler haben vor allem in den 5. Klassen noch Probleme mit den mathematischen Formulierungen.
- Gelegentlich tauchen auch Probleme beim Abschätzen der erforderlichen Genauigkeit auf

3.2 Facharbeiten, Projektarbeiten

3.2.1 Vorbemerkungen

Im Schulversuch wurden von den LehrerInnen unterschiedliche Modelle angewandt.

So umfassten in manchen Versuchsklassen die Themenbereiche eher Kern- oder Erweiterungsstoff des Lehrplans der jeweiligen Schulstufe, in anderen wurden die Themen sehr frei teils aus dem innermathematischen Bereich teils stark anwendungsorientiert von den SchülerInnen gewählt. Die Mehrzahl der Themen war fachübergreifend v.a. mit Physik, Wirtschaftskunde und Biologie ausgerichtet.

Auch in Durch- und Ausführung gab es Unterschiede. In einigen Klassen lag der Schwerpunkt eher in einer gediegenen schriftlichen Behandlung des Themas, in anderen wurde eine schriftliche Arbeit mit einer kurzen Präsentation verlangt, in manchen Klassen wurden die Themen in Referatsform präsentiert, wobei den SchülerInnen auch die Rolle des Lehrenden zufiel, der neue Inhalte verständlich darstellen muss.

Die Arbeiten bzw. deren Präsentation wurde in allen Versuchsklassen – wenn auch mit unterschiedlicher Gewichtung – gewertet. Allerdings war der Inhalt der Facharbeiten nicht in jeder Versuchsklasse Prüfungsstoff für alle.

Die Bearbeitung der Themen musste in einigen Klassen in Gemeinschaftsarbeit erfolgen, wobei die Arbeit des einzelnen nicht genau definiert war. Einige KollegInnen gaben Themen zwar für eine Gruppe aus, teilten aber jedem ein bestimmtes Arbeitsgebiet zu, das dann für ihn unabhängig von der Leistung der anderen auch beurteilt wurde. In manchen Klassen konnten die SchülerInnen selbst entscheiden, ob sie lieber allein oder in einer Gruppe arbeiten, weil es Themen mit mehr oder weniger Umfang gab.

Bei der Erstellung der Themen ermöglichte ein unterschiedlicher Schwierigkeitsgrad eine innere Differenzierung.

Die Zeit für Betreuung und Beratung der SchülerInnen durch die Lehrkraft variierte stark. Sie war nicht nur von der Schülerzahl, sondern auch vom Vorhandensein von begleitenden unverbindlichen Übungen abhängig.

3.2.2 Ergebnisse nach einem Jahr Facharbeitserfahrung

Aus Sicht der SchülerInnen

- Die Präsentation der Facharbeit wird als zentraler Punkt des Schulversuchs und absolutes Novum gesehen. Sie wird von fast allen SchülerInnen positiv bewertet.
- Stolz auf die eigene Leistung und starke Identifikation mit dem Thema sind gegeben.
- Die Dauer der Referate sollte nicht gekürzt, aber das Ergebnis stärker in die Note einbezogen werden, obwohl sich die meisten mit der Erarbeitung neuer Inhalte sehr plagen.
- Die SchülerInnen geben an, mitunter Schwierigkeiten zu haben, den Erklärungen und dem Vortrag von MitschülerInnen zu folgen. Die Vortragenden erleben das mangelnde Interesse und disziplinäre Probleme. Der Rollentausch Lehrer – Schüler kann als wertvoller Beitrag des sozialen Lernens gesehen werden.
- Dass Mathematik von vielen als eines der Lieblingsfächer bezeichnet wird und eine verstärkte Tendenz zu Mathematik als Wahlpflichtfach und Maturafach besteht, zeigt eine Förderung der intrinsischen Motivation.
- Teamarbeit wird ebenso wie innere Differenzierung wegen der Problematik einer gerechten Notengebung kritisch gesehen.
- Bei der Mehrheit hat sich die Mathematiknote nicht verschlechtert.

Aus Sicht der LehrerInnen

- Kreativität macht sich bei der Materialbeschaffung, in selbst erdachten Beispielen, Versuchsabläufen (CBR), TI-Programmen usw. bemerkbar.
- Anfängliche Nervosität bei der Präsentation legt sich. Auch „stille“, unauffällige SchülerInnen erbringen erstaunliche Leistungen.
- Geschlechtsspezifische Unterschiede scheinen aufzutreten. Mädchen bevorzugen Wirtschaftsthemen, Burschen solche mit physikalischem Inhalt. Mädchen fällt sprachliche Formulierung leichter, Burschen setzen verstärkt CAS-Systeme ein.
- Unterschiedliche, eigene Zugänge zu Problemen werden sichtbar.
- Hilfestellungen für MitschülerInnen fördern das soziale Lernen ebenso wie das WIR- Erlebnis in der Gruppe.
- Die Dauer der Referate und Präsentationen nimmt mehr Zeit, als ursprünglich vorgesehen, in Anspruch.
- Die Facharbeit kann in mehrfacher Hinsicht als Vorbereitung für eine erfolgreiche Matura gesehen werden. Selbständiger Wissenserwerb, eigenständig Material zu einem Thema beschaffen und verarbeiten, fachübergreifend vernetzt denken und sich und sein Wissen präsentieren können, sollen nicht nur für Spezialgebiete, fachübergreifende Matura und Fachbereichsarbeiten, sondern auch für weiterführende Studien befähigen.
- Der in Referaten präsentierte Inhalt scheint gut verarbeitet zu sein, was Schularbeitsergebnisse bezeugen.
- Facharbeiten ermöglichen erstmals außer Fach- auch Methoden- und Persönlichkeitskompetenzen bewußt zu fördern und auch zu bewerten. Reflexion des Auftretens, der Sprache und der eigenen Ausstrahlung ist für die SchülerInnen eher ungewohnt.
- Der Zeitaufwand für Facharbeiten zwingt den Lehrer/die Lehrerin zur Straffung und Kürzung des Lehrstoffes.

3.2.3 Zu den Beurteilungskriterien von Projektarbeiten

Grundlegendes

Den SchülerInnen sollte bewusst sein, welche Kriterien bei der Beurteilung ihrer Leistung herangezogen werden. Nicht ausschließlich das Endprodukt, sondern auch der Prozess der Erarbeitung wird bewertet. Bei der Präsentation entscheidet über den Erfolg oder Misserfolg nicht nur das Fachwissen, auch schwer änderbare, ev. angeborene Persönlichkeitsmerkmale sind von Bedeutung.

Die unter Persönlichkeitskompetenz zitierten Merkmale können nicht mit einer fünfteiligen Notenskala beurteilt werden. Behutsam und mit Einfühlungsvermögen sollte aber den SchülerInnen eine Rückmeldung über persönliche Stärken und Schwächen gegeben und Hilfestellung zur Verbesserung geboten werden.

Um dies zu ermöglichen, wäre dringend eine unverbindliche Übung mit folgendem Inhalt notwendig:

- Hinweise zum Abfassen einer (natur)wissenschaftlichen Arbeit
- Grundkenntnisse aus der Rhetorik
- Wesentliches über persönliche Wirkung und Körpersprache
- Einsatz von Medien und Präsentationstechniken (Powerpoint, Video, usw.)
- Betreuung bei der Erstellung der Facharbeit
- Besprechung der Präsentation (ev. mit Videoaufnahmen)

Beurteilungskriterien

1. Vorbereitung

Eigenständiges Erarbeiten des Inhaltes

Literaturbeschaffung (Literaturliste)

Vorbereitung von Experimenten.(Arbeiten mit dem CBR u.ä)

Einbeziehung von Medien (Tafelbilder, Folien, Graphiken, etc.)

Arbeiten mit dem TI (ev. neue Funktionen anwenden, Einbeziehen des Handbuches oder spezieller Literatur)

Erstellen eines Konzeptes und Klarheit desselben

Erstellen einer Zusammenfassung für MitschülerInnen

Qualität von Übungsbeispielen (Lebensnähe, Aktualität, fachübergreifend...)

2. Präsentation

Fachkompetenz:

Klarer Gedankengang (Argumentieren, Erklären, Beweisen, Herleiten, Begründen..)

Sicherheit des Wissens (Reaktion auf Fragen, etc.)

Experimente

Arbeiten mit dem TI

Medieneinsatz

Methodenkompetenz:

Aufbau der Inhalte (Gliederung)

Motivation, Berücksichtigung des Wissensstandes und der Fähigkeiten zum

Wissenserwerb der MitschülerInnen

Persönlichkeitskompetenz:

a) Verbales Verhalten

Freier Vortrag

Einfache Sprache

Kurze, prägnante Ausführung
 Zusammenfassungen
 Herausheben von wesentlichen Inhalten

b) Nonverbales Verhalten

Gestik / Mimik
 Körperhaltung
 Blickkontakt
 Artikulation
 Lautstärke
 Sprechgeschwindigkeit

c) Persönliche Ausstrahlung

Sicherheit
 Engagement
 Auftreten
 Überzeugungskraft

Beurteilungsbogen/Feedbackbogen für Fach- und Projektarbeiten

Für den Lehrer/die Lehrerin könnte folgender Bogen eine Hilfestellung bei der Beurteilung sein. Es wäre auch denkbar, die Mitschüler zur Beurteilung heranzuziehen.

Präsentation

	1	3	5
1. Klarer Gedankengang (Argumentieren, Erklären, Beweisen..)			
2. Sicherheit des Wissens (Reaktion auf Fragen, etc.)			
3. Aufbau der Inhalte (Gliederung) Zusammenfassungen			
4. Freier Vortrag			
5. Einfache Sprache , kurze, prägnante Ausführung			
6. Herausheben von wesentlichen Inhalten			
7. Gestik / Mimik / Körperhaltung / Blickkontakt			
8. Artikulation / Lautstärke / Sprechgeschwindigkeit			
9. Sicherheit / Auftreten			
10. Engagement / Überzeugungskraft / Motivation			

1.....überdurchschnittlich

3.....durchschnittlich, zufriedenstellend, könnte noch verbessert werden

5.....nicht zufriedenstellend, stark verbesserungsbedürftig

Beurteilung:

Note:.....

3.3 Fächerübergreifende Leistungsmessung

Vorausgesetzt werden muss, dass bei der hier beschriebenen Versuchsklasse (9. Schulstufe) die Fächer Mathematik und Physik von derselben Lehrerin unterrichtet wurden. Dadurch war sowohl die Unterrichtsorganisation als auch die Aufgabenstellung wesentlich vereinfacht. Damit ist auch erklärbar, warum die SchülerInnen relativ viele fächerübergreifende Facharbeitsthemen gewählt haben. Auf jeden Fall wurde aber gezeigt, dass fächerübergreifendes Lernen und Prüfen möglich ist und auch angenommen wird, wenn solche Themen in einem entsprechenden Organisationsrahmen angeboten werden.

- Ein **Beispiel** zu dieser Art von Leistungsmessung befindet sich in **4.4**.
- Der **Stoff** für diese Arbeit setzte sich aus den im jeweiligen Semester von den SchülerInnen gehaltenen **Facharbeiten** zusammen.
- Diese Schularbeit war die jeweils **dritte** im Semester und entsprach in der Länge einer **Kurzschularbeit**.
- Eine der Überlegungen, die zu dieser Art der Überprüfung führte, war, dass die **Aufmerksamkeit der SchülerInnen** bei Referats- bzw. Facharbeiten sich sicher steigern würde, wenn klar ist, dass das dargebotene Wissen später auch überprüft wird.
- Die Arbeit wurde so bewertet, dass das Verständnis bzw. auch die Fehler dem **entsprechenden Fach zugeordnet** wurden. Basiert ein Fehler z.B. auf Grund von fehlendem physikalischen Wissen, so wurde dieser Fehler der Physik zugeordnet.
- Interessant war, dass bei der Bewertung der Arbeiten nur Noten von 1 bis 3 vorkamen. Sehr gute Arbeiten waren jedoch trotzdem selten. Der **Stoff** wurde also von **allen SchülerInnen weitaus überwiegend beherrscht** und da vieles auch schon länger zurücklag, scheint die Art der Darbietung (Facharbeit) besonders einprägsam zu sein.
- Gelernt wurde von den **Handouts**, die von den MitschülerInnen gestaltet und ausgegeben wurden.
- Die Mathematiknote im Verhältnis zur Physiknote war bei den Mädchen besser als bei den Burschen, in GWK umgekehrt. Hier waren genauso wie bei der Referatsthemenverteilung **geschlechtsspezifische Unterschiede** merkbar.
- Die **Sozialkompetenz** in dieser Klasse ist **stark gestiegen**. Es gab immer wieder Rückfragen, Erklärungen, aber auch Forderungen nach mehr Exaktheit seitens der MitschülerInnen. Die Identifizierung mit den Themen war immer vorhanden und die jeweilige Zuständigkeit von den MitschülerInnen akzeptiert.
- Da die Referate zu den jeweiligen Facharbeiten schon länger zurücklagen, lässt das Ergebnis den Schluss zu, dass ein Großteil des Stoffes in das **Langzeitgedächtnis übernommen wurde**. Die wird zeigt sich bereits auch im folgenden Schuljahr, in der 6. Klasse (10. Schulstufe).

3.4 Leistungsmessungen bei kooperativen Prüfungsformen

Diese Art der Leistungsmessung wurde in zwei Versuchsklassen in Handelsakademien (höhere kaufmännische Schulen von der 9. bis zur 13. Schulstufe) erprobt. Es gab keine derartigen Untersuchungen in Gymnasien. Eine mögliche Schlussfolgerung, die durch Ergebnisse des ZSE (Zentrum für Schulentwicklung) bekräftigt wurde, könnte sein, dass kooperative Lernformen in diesen kaufmännischen Schulen häufiger auftreten.

Intensiv diskutiert wurde über die Gruppenzusammensetzung. Es gab zwei Vorschläge:

- **Homogene Gruppen:** Die Gruppen werden von SchülerInnen gebildet, die dieselbe Note oder eine höchstens einen Grad abweichende Note haben.
- **Heterogene Gruppen:** Gute und schwächere SchülerInnen bilden jeweils eine Gruppe. Die überwiegende Mehrheit in der Diskussion war für die Bildung heterogener Gruppen, da ansonsten, wie schon erwähnt, eine Art „Kastensystem“ entstehen würde.

Der folgende **Kommentar** bezieht sich auf einen Versuch mit heterogenen Gruppen (die dazugehörigen Aufgabenstellungen und Ergebnisse findet man im Kapitel 4.5):

Die Arbeitszeit für die Gruppenschularbeit musste auf zwei Stunden verlängert werden. Der Stoff dieser Schularbeit war für eine Problemlösearbeit nicht sehr geeignet (Trigonometrie), daher dürfte die Aufgabenstellung wohl auch ein wenig zu schwierig geworden sein. Es wurde während der Arbeit auch erst so richtig deutlich, wie lange es braucht, bis sich die Gruppe organisiert. Diese Zeit ist notwendig, wenn man das Bestreben wirklich ernst nimmt, neue Sozialformen auch in die Prüfungssituation zu übernehmen.

Schon vor der Gruppenschularbeit wurde versucht, möglichst heterogene Gruppen zu bilden - die mathematischen Ressourcen der Klasse sollten optimal aufgeteilt werden. Damit sollte verhindert werden, dass sich die guten Mathematiker zusammenschließen und die schwachen hilflos zurück bleiben. Naturgemäß wird die Aufteilung vereinzelt nicht als gerecht empfunden. Sonst müsste man, um halbwegs fair beurteilen zu können, auch unterschiedliche Aufgabenstellungen vorsehen.

Typisch für das Arbeiten im Team war auch, dass ein Teil der Arbeiten den Möglichkeiten nach aufgeteilt wurden. So war z.B. der/die Schwächere für ein sauberes Protokoll oder für eine ordentliche Skizze verantwortlich und hat damit auch seinen Teil zum Gesamterfolg beigetragen, während die besseren die Strategie und Einzelresultate vorgeben.

Die Zusammenarbeit und die Gesprächskultur im Rahmen der „Gruppenschularbeit“ ist sehr positiv aufgefallen – auch eine Kollegin eines anderen Faches, die in der zweiten Stunde die Klassen beaufsichtigte, war davon sehr beeindruckt; die Kooperation zwischen den Schülern ist besser geworden.

4. Beispiele für Prüfungsaufgaben und Themen

4.1 Problemlösearbeit

Problemlösearbeit 9. Schulstufe, Realgymnasium Berndorf
Mag Ingrid Schirmer-Saneff

2.SCHULARBEIT

17.11.1999

Art: Problemlöseschularbeit, mit TI92 und allen Unterlagen

Dauer: 100 Minuten

1.) Max.mobil (siehe Beilage 1)

Vergleichst du bei den verschiedenen Tarifen die monatliche Grundgebühr mit dem Preis für 1 Minute Gesprächszeit zu österr. Festnetz Mo-Fr/7-20 Uhr, so siehst du, daß bei höherer Grundgebühr der Preis für 1 Minute Gesprächszeit sinkt.

a.) Stelle eine Tabelle auf und gib eine lineare Funktion an, die diesen Zusammenhang annähernd wiedergibt.

Gib alle Einstellungen vom TI-92 wieder, die zum Grafikfenster führen, in dem du die Regressionsgerade und die 3 Wertepaare darstellst. (auch Window-Einstellungen)

Zeichne das Grafikfenster in dein Heft!

b.) Wenn diese Funktion einen sinnvollen geschäftspraktischen Zusammenhang wiedergibt, welche Kosten/Minute müßte max.mobil seinen Kunden verrechnen, wenn ein Tarif ohne Grundgebühr eingeführt würde.

Interpretiere a und b!

2.) Max.mobil bietet verschiedene Handytarife an (siehe Beilage 1). Eine Geschäftsfrau kalkuliert ihre Telefonkosten und sucht die für sie günstigste Variante. Sie weiß, daß sie zu ca. 60 % Festnetze, zu ca.40 % Mobilnetze anruft, wobei die Hälfte davon auf A1, die andere Hälfte auf max.mobil entfällt.

a) Gib eine allgemeine Formel für die Berechnung der monatlichen Handy-Telefonkosten an, wenn mit einer durchschnittlichen täglichen Gesprächszeit von x Minuten Mo-Fr/7-20 Uhr telefoniert wird. Wähle entsprechende Variable für die verschiedenen Gebühren.

b) Anschließend wende diese Formel auf die unterschiedlichen Tarife an.

c) Berechne dann für $x=10$ min die monatlichen Kosten der einzelnen Tarife. Für welchen Tarif würdest du dich entscheiden?

d) Stelle eine obere und eine untere Schranke für die vorraussichtlichen Kosten auf, wenn sich die monatliche Gesprächsdauer im Rahmen von $\pm 20\%$ von obigen Angaben bewegt.

e) Bei welcher Gesprächsdauer herrscht Kostengleichheit von jeweils 2 Tarifen? (%-Angaben der Aufteilung auf Telefonate mit Festnetz, A1 und max.mobil wie oben) Welcher Tarif ist unter welchen Bedingungen geeigneter? Diskutiere das Ergebnis!

3.) Suche dir aus den Wohnungsmarkt-Immobilien-Announcen (siehe Beilage 2) mindestens 8 Angebote (eher mit kleiner Grundfläche) aus und trage die Daten (m^2 Wohnfläche/ Kaufpreis) in den data-matrix Editor ein.

a.) Sortiere die Tabelle nach aufsteigender Wohnfläche. Welche (lineare) Funktion gibt diesen Zusammenhang annähernd wieder? Gib ebenso an, wie du Wertepaare und Funktion im Grafikfenster darstellst! (auch Window-Einstellungen)

b.) Wie hoch ist ca. der durchschnittliche Quadratmeterpreis beim Kauf eines Hauses? Welches Angebot findest du besonders günstig? Warum?

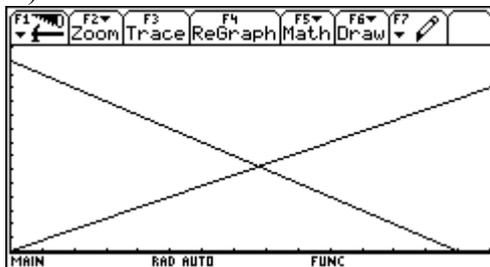
Inwiefern kann die Regressionsgerade den wahren Verlauf des Zusammenhanges: Kaufpreis- Wohnfläche nicht wiedergeben? Wie könnte die Funktion wirklichkeitsnäher verlaufen?

c.) Schätze ab, welche Wohnungsgröße (von - bis) du am Immobilienmarkt erhalten kannst, wenn du ca. 2 Millionen ATS (Kapital und Kreditmöglichkeiten) zur Verfügung hast?

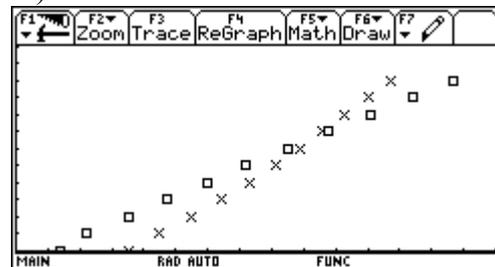
Wieviel Geld brauchst du mindestens, wenn du ein Haus mit 180m² Wohnfläche kaufen willst? Begründe deine Antwort!

4.) Beschreibe verbal folgende grafische Zusammenhänge und erfinde dazu eine passende „Geschichte“; Gib zu deiner „Geschichte“ auch die passenden „window“-Einstellungen an! Beschrifte die Achsen!

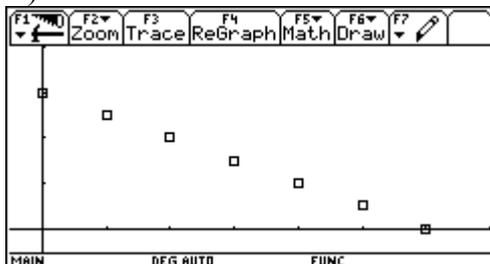
a.)



b.)



c.)



ZB:a.) Lese die mobilkom Tarife für A1 durch und ordne die verschiedenen Tarife den entsprechenden von max.mobil zu. Vergleiche die beiden Geschäftstarife A1 Business und profi-max. Welche Strategie verfolgen die Unternehmen der Mobiltelefonnetze? Diskutiere deine Entdeckungen!

b.) Stelle zu Bsp.4.) passende Fragen und beantworte sie auch!

Kommentar zur Problemlöseschularbeit

ad 1.) Hier steht das Arbeiten mit dem data-matrix-Editor, das Finden einer Regressionsgeraden und deren Bedeutung im Vordergrund. Daher wurde auch die Frage nach der Bedeutung der Variablen und den Kosten/Minute für einen 0-Grundgebühren-Tarif gestellt. Die Richtigkeit der window - Einstellung gibt das Verständnis des Schülers für die Größenordnungen der Koordinatenbereiche wieder.

- ad 2.)** Der Vergleich von Handytarifen und das Suchen der günstigsten Möglichkeit ist ein dem Alltagsleben von 15jährigen Schülern entsprechendes Problem. Wesentlich für das Bsp. ist das Erschließen von brauchbaren Daten aus Informationen, die nicht vom Lehrer extra zusammengestellt wurden, sondern aus der Realität (Internet) entnommen sind. Es gibt zu viele, d.h. unbrauchbare Daten, wie z.B. die company-Tarife. Diese sind vom Schüler daher einfach zu ignorieren. Das Zusammenstellen einer Formel aus den (geschätzten) %-Angaben entspricht einer eigenen möglichen Kalkulation. Der Schüler muss auch komplexer aufgebaute Tabellen lesen können und Daten, die er aus diesen gewinnt, verarbeiten können. Für die Berechnung der monatlichen Kosten ist ein geschicktes Umgehen mit Variablen, deren Belegung und gespeicherten Formeln, ebenso wie das Verständnis für das Problem an sich, erforderlich. Weiters ist eine problemorientierte Anwendung des %-Rechnens, des Abschätzens von Bereichen und eine Übersetzung der gewonnenen Ergebnisse in die Sprache und Entscheidungsfindung im Alltag von Bedeutung. Die Bedeutung von Schnittpunkten von Funktionen ist zu interpretieren, auf den gegebenen Sachverhalt anzuwenden und die getroffene Entscheidung zu begründen.
- ad 3.)** Aus einer Fülle von Material (Zeitschrift „Besser Wohnen“) sollen vergleichbare Angebote ausgewählt, in den data-matrix-Editor eingegeben, sortiert, graphisch dargestellt und durch eine lineare Regressionsgerade in einen vergleichbaren Zusammenhang gestellt werden. Wesentlich ist hier wieder die Übersetzung von Problemen des Alltages in eine mathematische Sprache. Die Beantwortung der Frage nach einem günstigen Angebot besteht im Verständnis der Positionierung der einzelnen Angebote bezüglich der Regressionsgeraden und des „Wiederlesenkönnens“ der Werte. Zur Interpretationsfrage: Da die Gerade wohl kaum durch den Ursprung verlaufen wird, kann der wahre Verlauf des Zusammenhanges Kaufpreis - Wohnfläche nicht gegeben sein. (d kann je nach Auswahl der Angebote positiv oder negativ sein). Ebenso werden größere Wohnflächen im Verhältnis billiger werden. Solche und ähnliche Überlegungen hat der Schüler in b.) zu tätigen, um einen möglichen treffenderen Verlauf der Funktionskurve zu zeichnen. In c.) wird das Lesen von Graphen und das Abschätzen von Bereichen, ebenso wie das Übertragen eines Intervalls der y-Achse auf das entsprechende Intervall der x-Achse abgefragt.
- ad 4.)** Der Schüler soll Graphen lesen, definieren und beschreiben können. Mit dem „Erfinden einer Geschichte“ wird das richtige Interpretieren von kleinen-großen, positiven-negativen Steigungen bzw. der Nichtlinearität von Zusammenhängen geprüft.
- ad ZB)** Die Zeit, alle Möglichkeiten für A1 Tarife durchzulesen, wird für den Schüler kaum vorhanden sein. Wird jedoch gezielt nach Grundgebühr und 1 Minute-Gesprächsgebühr (mit Mobil oder Festnetz) gesucht, so ist dazu nicht viel Zeit nötig. Können die drei sich entsprechenden Tarife aufgelistet werden und erkennt der Schüler, daß jeweilige Gespräche in das Konkurrenznetz gezielt teuer gehalten werden, so ist die in die Tabellendaten übersetzte Firmenstrategie wieder „dechiffriert“ und damit sicheres Umgehen mit Listen und Tabellen bewiesen worden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das gezielte Suchen und Erschließen von Daten, deren eigenständige Bearbeitung, das Finden und Definieren von Bezügen und Zusammenhängen, sowie anschließendes Interpretieren und Begründen von Ergebnissen den Hauptanteil an dieser Schularbeit haben.

4.2 Kurzarbeiten zur Messung der Grundkompetenzen

Schon die erste Arbeit zeigt, dass unter Grundkompetenzen nicht nur Rechenfertigkeiten verstanden werden.

Kurzarbeit 1:

Kurzarbeit 7B Klasse Realgymnasium Sacre Coeur Preßbaum (11. Schulstufe)

Dr. Hildegard Woldron

Dauer 20 Minuten

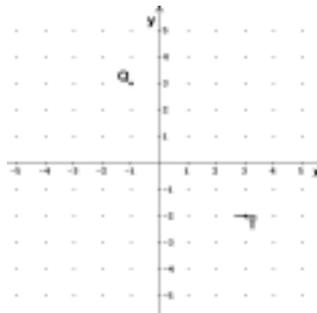
Ziele:

- Wissen über das Thema (z.B. Beispiel 4)
- Visualisierungskompetenz
- Fähigkeit, im Kernbereich des Themas zu argumentieren und begründen

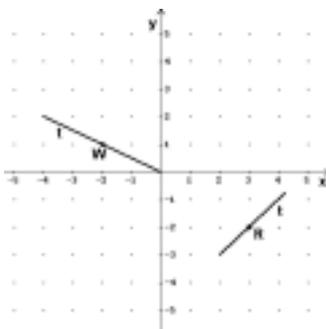
NAME:

Beispiel 1:

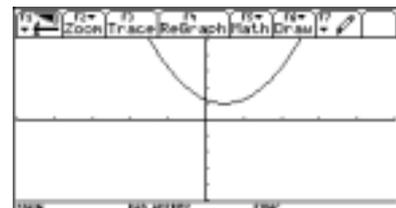
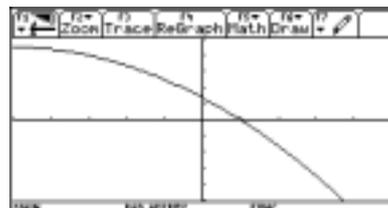
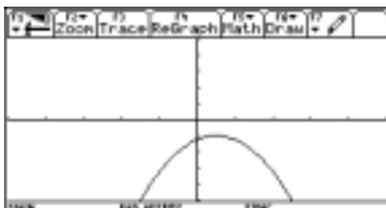
Lies aus den Angaben möglichst viele Bedingungen für eine geeignete Polynomfunktion heraus und zeichne in jeder Angabe 2 mögliche Funktionsgraphen einer Polynomfunktion ein.



Erkläre, warum es verschiedene Lösungen gibt!



Beispiel 2:



Welcher der Grafen hat die nachstehenden Eigenschaften?

$f'(0) > 0$, $f'(1) < 0$ und $f''(x)$ ist immer negativ.



Beispiel 3:

- Beschreibe den Algorithmus für das Newtonsche Näherungsverfahren!
- Beschreibe wie mit Hilfe des Geometrie-Fensters des TI92 das Prinzip von Fermat gezeigt wurde und welche physikalischen Gesetze sich daraus ergeben!

Beispiel 4:

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? Begründe jeweils Deine Aussage!

- $f'(x_1)=0 \Rightarrow f$ hat an der Stelle x_1 einen relativen Extremwert.
- f hat an der Stelle x_2 einen Wendepunkt. Dann wechselt f' bei x_2 das Vorzeichen.
- Eine Polynomfunktion 3. Grades hat höchstens einen Wendepunkt.
- $f'(x) = \text{konst.}$ für alle $x \in D_f \Rightarrow$ Der Graf von f ist eine Gerade.
- f sei eine auf $[a,b]$ stetige und differenzierbare Funktion mit $f(a) = f(b)$. Dann gibt es eine Stelle $c \in]a,b[$ mit $f'(c)=0$
- Die Polynomfunktion $f(x) = a x^4 + b x^2 + c$ habe 2 Hochpunkte. Dann liegen diese beiden Hochpunkte auf einer Geraden, die parallel zur x -Achse ist.

Gutes Gelingen!

Kurzarbeit 2:

7. Klasse (11. Schulstufe) Gymnasium Keplerstrasse Graz
Dr. Otto Wurnig

Meine Versuchsklasse ist eine Klasse 11 mit 21 männlichen Schülern, die alle einen TI-92 besitzen und gut beherrschen, da sie als Klasse 9 im Schuljahr 1997/98 bereits am CAS-II-Versuch teilgenommen haben. Ein weiterer wichtiger Grund für die Teilnahme war der Auslandsaufenthalt der Klasse vom 25.9. - 18. 10. 1999.

Mit dem neuen Modell sah ich eine Chance, noch vor der Abfahrt und nach der Rückkehr ein jeweils neues, kurzes Kapitel durch einen 25-Minuten-Test reproduktiv zu überprüfen. Für die kurze Zeitspanne vor der Abfahrt eignete sich in Klasse 11 das Kapitel **Gleichungen höheren Grades und komplexe Zahlen** besonders gut. Da fast immer alle Schüler anwesend waren und aktiv mitarbeiteten, war das Ergebnis des Tests zufriedenstellend. Der **2. Test** nach dem Auslandsaufenthalt war der **Analytischen Geometrie des Kreises** gewidmet. Die Schüler sollten die neuen Formeln für Standardprobleme kennen und verwenden lernen und dabei den TI-92 wirkungsvoll einsetzen. Die Schüler hatten folgende vier Beispiele zu lösen, wobei der TI-92 bei Beispiel 1 nur als Kontrolle eingesetzt werden konnte. E/A bedeutet Ein-/Ausgabezeile am TI-92.

1) Kreis: $x^2 + y^2 - 8x + 10y = 0$	Berechne M = (m, n) und r.	
E: $x^2 - 8x + 16 + y^2 + 10y + 25 = 16 + 25$		
E: $factor(x^2 - 8x + 16, x)$	A: $(x - 4)^2$	
E: $factor(y^2 + 10y + 25, y)$	A: $(y + 5)^2$	
2) Welchen Abstand hat die Gerade g: $3x - 4y = 12$ von k: M = [-5, -3], r = 2		
E: $dotp([-5, -3] - [4, 0], unitv([-3, 4]))$	A: 3	
3) Berechne einen der beiden Schnittpunkte der Geraden g mit dem Kreis k!		
g: $X = [7, -4] + t \cdot [3, -2]$	k: $(x - 2)^2 + (y + 5)^2 = 65$	X = [x, y]
E: $(x - 2)^2 + (y + 5)^2 = 65 \mid x = 7 + 3t \text{ and } y = -4 - 2t$	A: $13t^2 + 26t + 26 = 65$	
E: $solve(13t^2 + 26t + 26 = 65, t)$	A: $t = 1 \text{ or } t = -3$	
E: $[x, y] = [7, -4] + t \cdot [3, -2] \mid t = 1$	A: $[x = 10 \quad y = -6]$	
4) Stelle die Gleichung der Kreistangente im Punkte B des Kreises k auf:		
k: $([x, y] - [7, -2])^2 = 20$	B = [3, -4]	
E: $dotp([x, y] - [7, -2], [3, -4] - [7, -2]) = 20$	A: $-4x - 2y + 24 = 20$	

Obwohl alle vier Beispiele für diesen 25-Minuten-Test im Unterricht vorbereitet wurden und nur das Mindestwissen des Kapitels Analytische Kreisgeometrie reproduktiv überprüft wurde, war das Ergebnis schlecht.

Allerdings hatten die Schüler in fast allen Gegenständen Schwierigkeiten, sich wieder auf den normalen Schulbetrieb einzustellen.

Nutzen der Grundkompetenzen der Kurztests bei Problemlösearbeiten:

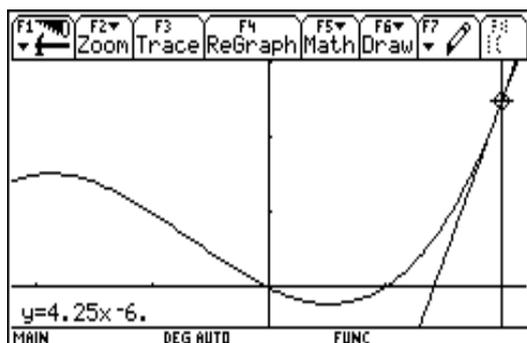
Nach der Behandlung der Kegelschnittlinien und einer kurzen Einführung in die Differentialrechnung wurde die **problemorientierte zweistündige Schularbeit** geschrieben. Sie war bewusst so gestellt, dass ein Beispiel aus der Analytischen Geometrie des Raumes, eines aus der Kegelschnittsgeometrie und ein anwendungsorientiertes Beispiel aus der **Differentialrechnung** stammte. Dieses 3. Beispiel (BÜRGER u.a., 1991) konnte entweder mit den neuen Begriffen oder mit den Möglichkeiten des TI-92 gelöst werden.

Angenommen ein punktförmiges Objekt bewegt sich längs der durch

$$f: x \rightarrow (1/4) \cdot (x^3 + 2x^2 - 3x), \quad [-2;2] \rightarrow \mathbb{R}$$

beschriebenen Kurve und trifft auf eine Wand, die durch die Gleichung $x=2$ beschrieben wird. Unter welchem Winkel α trifft das Objekt auf der Wand auf? Mache eine am Graphik-Fenster orientierte SKIZZE!

- 3 Schüler berechneten den Anstieg k der Tangente für $x=2$ im Algebra-Fenster (1. Ableitung) und dann den Aufprallwinkel α mit $\tan^{-1}(k)$.
- 3 Schüler versuchten mit Hilfe der dem Graphik-Fenster entnommenen Koordinaten eine Zeichnung anzufertigen und den Winkel abzumessen.
- 9 Schüler erzeugten im Graphik-Fenster mit dem Befehl *tangent* die Tangente mit ihrer Gleichung (siehe Abbildung).
- 2 Schüler der 9 zeichneten mit Hilfe dieser Gleichung die Tangente und bekamen durch Abmessen den Winkel α .



- 3 Schüler der 9 lasen aus der Gleichung k ab und nahmen dann $\tan^{-1}(k)$.
- Die letzten 4 der 9 lasen k ab und berechneten mit den Richtungsvektoren $[1, k]$ und $[0, 1]$ mit Hilfe des skalaren Produktes $\cos(\alpha)$.

Kurzarbeiten 3:

In dieser Klasse wurden häufiger sehr kurze Wiederholungen gemacht. Die Ziele gehen von Abfragen von Wissen über Angabe von Lösungswegen, Lösen von Grundaufgaben bis hin zu Rechenfertigkeiten.

6. Klasse (10. Schulstufe) Oberstufenrealgymnasium St. Pölten
Mag. Hermine Rögner
Ohne Nutzung des TI-92

Wiederholung 1: Koordinatengeometrie 6C Dauer: 10 min

- 1) Welche verschiedene Formen der Geradendarstellung gibt es?
- 2) Wann sind zwei Geraden g und h im Raum windschief?
- 3) Gib eine Parameterdarstellung jener Geraden an, welche durch den Punkt P geht und zu der von den Geraden g und h aufgespannten Ebene normal steht!
g: $X = s \cdot (3/2/2)$; h: $X = (1/5/2) + t \cdot (3/2/2)$; P(0/4/-1)

Wiederholung 2: Koordinatengeometrie Teil 2 6C Dauer: 10 min

- 1) Welche Rechenschritte sind notwendig, damit der Abstand Punkt – Gerade im Raum ermittelt werden kann?
- 2) AB [A(-3/1), B(5/-7)] ist die Basis eines gleichschenkeligen Dreiecks mit der Basishöhe $h=3 \cdot \sqrt{2}$. E. Berechne die Koordinaten von C (2 Lösungen).

Die Wiederholungen (3) und (4) stammen aus einer 5. Klasse (9. Schulstufe). Das ist die erste Schulstufe in einem Oberstufengymnasium, daher wird dort besonderer Wert auf Rechenfertigkeiten gelegt. Es zeigt sich auch, dass in dieser Lernphase die Komplexität der Aufgaben deutlich höher ist, als man es bei langfristigen Kompetenzen erwarten würde. Aber es wird hier ja nicht nur Rechenkompetenz überprüft, sondern auch Strukturerkennungskompetenz.

Wiederholung 3: 8.10.99 Dauer: 10 min 5C ohne TI-92

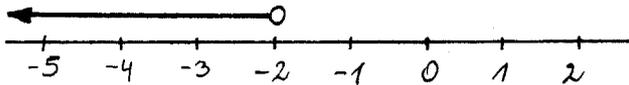
Vereinfache soweit wie möglich!

$$\left(\frac{a}{a+b} + \frac{b}{a-b} \right) \cdot (a^2 - b^2) =$$

Führe die Division durch und vereinfache soweit wie möglich!

$$\frac{2x-y}{x+3y} : \frac{4x^2-y^2}{x^2-9y^2} =$$

- 1) Wie ist eine Allaussage definiert?
- 2) Gib die Menge im beschreibenden Verfahren an!
 $A = \{-2; -1; 0; 1; 2; 3; 4; 5\}$
- 3) Gib die dargestellte Menge in Intervallschreibweise an!



- 4) G sein die Menge der Berufstätigen einer Stadt, M die Menge der männlichen Berufstätigen, A die Menge der Berufstätigen über 50 Jahre und B die Menge der Pendler. Beschreibe die Menge $A \cap M$ mit Worten!

4.3 Themen für Fach- und Projektarbeiten

4.3.1 Innermathematisch orientierte Themen

7. Klasse Gymnasium

Mag. Helmuth Hickel, Gymnasium Albertgasse

Zum Teil war das Ziel eine zusammenfassende Wiederholung von vorher gelerntem, meistens sollte aber entweder Gelerntes vertieft oder Neues entdeckt werden.

Verschiedene Formen der Ebenengleichungen (Wiederholung)

Darstellungsformen, Lagebeziehungen, Abstandsprobleme, Schnittprobleme, Behandlung am TI-92

Die Parabel (neues Thema)

Definition der Parabel, Konstruktion, Herleitung der Parabelgleichung (alle 4 Hauptlagen), Zeichnen und Rechnen mit dem TI-92.

Tangentenproblem – Problem der Momentangeschwindigkeit (neues Thema)

Zusammenfassung der Kenntnisse aus der 5. und 6. Klasse (9. und 10. Schulstufe), Tangentenproblem, Problem der Momentangeschwindigkeit, Ableitungsfunktion, graphisches Differenzieren, Behandlung am TI-92.

4.3.2 Fächerübergreifende Themen

Referats-/Facharbeitsliste für die 5C / Schuljahr 1999 / 2000

Mag. Ingrid Schirmer-Saneff, Realgymnasium Berndorf

A) Fächerübergreifende Themen Mathematik und Physik

Großteils wurde für die Experimente ein Ultraschallmessgerät für die Messung von Distanzen verwendet (CBR von Texas Instruments).

- 1.) **Es wird gedehnt ...** (1)
Dehnung als Funktion von der Anzahl v. Münzen etc.
Federkonstante, Fehlerrechnung, Mittelwert, Abweichung,
- 2.) **Auf den Spuren eines Graphen ...** (3)
Zeit-Weg-Geschwindigkeit
a.) Diagramme
b.) vorgegebene Diagramme „nachgehen“
c.) konstante Geschwindigkeit-Weg bestimmen
d.) „Wo trifft man sich?“ Schnittpunkte berechnen, Bewegungsaufgaben
- 3.) **Ein Ball rollt ...** (2)
a.) Funktion der Höhe - schiefe Ebene, Gravitation
b.) kinetische - potentielle Energie
- 4.) **Ein Ball springt ...** (2)
a.) Steigung eines Graphen, Höhe, Geschwindigkeit
b.) Maximum bestimmen, Funktionen anpassen
- 5.) **Ein Ball fällt ...** (1)
Experimente zu zusammengesetzten Funktionen,
quadratische Funktionen, Parabel, Loch in der Konservendose
- 6.) **Unfallszenario ...** (1)
elastischer, unelastischer Stoß / Reflexionsgesetze / Reibung (verschiedener Untergrund)
- 7.) **Es schwingt ...** (1)
Schwingungsdauer, Funktion

B) Themen aus dem Bereich Mathematik und Wirtschaft

Die Schüler kooperierten dabei häufig mit der örtlichen Sparkasse

- 1.) **Ein Auto verliert an Wert ...** (1)
Abschreibungsmodell, Restwertberechnung, Steuer, Finanzamt, Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Wertverlust?

- 2.) **Ein Auto wird finanziert ...** (1)
Leasingmodelle etc. Tabellenkalkulation
- 3.) **Wohin mit der alten Wohnung? ...** (1)
Verkaufen oder vermieten - der Immobilienmarkt, staatliche und sonstige Förderungen
- 4.) **Was kann ich mir leisten? ...** (1)
Finanzcheck der Banken, Planung von Ausgaben, Tabellenkalkulation
- 5.) **Man kommt zur Ruhe ...** (1)
Pensionsvorsorgemodelle, Anlagemöglichkeiten;
- 6.) **Man braucht mehr Geld als man hat ...** (1)
Kredite, Spesen, Kontenführung
- 7.) **Man hat mehr Geld als man braucht ...** (1)
Sparmodelle
- 8.) **Für Spekulanten, Spieler und Supermathematiker ...** (1)
der Aktienmarkt; Vorsorgemöglichkeiten, Charts, Funktionen angleichen, analysieren etc.
- 9.) **Man wechselt ...** (1)
Fremdwährung, -Kredite, Euro;

4.3.3 Beispiele für Projektarbeiten in Handelsakademien

3. Jahrgang (11.Schulstufe) in der Handelsakademie St. Pölten
Mag Josef Böhm

(1) Anwendung der linearen GLS - Verflechtungsmatrizen

Die Schülerinnen bekamen ausreichend Unterlagen und stellten für den Unterricht die Arbeitsunterlagen für ihre KollegInnen bereit (mussten neue Beispiele konstruieren). Außerdem hatten sie die Aufgabe, zwei Beispiele für die Hausübung zu erfinden. Sie bezogen ihre BWL-Lehrerin (Betriebswirtschaftslehre) in die Vorbereitung ein, die den kaufmännischen Aspekt der Aufgabenstellung sehr zu würdigen wusste. Die Präsentation war recht ordentlich, die Vorbereitungen sehr schön. Note: 2 - 3 für alle Gruppenmitglieder.

(2) Das logistische Wachstum

Die Schüler (alles Burschen) erhielten Kopien aus amerikanischen Lehrbüchern, die sich mit dem logistischen Wachstum auseinandersetzten. Ihr Auftrag war, sowohl das diskrete Modell über eine rekursive Folge als auch das kontinuierliche Modell über die Funktion (ohne Herleitung) zu erläutern, auf die Wirkweise der Parameter einzugehen und sinnvolle Aufgaben für Unterricht und Hausübung zusammenzustellen. Gute Unterlagen, gute „Choreographie“ und gutes Eingehen auf Zwischenfragen durch KollegInnen Gesamtdauer 2 Unterrichtsstunden. Note: 2

4.4 Fächerübergreifende Arbeit

Die Leistungen werden sowohl für die Mathematiknote als auch für die Physiknote gewertet

3.Schularbeit

26.1.2000

5. Klasse Realgymnasium Berndorf (9. Schulstufe)

Mag. Ingrid Schirmer Saneff

Diese Arbeit diente der Überprüfung der Inhalte der Facharbeiten von Kapitel 4.3.2, die von den Schülern eigenständig bearbeitet und in Referaten vorgestellt wurden.

Dauer: 20 min

Art: Fragen zu den im 1.Semester gehaltenen Referaten

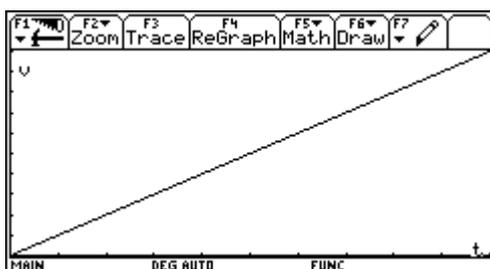
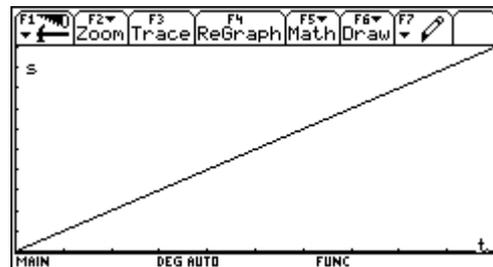
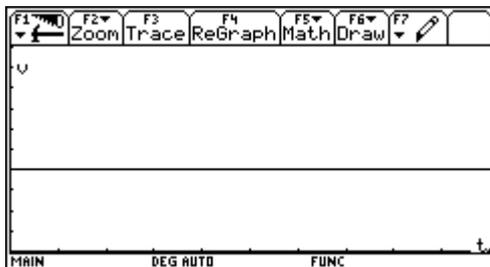
Punkte: 1.) 2 2.) 3 3.) 4 4.) 4 5.) 3 6.) 3 7.) 5 gesamt: 24

VIEL GLÜCK!!!!

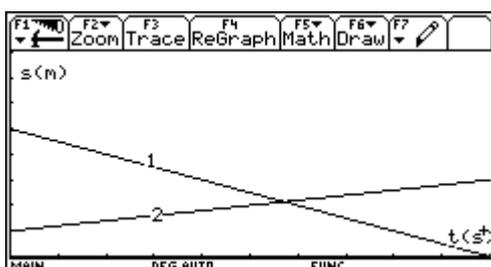
1.) Die Steigung der Funktion: Dehnung einer Schraubenfeder in Abhängigkeit von der Anzahl der Gewichtsstücke, mit denen die Feder belastet wird - gibt Auskunft über

- Anzahl der Gewichtsstücke
- Bauart und Material der Feder
- Ausdehnung der Feder
-

2.) Ein Auto fährt mit konstanter Geschwindigkeit. Welcher Graphik entspricht dieser Bewegung?

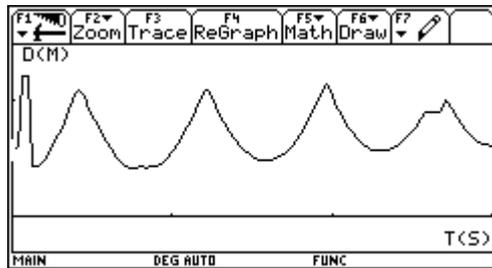


3.) 2 Schüler begegnen einander:



Der 1. Schüler geht m und der 2. Schüler m vom Meßgerät entfernt weg. Treffpunkt: nach Sekunden in m Entfernung. Der Schüler geht langsamer als der Schüler.

4.) Ein Ball springt



Für die Aufnahme dieses Diagramms, hat sich das CBR

- in der Höhe des losgelassenen Balles
- am Boden
- oberhalb des losgelassenen Balles befunden.

Die Geschwindigkeit des Balles beträgt 0, wenn Wird die Entfernung des Balles zum Boden als Funktion der Zeit aufgetragen, so erkennt man die Punkte, in denen die Geschwindigkeit des Balles sehr groß ist, daran, dass die Kurve durch diese Punkte

- sehr flach verläuft
- sehr steil verläuft
- waagrecht verläuft

5.) Ein Ball fällt zu Boden.

Die Geschwindigkeit des Balles zwischen Loslassen und Aufprall am Boden

- wird immer größer
- wird immer kleiner
- bleibt immer gleich

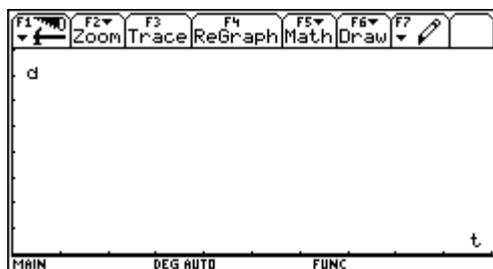
Der Weg, den der Ball zurücklegt, ist eine

- linear steigende
- quadratische
- linear fallende

Funktion der Zeit.

6.) Überholmanöver zweier Radfahrer:

Zeichne für die beiden Radfahrer eine mögliche „Bewegungsgeschichte“ in das Diagramm ein.



7.) Ein Auto hat einen tatsächlichen Wertverlust,

- der jedes Jahr gleich groß ist.
- der in den ersten Jahren groß ist dann aber mit der Zeit immer geringer wird.
- der mit den Jahren ständig ansteigt.

Ein Auto hat einen steuerlichen Wertverlust,

- der jedes Jahr gleich groß ist.

- der in den ersten Jahren groß ist aber dann mit der Zeit immer geringer wird.
 - der mit den Jahren ständig ansteigt.
- Wird ein Auto Jahre lang von der Steuer abgeschrieben, so ist der Wert nach drei Jahrenvom Einkaufswert. Dieser Betrag heißt

4.5 Kooperative Leistungsmessung

Gruppenschularbeit

3. Jahrgang (11. Schulstufe) der Handelsakademie St. Pölten

Mag Josef Böhm

26 Schüler organisierten sich in 8 Gruppen, von denen 2 mit 4 Schülern, alle anderen mit je 3 Schülern besetzt waren. Als Arbeitszeit waren 50 Minuten vorgesehen worden. Ich habe aber eine zweite Stunde dazu gegeben, da Zeit notwendig war, sich innerhalb der Gruppe zu organisieren

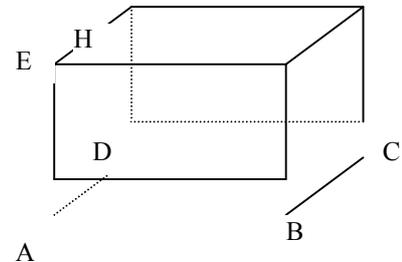
Aufgaben

- 1) Gegeben ist ein Quader mit

$$AB = a = 7\text{cm}$$

$$BC = b = 5\text{ cm}$$

$$AE = c = 4\text{ cm.}$$



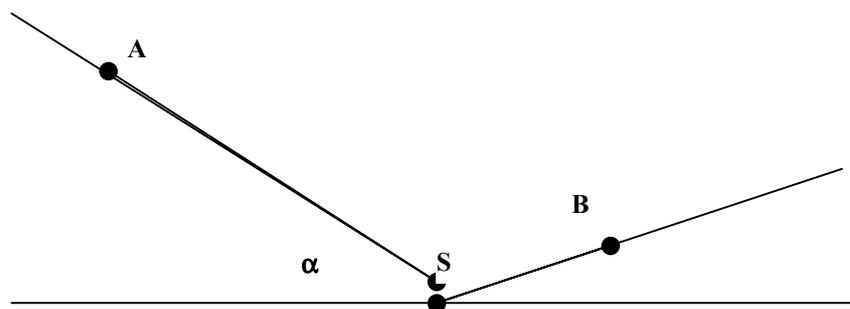
Berechne den Abstand der Ecke H von der Raumdiagonalen EC.

- 2) Von einem unter dem Winkel $\alpha = 32,1567^\circ$ abfallenden Hang sieht man von einem Punkt A aus eine am gegenüberliegenden Hang liegende Stelle B unter dem Tiefenwinkel $22,3462^\circ$.

Geht man von A 150m talwärts zu einem Punkt A', so kann man B von dort unter dem Tiefenwinkel $14,5883^\circ$ beobachten. A' ist 125m von der Talsohle entfernt.

Die Seehöhe des Punktes B ist in der Karte mit 982m angegeben.

- Ordentliche Zeichnung des Sachverhalts im Maßstab 1 : 2500.
- Welche Seehöhe haben A und A'?
- Welchen Neigungswinkel β hat der Gegenhang (mit der Stelle B)?
- Wie weit von der Talsohle ist B entfernt?



- 3) Beweise mittels einer übersichtlichen Skizze:
In einem Viereck, dessen Diagonalen aufeinander normal stehen, sind die Summen der Quadrate von jeweils zwei gegenüberliegenden Seiten gleich.

Ergebnisse der Schülerbefragung zum Thema „Gruppenschularbeit“:

Die Gruppenschularbeit wurde allgemein – obwohl „ungewohnt“ - sehr gut aufgenommen. Es ist bemerkenswert, dass von den Schülern immer wieder betont wird, dass sie viel miteinander geredet hätten und so zu Lösungen oder Teillösungen gekommen sind. Es wird auch öfters darauf hingewiesen, dass die Teilaufgaben bewusst nach Kenntnissen der Gruppenmitglieder verteilt wurden, d.h., dass doch schon in der kurzen Zeit eine gewisse Organisation in der Gruppe stattgefunden hat.

Einige Zitate:

Schwierig, weil wir nur „normale“ Schularbeiten gewohnt sind, waren aber eine perfekte Übung zur Zusammenarbeit.

Bei der GS haben wir sehr viel miteinander geredet und sind dadurch auf bessere und schnellere Lösungen gekommen.

In der Gruppe war jeder bemüht, einen Lösungsweg zu finden, was uns zu guter letzt auch recht gut gelungen ist.

Bei der GS war es interessant, jedem ein Gebiet das er gut kann zuzuteilen und dadurch mehr Erfolge als nur als Einzelner zu erzielen.

Mir hat es gefallen, zusammen eine Aufgabe gemeinsam zu lösen.

War nicht leicht, da man sich mit den Anderen absprechen und auf eine gemeinsame Lösung kommen musste. Andererseits war es gut, da jeder einen anderen Stoff besser konnte.

....Man muss nur genug Zeit dazu haben. Eine Stunde wäre zu wenig gewesen, doch zwei Stunden waren in Ordnung.

Sehr interessant: Obwohl wir bei der GS nichts zusammengebracht haben, finde ich hatten wir tolles Teamwork erlebt (wie auch bei der Facharbeit).

..... und es führt zu einem besseren Verständnis des Stoffes, wenn die Besseren den Schlechteren helfen, es besser zu verstehen.

Bei der GS fand ich es positiv, dass jeder seinen Teil dazu beigetragen hat. Außerdem bin ich der Meinung, dass man Probleme besser in der Gruppe lösen kann, da man durch Diskutieren neue Lösungswege finden kann.

Ergebnisse: 2 Befriedigend, 5 Genügend (davon 1 recht schwaches), 1 Nicht Genügend

5. Evaluation

Die Evaluation des Projektes erfolgte einerseits durch die einzelnen Projektlehrer in Form begleitender Beobachtung. Die Ergebnisse wurden entweder bei den Meetings vorgetragen oder in schriftlicher Form zur Verfügung gestellt. Basierend auf diesen Berichten wurde dieser Endbericht erstellt. Eine weitere Methode waren Schüler-, Lehrer- oder Elternbefragungen. Zu einzelnen Prüfungsformen findet man Ergebnisse solcher Befragungen im Kapitel 4. Ein Beispiel für eine Evaluation durch eine Projektlehrerin findet man im Kapitel 5.1.

5.1 Selbstevaluation durch eine Projektlehrerin

Mag. Sieglinde Fürst

5.1.1 Beispiel einer SchülerInnenbefragung

Die Befragung wurde in einer 5. Klasse Realgymnasium (9. Schulstufe) durchgeführt, die an dem Schulversuch teilnahmen. Fachübergreifende Projektarbeiten wurden teils im Team teils in Einzelarbeit in Form von Referaten der Klasse präsentiert. Die behandelten Inhalte bezogen sich auf den Lehrplaninhalt in Mathematik bzw. Physik.

Fragebogen am Ende des Semesters

Deine Meinung ist wichtig, bitte antworte gewissenhaft!

männlich

weiblich

Nimm zu den folgenden Sätzen nach den Kategorien 1. trifft völlig zu, 2. trifft meist zu, 3. trifft manchmal zu, 4. trifft nicht zu, Stellung.

	1.	2.	3.	4.
1. Der Einsatz des TI-92 ist für mich kein Problem.				
2. Ich habe am TI allein neue Funktionen entdeckt oder Programme geschrieben.				
3. Ich beschäftige mich mit dem TI auch außerhalb der Schule.				
4. Weil ich den TI-92 gut bedienen kann, macht mir die Arbeit am PC weniger Schwierigkeiten.				
5. Mathematik macht mir Freude.				
6. Ohne TI wäre der M-Unterricht sicher nicht so interessant.				
7. Ich bin überzeugt, dass der Umgang mit einem CAS-Rechner für meine Zukunft wichtig sein könnte.				
8. Beispiele aus Physik und Wirtschaft machen den M-Unterricht interessanter.				
9. Die M –Referate sind ein konstruktiver Beitrag zum herkömmlichen Unterricht.				
10. Ich habe Schwierigkeiten dem Vortrag meiner MitschülerInnen zu folgen.				
11. Neue Inhalte sollte nur die Lehrerin erklären.				
12. Ich bin stolz auf mich, wenn ich mir neuen Stoff selbst erarbeitet habe.				
13. Ich fühle mich überfordert, der Klasse mein Referat verständlich zu präsentieren.				
14. Die Lehrerin sollte mehr Hilfen bei der Vorbereitung der Referate geben.				
15. Ich finde es gut, wenn ich meine Gedanken oder Experimente einbringen darf und nicht alles genau vorgegeben ist.				
16. Es ist schwer den Stoff, den Mitschüler vorgetragen haben, zu können.				
17. Es wäre besser den Inhalt der Referate nicht zur Schularbeit zu geben.				
18. Ich glaube, dass ich durch selbständiges Erarbeiten mehr lerne und den Stoff leichter behalte.				
19. Am leichtesten lerne ich das, was die Lehrerin erklärt hat.				
20. Auf Schularbeiten ohne TI kann ich verzichten!				

21. Ich finde die Einführung von SA mit 25 Minuten Arbeitszeit gut.				
22. Die Schularbeiten mit TI sind schwerer als die Kurz-SA.				
23. Ich möchte wissen, wie Mathematik in Physik gebraucht wird.				
24. Ich fühle mich im M-Unterricht manchmal überfordert.				
25. Es wäre besser, wenn Mathematik und Physik zwei verschiedene Lehrer unterrichten.				
26. Ich finde es gut, wenn die Lehrerin – auch wenn nicht immer alles klappt - Neues ausprobiert.				

Wenn du möchtest, kannst du hier noch frei deine Meinung sagen:

Fragebogen am Ende des Schuljahres

Deine Meinung ist wichtig, bitte antworte gewissenhaft!

männlich

weiblich

Nimm zu den folgenden Sätzen nach den Kategorien 1. trifft völlig zu, 2. trifft eher zu, 3. trifft eher nicht zu, 4. trifft gar nicht zu, Stellung.

	1.	2.	3.	4.
1. Durch den Schulversuch hat sich am Mathematikunterricht nichts Wesentliches geändert.				
Ich möchte die Kurzschularbeiten beibehalten.				
Ich wünsche mir (wenigstens einmal im Jahr) eine längere Schularbeit (100 min), deren Schwerpunkt beim Problemlösen liegt.				
Beispiele mit physikalischem Inhalt sollten nicht nur für Mathematik, sondern auch für Physik bewertet werden.				
Ich glaube, dass ich durch M-Referate selbständiges Arbeiten lerne.				
Ich glaube, dass ich durch M-Referate lerne, wie ich erklären soll.				
Mein Referat sollte soviel wie eine 50- Minuten SA zählen.				
Der Inhalt der Referate sollte nicht so genau vom Lehrer vorgegeben werden, ich möchte selber die Inhalte (ev. das Thema) bestimmen.				
Die Referate sollten kürzer (höchstens ½ Stunde) sein.				
Ich finde, dass sich der Lehrer für mich bei der Vorbereitung des Referates zu wenig Zeit genommen hat.				
Ich möchte in Zukunft auf Referate verzichten.				
Ich kann mir statt dessen mathematisch – physikalische Projekte von Schülergruppen vorstellen. (z.B. Radioaktivität, Schwingungen, etc.)				
Ich arbeite lieber allein.				
Beim Arbeiten im Team ist es schwer, gerecht beurteilt zu werden.				
Ich plage mich sehr, wenn ich allein mathematische Inhalte erarbeite.				
Wir hatten trotz der Referate genügend Zeit zum Üben.				
Für das Besprechen der Hausübungen sollte mehr Zeit aufgewendet werden.				
Ich kann mir ein Studium (einen Beruf) vorstellen, wo ich Mathematik brauche.				
Mathematik zählt zu meinen Lieblingsfächern.				
Ich werde vielleicht in Mathematik (mündlich) maturieren.				
Ich habe Mathematik und/oder Informatik als Wahlpflichtfach gewählt.				
Meine Mathematiknote hat sich heuer verschlechtert.				

Bitte kreuze eine Variante an:

Ich möchte nächstes Schuljahr den Schulversuch

- ungeändert weiterführen.
- geändert weiterführen.
- nicht weiterführen.

Bitte begründe die letzte Antwort:

Ergebnisse der Fragebögen zum Schulversuch Auswertung des Fragebogens am Ende des 1. Semesters

Von den 23 Schülern (davon 10 Mädchen) waren 21 anwesend (davon 8 Mädchen). In der Auswertung werden jeweils die Antworten 1 und 2 als zustimmend und die 3 und 4 als ablehnend zusammengefasst.

Deine Meinung ist wichtig, bitte antworte gewissenhaft!

männlich

weiblich

Nimm zu den folgenden Sätzen nach den Kategorien 1. trifft völlig zu, 2. trifft meist zu, 3. trifft manchmal zu, 4. trifft nicht zu, Stellung.

	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu
Der Einsatz des TI-92 ist für mich kein Problem.	100%	0%
Ich habe am TI allein neue Funktionen entdeckt oder Programme geschrieben.	47,6%	52,4%
Ich beschäftige mich mit dem TI auch außerhalb der Schule.	42,9%	57,1%
Weil ich den TI-92 gut bedienen kann, macht mir die Arbeit am PC weniger Schwierigkeiten.	14,3%	85,7%
Mathematik macht mir Freude.	52,4%	38,1%
Ohne TI wäre der M-Unterricht sicher nicht so interessant.	38,1%	52,4%
Ich bin überzeugt, dass der Umgang mit einem CAS-Rechner für meine Zukunft wichtig sein könnte.	71,4%	23,8%
Beispiele aus Physik und Wirtschaft machen den M-Unterricht interessanter.	47,4%	52,4%
Die M –Referate sind ein konstruktiver Beitrag zum herkömmlichen Unterricht.	66,7%	33,3%
Ich habe Schwierigkeiten dem Vortrag meiner MitschülerInnen zu folgen.	33,3%	66,7%
Neue Inhalte sollte nur die Lehrerin erklären.	76,2%	23,8%
Ich bin stolz auf mich, wenn ich mir neuen Stoff selbst erarbeitet habe.	85,7%	14,3%
Ich fühle mich überfordert, der Klasse mein Referat verständlich zu präsentieren.	9,5%	90,5%
Die Lehrerin sollte mehr Hilfen bei der Vorbereitung der Referate geben.	47,6%	52,4%
Ich finde es gut, wenn ich meine Gedanken oder Experimente einbringen darf und nicht alles genau vorgegeben ist.	76,2%	23,8%
Es ist schwer den Stoff, den Mitschüler vorgetragen haben, zu können.	66,7%	33,3%
Es wäre besser den Inhalt der Referate nicht zur Schularbeit zu geben.	61,9%	38,1%
Ich glaube, dass ich durch selbständiges Erarbeiten mehr lerne und den Stoff leichter behalte.	52,4%	42,9%
Am leichtesten lerne ich das, was die Lehrerin erklärt hat.	71,4%	28,6%
Auf Schularbeiten ohne TI kann ich verzichten!	28,6%	76,2%
Ich finde die Einführung von SA mit 25 Minuten Arbeitszeit gut.	47,6%	52,4%
Die Schularbeiten mit TI sind schwerer als die Kurz-SA.	23,8%	76,2%
Ich möchte wissen, wie Mathematik in Physik gebraucht wird.	42,9%	57,1%
Ich fühle mich im M-Unterricht manchmal überfordert.	38,1%	61,9%
Es wäre besser, wenn Mathematik und Physik zwei verschiedene Lehrer unterrichten.	0%	100%
Ich finde es gut, wenn die Lehrerin – auch wenn nicht immer alles klappt - Neues ausprobiert.	95,2%	4,8%

Auswertung des Fragebogens getrennt nach Burschen und Mädchen (Angaben in %)

	Burschen		Mädchen	
	Trifft zu	Tr. n. zu	Trifft zu	Tr. n. zu
Der Einsatz des TI-92 ist für mich kein Problem.	100	0	100	0
Ich habe am TI allein neue Funktionen entdeckt oder Programme geschrieben.	76,9	23,1	0	100
Ich beschäftige mich mit dem TI auch außerhalb der Schule.	61,5	38,5	12,5	87,5
Weil ich den TI-92 gut bedienen kann, macht mir die Arbeit am PC weniger Schwierigkeiten.	15,4	84,6	12,5	87,5
Mathematik macht mir Freude.	69,2	23,1	28,6	71,4
Ohne TI wäre der M-Unterricht sicher nicht so interessant.	53,8	38,5	12,5	87,5
Ich bin überzeugt, dass der Umgang mit einem CAS-Rechner für meine Zukunft wichtig sein könnte.	69,2	30,8	75	12,5
Beispiele aus Physik und Wirtschaft machen den M-Unterricht interessanter.	53,8	46,2	37,5	62,5
Die M –Referate sind ein konstruktiver Beitrag zum herkömmlichen Unterricht.	69,2	30,8	63,5	37,5
Ich habe Schwierigkeiten dem Vortrag meiner MitschülerInnen zu folgen.	30,8	69,2	37,5	62,5
Neue Inhalte sollte nur die Lehrerin erklären.	69,2	30,8	87,5	12,5
Ich bin stolz auf mich, wenn ich mir neuen Stoff selbst erarbeitet habe.	76,9	23,1	100	0
Ich fühle mich überfordert, der Klasse mein Referat verständlich zu präsentieren.	7,7	92,3	12,5	87,5
Die Lehrerin sollte mehr Hilfen bei der Vorbereitung der Referate geben.	46,2	53,8	50	50
Ich finde es gut, wenn ich meine Gedanken oder Experimente einbringen darf und nicht alles genau vorgegeben ist.	84,6	15,4	62,5	37,5
Es ist schwer den Stoff, den Mitschüler vorgetragen haben, zu können.	69,2	30,8	62,5	37,5
Es wäre besser den Inhalt der Referate nicht zur Schularbeit zu geben.	61,5	38,5	62,5	37,5
Ich glaube, dass ich durch selbständiges Erarbeiten mehr lerne und den Stoff leichter behalte.	53,8	46,2	50	37,5
Am leichtesten lerne ich das, was die Lehrerin erklärt hat.	61,5	38,5	87,5	12,5
Auf Schularbeiten ohne TI kann ich verzichten!	38,5	61,5	12,5	87,5
Ich finde die Einführung von SA mit 25 Minuten Arbeitszeit gut.	38,5	61,5	62,5	37,5
Die Schularbeiten mit TI sind schwerer als die Kurz-SA.	23,1	76,9	25	75
Ich möchte wissen, wie Mathematik in Physik gebraucht wird.	46,2	53,8	37,5	62,5
Ich fühle mich im M-Unterricht manchmal überfordert.	46,2	53,8	25	75
Es wäre besser, wenn Mathematik und Physik zwei verschiedene Lehrer unterrichten.	0	100	0	100
Ich finde es gut, wenn die Lehrerin – auch wenn nicht immer alles klappt - Neues ausprobiert.	92,3	7,7	100	0

Auswertung des Fragebogens am Ende des Jahres

6 SchülerInnen fehlen, darunter 3 mit ausgezeichnetem und 2 mit gutem Erfolg, sodass die Umfrage nicht so aussagekräftig ist.

	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu
Durch den Schulversuch hat sich am Mathematikunterricht nichts Wesentliches geändert.	29,4%	70,6%
Ich möchte die Kurzschularbeiten beibehalten.	64,7%	35,3%
Ich wünsche mir (wenigstens einmal im Jahr) eine längere Schularbeit (100 min), deren Schwerpunkt beim Problemlösen liegt.	29,4%	70,6%
Beispiele mit physikalischem Inhalt sollten nicht nur für Mathematik, sondern auch für Physik bewertet werden.	47,1%	52,9%
Ich glaube, dass ich durch M-Referate selbständiges Arbeiten lerne.	58,8%	41,2%
Ich glaube, dass ich durch M-Referate lerne, wie ich erklären soll.	64,7%	35,3%
Mein Referat sollte soviel wie eine 50- Minuten SA zählen.	64,7%	35,3%
Der Inhalt der Referate sollte nicht so genau vom Lehrer vorgegeben werden, ich möchte selber die Inhalte (ev. das Thema) bestimmen.	23,5%	76,5%
Die Referate sollten kürzer (höchstens ½ Stunde) sein.	29,4%	64,7%
Ich finde, dass sich der Lehrer für mich bei der Vorbereitung des Referates zu wenig Zeit genommen hat.	11,8%	88,2%
Ich möchte in Zukunft auf Referate verzichten.	5,9%	94,1%
Ich kann mir statt dessen mathematisch – physikalische Projekte von Schülergruppen vorstellen. (z.B. Radioaktivität, Schwingungen, etc.)	64,7%	35,3%
Ich arbeite lieber allein.	41,2%	52,9%
Beim Arbeiten im Team ist es schwer, gerecht beurteilt zu werden.	70,6%	29,4%
Ich plage mich sehr, wenn ich allein mathematische Inhalte erarbeite.	29,4%	70,6%
Wir hatten trotz der Referate genügend Zeit zum Üben.	64,7%	29,4%
Für das Besprechen der Hausübungen sollte mehr Zeit aufgewendet werden.	58,8%	41,2%
Ich kann mir ein Studium (einen Beruf) vorstellen, wo ich Mathematik brauche.	35,3%	64,7%
Mathematik zählt zu meinen Lieblingsfächern.	58,8%	41,2%
Ich werde vielleicht in Mathematik (mündlich) maturieren.	47,1%	47,1%
Ich habe Mathematik und/oder Informatik als Wahlpflichtfach gewählt.	64,7%	35,3%
Meine Mathematiknote hat sich heuer verschlechtert.	29,4%	70,6%

Auswertung des Fragebogens getrennt nach Burschen und Mädchen (Angaben in %)

	Burschen		Mädchen	
	Trifft zu	Tr. n. zu	Trifft zu	Tr. n. zu
Durch den Schulversuch hat sich am Mathematikunterricht nichts Wesentliches geändert.	44,4	55,6	12,5	87,5
Ich möchte die Kurzschularbeiten beibehalten.	44,4	55,6	87,5	12,5
Ich wünsche mir (wenigstens einmal im Jahr) eine längere Schularbeit (100 min), deren Schwerpunkt beim Problemlösen liegt.	33,3	66,7	25	75
Beispiele mit physikalischem Inhalt sollten nicht nur für Mathematik, sondern auch für Physik bewertet werden.	33,3	66,7	62,5	37,5
Ich glaube, dass ich durch M-Referate selbständiges Arbeiten lerne.	55,6	44,4	62,5	37,5
Ich glaube, dass ich durch M-Referate lerne, wie ich erklären soll.	55,6	44,4	75	25
Mein Referat sollte soviel wie eine 50- Minuten SA zählen.	66,7	33,3	62,5	37,5
Der Inhalt der Referate sollte nicht so genau vom Lehrer vorgegeben werden, ich möchte selber die Inhalte (ev. das Thema) bestimmen.	22,2	77,8	25	75
Die Referate sollten kürzer (höchstens ½ Stunde) sein.	22,2	66,7	37,5	62,5
Ich finde, dass sich der Lehrer für mich bei der Vorbereitung des Referates zu wenig Zeit genommen hat.	11,1	88,9	12,5	87,5
Ich möchte in Zukunft auf Referate verzichten.	11,1	88,9	0	100
Ich kann mir statt dessen mathematisch – physikalische Projekte von Schülergruppen vorstellen. (z.B. Radioaktivität, Schwingungen, etc.)	77,8	22,2	50	50
Ich arbeite lieber allein.	44,4	55,6	37,5	62,5
Beim Arbeiten im Team ist es schwer, gerecht beurteilt zu werden.	55,6	44,4	87,5	12,5
Ich plage mich sehr, wenn ich allein mathematische Inhalte erarbeite.	22,2	77,8	37,5	62,5
Wir hatten trotz der Referate genügend Zeit zum Üben.	55,6	33,3	75	25
Für das Besprechen der Hausübungen sollte mehr Zeit aufgewendet werden.	66,7	33,3	50	50
Ich kann mir ein Studium (einen Beruf) vorstellen, wo ich Mathematik brauche.	44,4	55,6	25	75
Mathematik zählt zu meinen Lieblingsfächern.	66,7	33,3	50	50
Ich werde vielleicht in Mathematik (mündlich) maturieren.	55,6	44,4	37,5	50
Ich habe Mathematik und/oder Informatik als Wahlpflichtfach gewählt.	100	0	25	75
Meine Mathematiknote hat sich heuer verschlechtert.	44,5	55,6	12,5	87,5

Von den 23 Schülern (davon 10 Mädchen) waren nur 17 anwesend (davon 8 Mädchen). Unter den 6 Fehlenden waren 3 Schüler mit ausgezeichnetem und zwei mit gutem Erfolg, sodass die Umfrage nicht so aussagekräftig ist.

In der Auswertung werden jeweils die Antworten 1 und 2 als zustimmend und die 3 und 4 als ablehnend zusammengefasst.

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Durch den Schulversuch hat sich am Mathematikunterricht nichts Wesentliches geändert.	29,4%	70,6%
Ich möchte die Kurzscharbeiten beibehalten.	64,7%	35,3%
Ich wünsche mir (wenigstens einmal im Jahr) eine längere Schularbeit (100 min), deren Schwerpunkt beim Problemlösen liegt.	29,4%	70,6%
Beispiele mit physikalischem Inhalt sollten nicht nur für Mathematik, sondern auch für Physik bewertet werden.	47,1%	52,9%
Ich glaube, dass ich durch M-Referate selbständiges Arbeiten lerne.	58,8%	41,2%
Ich glaube, dass ich durch M-Referate lerne, wie ich erklären soll.	64,7%	35,3%
Mein Referat sollte soviel wie eine 50- Minuten SA zählen.	64,7%	35,3%
Der Inhalt der Referate sollte nicht so genau vom Lehrer vorgegeben werden, ich möchte selber die Inhalte (ev. das Thema) bestimmen.	23,5%	76,5%
Die Referate sollten kürzer (höchstens ½ Stunde) sein.	29,4%	64,7%
Ich finde, dass sich der Lehrer für mich bei der Vorbereitung des Referates zu wenig Zeit genommen hat.	11,8%	88,2%
Ich möchte in Zukunft auf Referate verzichten.	5,9%	94,1%
Ich kann mir statt dessen mathematisch – physikalische Projekte von Schülergruppen vorstellen. (z.B. Radioaktivität, Schwingungen, etc.)	64,7%	35,3%
Ich arbeite lieber allein.	41,2%	52,9%
Beim Arbeiten im Team ist es schwer, gerecht beurteilt zu werden.	70,6%	29,4%
Ich plage mich sehr, wenn ich allein mathematische Inhalte erarbeite.	29,4%	70,6%
Wir hatten trotz der Referate genügend Zeit zum Üben.	64,7%	29,4%
Für das Besprechen der Hausübungen sollte mehr Zeit aufgewendet werden.	58,8%	41,2%
Ich kann mir ein Studium (einen Beruf) vorstellen, wo ich Mathematik brauche.	35,3%	64,7%
Mathematik zählt zu meinen Lieblingsfächern.	58,8%	41,2%
Ich werde vielleicht in Mathematik (mündlich) maturieren.	47,1%	47,1%
Ich habe Mathematik und/oder Informatik als Wahlpflichtfach gewählt.	64,7%	35,3%
Meine Mathematiknote hat sich heuer verschlechtert.	29,4%	70,6%

Die Mehrheit möchte Kurzscharbeiten beibehalten, kann sich aber auch Problemlösescharbeiten mit längerer Dauer vorstellen. Fast alle möchten Referate beibehalten, waren mit der Betreuung durch den Lehrer zufrieden, möchten aber gern mehr eigene Inhalte einbringen. Die Dauer der Referate sollte nicht gekürzt, aber das Ergebnis stärker in die Note einbezogen werden, obwohl sich die meisten mit der Erarbeitung sehr plagen. Fast 2/3 haben Mathematik oder/und Informatik als Wahlpflichtfach gewählt, die Hälfte der Klasse möchte vielleicht in Mathematik

Die Mehrheit der Schüler findet, dass der Schulversuch nichts Wesentliches geändert hat, möchte die maturieren, fast 60% zählen Mathematik zu ihren Lieblingsfächern.

Bei fast $\frac{3}{4}$ der Klasse hat sich trotz der gestiegenen Anforderungen der Oberstufe die Mathematiknote nicht verschlechtert.

Geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Beantwortung der Fragen

87,5% der Mädchen (Knaben 55,6%) sehen keine Änderung des Unterrichts.

87,5% der Mädchen (Knaben 44,4%) wollen die KurzSA beibehalten.

Kein Mädchen möchte auf die Referate verzichten, glauben aber zu 75%, dass gerechte Beurteilung bei Teamarbeit schwer ist. $\frac{3}{4}$ der Mädchen (55,6% der Knaben) wollen bei Referaten stärker eigene Ideen einbringen. Bei Mädchen hat sich die Mathematiknote kaum verschlechtert.

5.2 Externe Evaluation durch das Zentrum für Schulentwicklung (ZSE)

Günther Grogger und Erich Svecnik, August 2000

**ALTERNATIVE MODELLE DER LEISTUNGSFESTSTELLUNG UND
-BEURTEILUNG IM RAHMEN DES EINSATZES VON
COMPUTERALGEBRASYSTEMEN IM MATHEMATIKUNTERRICHT**
Evaluation der Erprobung verschiedener Modelle im Schuljahr 1999/2000

Kurzdarstellung erster Ergebnisse für das gesamtösterreichische Seminar "Neue Medien und Methodik im Mathematikunterricht" - Ossiach, 30. August bis 2. September 2000

Die Evaluation des Forschungsprojekts "Symbolic Computation unterstützter Mathematikunterricht" begann im Schuljahr 1993/94 mit dem Einsatzes von *derive* an allgemein bildenden höheren Schulen in Österreich¹ und ging im Schuljahr 1997/98 mit der Erprobung des TI 92² in eine neue Phase der Gestaltung des Mathematikunterrichts. Im Schuljahr 1999/2000 konzentrierte sich die wissenschaftliche Begleitung des Projekts durch das ZSE vor allem auf die Erprobung alternativer Formen der Leistungsbeurteilung.

Wie bisher vorliegende Ergebnisse zeigen, führt der Einsatz von CAS im Mathematikunterricht nach Meinung der Projektlehrer auch zu veränderten Anforderungen an die Schüler, die eine Anpassung der Leistungsfeststellung und -beurteilung zur Folge haben sollen. In einer Projektgruppe wurden daher verschiedene Modelle zur Leistungsfeststellung und -beurteilung erarbeitet:

- Bereich 1: "Stetige Fortsetzung" der klassischen Schularbeit mit CAS
- Bereich 2: Problemlösearbeiten mit Verwendung von Lernmedien
- Bereich 3: Jahresprüfungszeit
- Bereich 4: Facharbeiten
- Bereich 5: Ein Teil der schriftlichen Arbeiten wird durch eine Projektarbeit ersetzt
- Bereich 6: Fächerübergreifende schriftliche Arbeit
- Bereich 7: Gruppenschularbeit
- Bereich 8: Anstatt einer bestimmten Zahl von zumindest einstündigen Schularbeiten laufend kurze schriftliche Messungen des Lernzuwachses
- Bereich 9: Innere Differenzierung in der Prüfungssituation

¹ Grogger, G.: Der Einsatz von *derive* im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen. Ergebnisse einer bundesweiten Schülerbefragung im Schuljahr 1993/94. ZSE-Report Nr. 6. - Graz: Zentrum für Schulentwicklung, Abteilung II, Juli 1995.

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. ZSE-Report Nr. 12. - Graz: Zentrum für Schulentwicklung, Abteilung II, Oktober 1995.

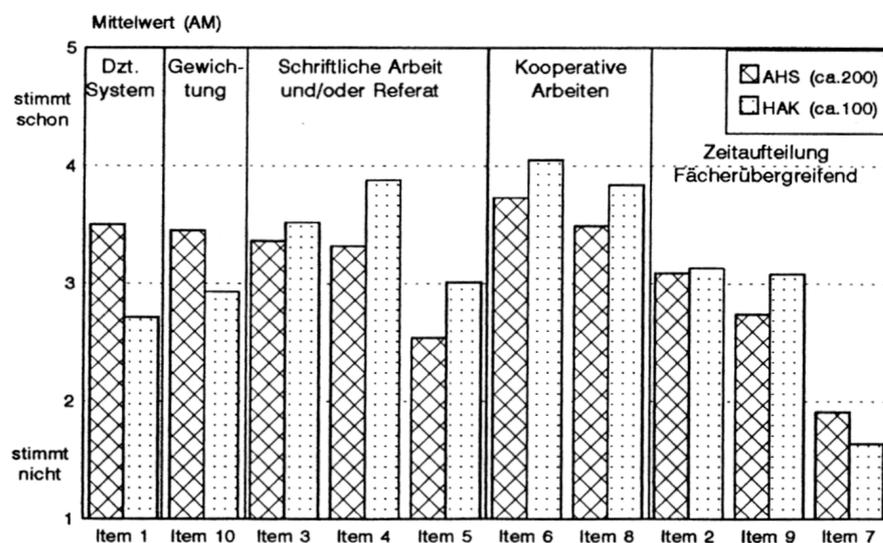
² Grogger, G.: Evaluation zur Erprobung des TI 92 im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen. Ergebnisse der bundesweiten Schüler- und Lehrerbefragungen im Schuljahr 1997/98. ZSE-Report Nr. 40. - Graz: Zentrum für Schulentwicklung, Abteilung II, Juni 1999. ISBN 3-85031-038-8.

Die Bereiche 2 bis 7 wurden im Schuljahr 1999/2000 im Rahmen von Schulversuchen erprobt, allerdings in den meisten Untersuchungsklassen in Kombinationsformen.

In die Befragung waren 305 Schüler und 13 Lehrer aus 17 Projektklassen von 8 allgemein bildenden höheren Schulen und 3 Handelsakademien einbezogen. Da das Thema der alternativen Formen von Leistungsfeststellung und -beurteilung über den Mathematikunterricht mit computeralgebrafähigen Rechenhilfsmitteln hinaus von allgemeinerem Interesse ist, wurden an allen Schulstandorten, an denen in einer Klasse LF/LB-Formen zum Einsatz kamen, auch alle Deutsch-, Englisch- und die nicht ins CAS-Projekt involvierten Mathematiklehrer befragt. Von insgesamt 142 solchen Lehrern liegen die bearbeiteten Fragebögen vor.

Schülerebene:

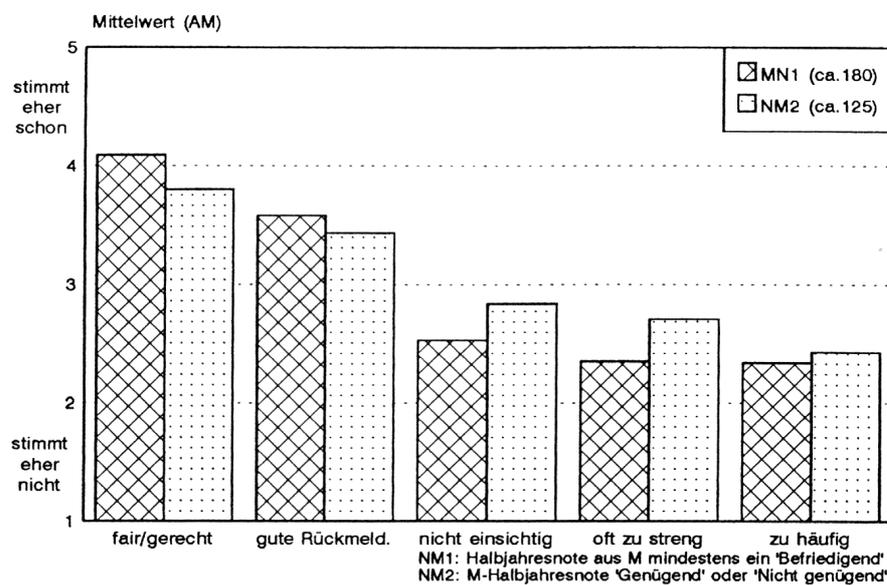
Im Rahmen des Evaluationsvorhabens wurden die Schüler um eine Beurteilung einzelner Komponenten der ausgearbeiteten Modelle gebeten. Dabei zeigt sich, dass kooperative Formen der Leistungsfeststellung und -beurteilung relativ hohe Zustimmung genießen, während vor allem fächerübergreifende Formen, aber auch der Ersatz einer Schularbeit durch eine schriftliche Arbeit mit Referat sowie die laufenden kurzen schriftlichen Prüfungen eher Ablehnung seitens der Schüler erfahren. HAK-Schüler finden die alternativen Modelle mit Ausnahme der fächerübergreifenden Schularbeiten durchwegs attraktiver als das herkömmliche System der Leistungsfeststellung und -beurteilung, während die Schüler der AHS mit Ausnahme der kooperativen Formen die reguläre Form der Schularbeiten bevorzugen.



Erläuterung der Items: Siehe nächste Seite

- 1 Fünf Schularbeiten, die gleichmäßig über das Schuljahr verteilt sind
- 10 Mitarbeit und mündliche Überprüfungen fließen stärker als die Schularbeiten in die Zeugnisnote ein
- 3 Ein Teil der fünf Schularbeiten wird ersetzt durch eine Facharbeit, die in der Schule und zu Hause zu machen ist
- 4 Ein Teil der fünf Schularbeiten wird durch ein Referat ersetzt, wobei für die anderen Schüler Arbeitsblätter zu erstellen sind
- 5 Ein Teil der fünf Schularbeiten wird durch eine schriftliche Arbeit ersetzt, über die in der Klasse ein Referat zu halten ist
- 6 Ein Teil der fünf Schularbeiten wird durch eine Projektarbeit ersetzt, bei der meist mehrere Schüler zusammen arbeiten
- 8 Bei Schularbeitenaufgaben arbeiten mehrere Schüler gemeinsam an der Lösung, beurteilt wird sowohl die Gruppen- als auch Einzelleistung
- 2 Die Gesamtzeit für die fünf Schularbeiten wird so aufgeteilt, dass neben mehreren kurzen schriftlichen Prüfungen (jeweils kürzer als eine Stunde) wenige längere Schularbeiten stattfinden
- 9 Die Schularbeiten werden durch laufende kurze schriftliche Prüfungen ersetzt
- 7 Gleichzeitig mit Mathematik wird bei der Schularbeit auch Stoff aus einem anderen Unterrichtsgegenstand (z.B. Physik) geprüft, wobei Benotungen für beide Gegenstände getrennt erfolgen

Die Akzeptanz der erprobten Form der Leistungsfeststellung und -beurteilung findet ihren Ausdruck darin, dass etwas weniger als drei Viertel der HAK-Schüler sich bei völliger Wahlfreiheit wieder dafür entscheiden würden, bei den AHS-Schülern liegt der entsprechende Anteil bei knapp der Hälfte der Antwortenden. Begründet wird dies vor allem mit positiven Stellungnahmen allgemeiner Art. HAK-Schüler führen weiters häufiger als AHS-Schüler die Möglichkeit einer Verbesserung der Schulnoten an, während AHS Schüler weniger Stress wahrnehmen. Etwa jeder zehnte Schüler beider Schularten äußert sich kritisch bezüglich des



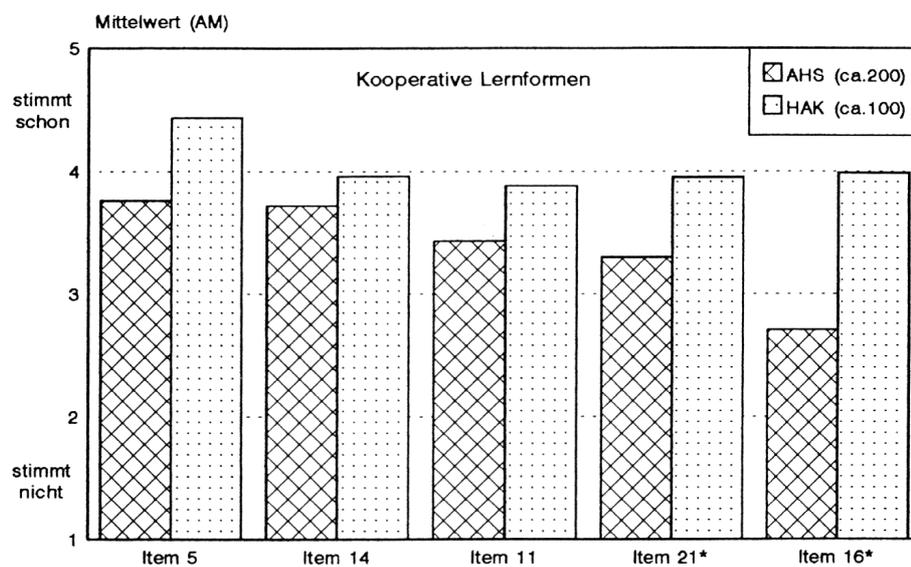
jeweils erprobten Modells, wobei AHS-Schüler häufiger auch allgemeine kritische Stellungnahmen abgeben. Die Benotung in Mathematik wird in AHS- und HAK-Klassen gleichermaßen als fair, gerecht und objektiv, eher einsichtig, nicht zu streng und häufig sowie als gute Rückmeldung über den Leistungsstand empfunden.

Bei Einführung der neuen Form der Leistungsfeststellung und -beurteilung wurden sowohl AHS- als auch HAK-Schüler ihren eigenen Angaben zufolge ausreichend informiert, jedoch hatten die Schüler der HAK genügend Gelegenheit, ihren Standpunkt einzubringen, jene der AHS hingegen nicht.

Insgesamt fühlt sich etwas weniger als die Hälfte der Schüler durch schulische Angelegenheiten eher belastet, wobei als belastende Aspekte vor allem die Häufung verschiedener schulischer Tätigkeiten zu bestimmten Zeiten sowie die Leistungsbeurteilungen und schulische Aufgaben genannt werden. Knapp ein Viertel gibt an, gering oder kaum belastet zu sein. Als Folge der Einführung des alternativen Systems der Leistungsfeststellung und -beurteilung muss etwa ein Drittel der AHS-Schüler nach eigenen Angaben deutlich mehr Zeit für Mathematik aufwenden, bei HAK-Schülern hingegen umfasst der entsprechende Anteil nur ein Siebentel. Als Lernstrategien setzen Schüler beider Schularten gleichermaßen auf das Verstehenwollen sowie das Bemühen, neuen Stoff mit bereits gelerntem zu verknüpfen und weniger auf das Auswendiglernen. Weiters lernen sie vor allem kurz vor den Prüfungen, ständiges Mitlernen in Mathematik ist ihren Angaben zu Folge v.a. bei HAK-Schülern eher unüblich. Das allgemeine Interesse an Mathematik scheint begrenzt, was sich auch darin zeigt, dass sich die Schüler in ihrer Freizeit nicht über das erforderliche Ausmaß hinaus mit Mathematik beschäftigen.

Nach den Wahrnehmungen der AHS-Schüler führen die erprobten Modelle der Leistungsfeststellung und -beurteilung zur Förderung der Selbständigkeit beim Lernen, jedoch nicht zu einer deutlichen Entlastung. Die Schüler beider Schularten verneinen, dass sie durch das neue System mehr lernen, weil ihre Fähigkeiten und Stärken besser berücksichtigt werden.

Die Einstellung zu kooperativen Arbeitsformen ist bei allen Schülern deutlich positiv, in der HAK ist die Zustimmung jedoch noch stärker ausgeprägt. Sie arbeiten gerne gemeinsam mit anderen Schülern an einer Aufgabe, wünschen sich mehr Gruppen- oder Partnerarbeit im Mathematikunterricht, meinen, dass Gruppenarbeit bei umfangreicheren Aufgaben schneller zu besseren Ergebnissen führt und bearbeiten komplexere Beispiele eher nicht gerne alleine. Die Ansicht der AHS-Schüler, dass bei Gruppenarbeit meist nur der beste Schüler arbeite und die anderen ihm zuschauten, wird von den HAK-Schülern ganz und gar nicht geteilt. Diese Befunde weisen darauf hin, dass kooperative Arbeitsformen an der HAK offenbar besser funktionieren als in der AHS, was auf unterschiedliche Bildungsziele und Schülerpopulationen zurückzuführen sein könnte.



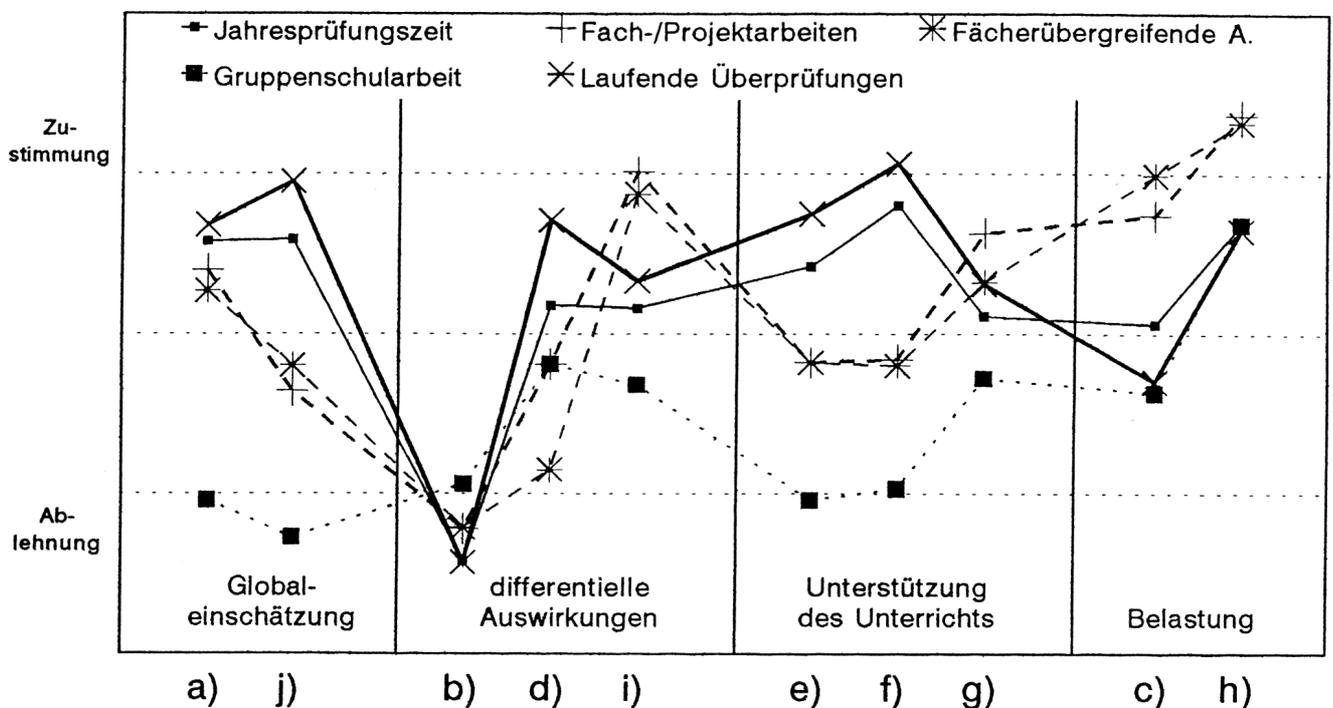
- 5 Ich arbeite gerne mit anderen Schülern gemeinsam an einer Aufgabe
- 14 Bei umfangreichen Aufgaben führt das Arbeiten in einer Gruppe schneller zu besseren Ergebnissen
- 11 Ich wünsche mir mehr Gruppen- oder Partnerarbeit im Mathematikunterricht
- 21 Am liebsten behandle ich umfangreiche Aufgaben <nicht> alleine
- 16 Bei Gruppenarbeit arbeitet <nicht> (meist nur) der beste Schüler und die anderen schauen ihm zu

Lehrerebene:

Allgemein betrachtet, hält sich aus der Sicht der nicht ins Projekt involvierten Lehrer der Bedarf nach einer Anpassung der Leistungsfeststellung und -beurteilung eher in Grenzen, bezüglich der Angemessenheit der herkömmlichen Schularbeiten für einen stärker schülerorientierten Unterricht gibt es allerdings Hinweise auf die Existenz zweier etwa gleich großer Gruppen mit gegensätzlichen Meinungen. Im Übrigen sind die Lehrer der Meinung, die Leistungsfeststellung und -beurteilung funktioniere recht gut, wobei die Wichtigkeit klarer diesbezüglicher Regelungen gegenüber den Schülern sehr stark betont wird.

Hinsichtlich der den Lehrern zur Beurteilung vorgelegten Modelle der Leistungsfeststellung und -beurteilung lässt sich feststellen, dass sich mit dem Modell der laufenden schriftlichen Überprüfungen ein klarer Favorit der Lehrer herauskristallisiert, dem sowohl global, als auch

bezüglich einer Erleichterung des Unterrichts und differentieller Auswirkungen auf Schülergruppen, beispielsweise leistungsschwächere bzw. -stärkere Schüler, positive Wirkungen zugeschrieben werden. Weiters wird dadurch eine Entlastung der Schüler erwartet, allerdings auch eine deutlich stärkere zeitliche Belastung des Lehrers. Diesen Einschätzungen sehr ähnlich, aber durchwegs weniger euphorisch sind die Erwartungen bezüglich des Modells "Jahresprüfungszeit" (Bereich 3). Die Gruppenschularbeit hingegen, die ja von den Schülern sehr positiv gesehen wird, wird von den Lehrern durchwegs abgelehnt. Sie wird vor allem nicht als objektiv und gerecht gesehen, trage wenig zur Förderung der leistungstärkeren Schüler bei und ebensowenig zur Sicherung der Unterrichtsqualität, zur angemessenen Beurteilung des kontinuierlichen Unterrichtsprozesses und zur Förderung der Schülermotivation und Lernfreude. Allerdings entlaste sie nach Meinung der Befragten die Schüler, belaste jedoch die Lehrer.



- a Ich kann mir vorstellen, dass das Modell für meinen oben bezeichneten Gegenstand angemessen und geeignet ist
- j Das Modell unterstützt eine objektive und gerechte Feststellung und Beurteilung der Schülerleistung
- b Das Modell führt zu geschlechtsspezifischen Bevorzugungen bzw. Benachteiligungen
- d Mit dem Modell gelingt auch die Förderung der leistungsschwächeren Schüler besonders gut
- i Mit dem Modell gelingt die Förderung der leistungstärkeren Schüler besonders gut
- e Das Modell unterstützt den Lehrer besser bei der Sicherung der Unterrichtsqualität als das herkömmliche System
- f Das Modell unterstützt die angemessene Beurteilung eines kontinuierlichen Lernprozesses
- g Durch das Modell werden Motivation und Lernbereitschaft der Schüler besonders gefördert
- c Das Modell führt gegenüber dem herkömmlichen System zu einer Entlastung der Schüler
- h Die durch das Modell verursachten Planungs- und Betreuungsarbeiten führen zu einer deutlich stärkeren zeitlichen Belastung des Lehrers

Die Stärke der Fach- bzw. Projektarbeiten und auch der fächerübergreifenden Arbeiten sehen die Befragten vor allem in einer Steigerung der Schülermotivation und Lernfreude. Ihrer Meinung nach kommt es den leistungsstärkeren Schülern sehr entgegen, nicht aber den leistungsschwächeren. Als nachteilig werden die mangelnde Unterstützung einer objektiven und gerechten Leistungsbeurteilung sowie ein ebenfalls kaum zugesprochenes Potenzial zur Entlastung der Schüler und eine stärkere zeitliche Belastung der Lehrer erwartet.