

Informationsbrief und Fragebogen an die Mathematik-Hochschullehrer – erste Ergebnisse

Otto WURNIG, Graz

In Österreich läuft momentan (2001/02) als Fortsetzung der bisherigen Projekte das CA-IV-Projekt. Gestartet wurde die Projektserie im Schuljahr 1993/94 mit dem **DERIVE-Projekt** (700 Schüler in 17 Schulen mit 28 Mathematiklehrern), fortgesetzt 1997/98 mit dem **TI-92 Projekt** (70 Klassen mit ca. 2000 Schülern). Das österreichische CA-Projekt III (1999/2000) war an keine Gerättype und an kein Softwareprodukt mehr gekoppelt und wurde daher allgemeiner formuliert: „**Elektronische Lernmedien im Mathematikunterricht**“ (Einfluss auf das Lehren und Lernen, den Lehrplan und die Leistungsbeurteilung). Folgende Arbeitsgruppen wurden gebildet:

- Elektronische Lehr- und Lernmedien
- TIMSS-Studie und CAS-unterstützter Mathematikunterricht
- Erarbeitung eines Kommentars zum Oberstufenlehrplan für CAS-unterstützten Unterricht
- Einfluss auf die Prüfungssituation
- Neue Lernkultur mit CAS

Die wichtigsten Ergebnisse der Projekte wurden unter www.acdca.ac.at veröffentlicht. Im Frühjahr 2001 begannen die Vorarbeiten des österreichischen CA-Projektes IV: „**Technologie im Mathematikunterricht**“ in Zusammenarbeit mit T³-Österreich. In diesem laufenden Projekt gibt es vier Arbeitsgruppen:

- Gruppe 1: Betreuungs- und Fortbildungsgruppe
- Gruppe 2: Technologiegruppe, Unterrichtsmaterialien im Licht neuer Technologien
- Gruppe 3: Leistungsmessung und –bewertung, Qualitätsstandards
- Gruppe 4: Eigenverantwortliches, technologieunterstütztes Arbeiten

Im Endbericht der Arbeitsgruppe 4 des CA-III-Projektes ist bezüglich der **Schnittstelle Schule/Universität** das Folgende festgestellt worden:

„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.“

Es war daher von Anfang an ein Ziel der Gruppe 3 des CA-IV-Projektes, sich Maßnahmen zu überlegen, wie die Zusammenarbeit Schule/Universität verbessert werden könnte. Als eine wichtige Maßnahme wurde beschlossen, einen Informationsbrief an die Mathematik-Hochschullehrer auszuarbeiten und mit informativen Beilagen zu versehen. Mit der Durchführung dieses Teilprojektes wurde Otto Wurnig beauftragt. Brief und Fragebogen samt Beilagen wurden Ende Jänner 2002 an alle Mathematik-Institute der Universitäten Österreichs ausgesandt, die ausgefüllten Fragebögen werden bis Mitte März 2002 zurückerwartet und eine Woche später bei einem Projekttreffen in Hollabrunn (NÖ) das erste Mal ausgewertet. In meinem Referat möchte ich den Informationsbrief samt Beilagen kurz erläutern, um anschließend über die bisher ausgewerteten Ergebnisse des Fragebogens zu berichten.

Graz, 25.01.2002

Betrifft: Information über die CA-Projekte des BMBWK,
Fragebogen zur Findung von Qualitätsstandards.

Sehr geehrte Frau Universitätsprofessorin!
Sehr geehrter Herr Universitätsprofessor!

In den letzten Jahren hat das Austrian Center for Didactics of Computer Algebra (ACDCA) im Auftrag des BMBWK mehrere Forschungsprojekte an den höheren Schulen Österreichs durchgeführt. Die wichtigsten Ergebnisse der Projekte wurden unter www.acdca.ac.at veröffentlicht. Wir möchten Sie mit diesem Schreiben darüber informieren und gleichzeitig ersuchen, zur Verbesserung der Zusammenarbeit den beiliegenden Fragebogen auszufüllen.

Es war den beteiligten Versuchslehrern von Anfang an bewusst, dass **Computeralgebra-systeme als Werkzeuge** unreflektiert eingesetzt eine Gefahr für den Ertrag des Mathematikunterrichtes werden können. Daher war ein Ziel der ACDCA, Methoden wie z.B. das **White-Box/Black-Box-Prinzip** von B. Buchberger (RISC Linz) zu erproben, um die Qualität des Mathematikunterrichtes an den höheren Schulen Österreichs zu steigern. Nach Durchführung der CA-Projekte I und II mit 1500 Schülern und ihren 70 Mathematiklehrern aus 46 Schulen entwickelte die Arbeitsgruppe 2 im Schuljahr 1999/2000 einen Test, um den **Lernerfolg von Klassen mit und ohne CAS-unterstützten Mathematikunterricht** zu vergleichen.

Um diesen Test sinnvoll zusammenstellen zu können, musste sich die Arbeitsgruppe 2 zuerst mit Qualitätsstandards im Mathematikunterricht auseinandersetzen. In der **Beilage 1** ist zu Ihrer Information der im Test verwendete **Zielkatalog** angeführt. In **Beilage 2** finden Sie ein Beispiel für ein Ziel aus dem mathematischen Allgemeinwissen mit Auswertung und **je ein Beispiel** aus der 5., 6. und 7. Klasse **mit der dazugehörenden Auswertung**. Da die Vorarbeiten für die Erstellung des Testes sehr viel Zeit in Anspruch nahmen, konnte der Leistungsvergleich erst Anfang Juni 2000 durchgeführt werden, wodurch die 8. Klassen nicht mehr teilnehmen konnten. Es haben 1277 Schüler aus 74 Klassen von 26 Schulen aus allen 9 Bundesländern daran teilgenommen: 39 Klassen mit CAS-Rechnern (TI-92 oder TI 89) und 35 Klassen mit traditionellen Rechnern (TI-30 oder ähnliche).

Die Auswertung der Daten zeigt, dass die CAS-Schüler bei 51 von 54 Aufgaben und insgesamt in allen 3 getesteten Schulstufen besser abschneiden als die „nicht CAS-Schüler“. Die Unterschiede sind teilweise gering, in den meisten Fällen und insbesondere beim Vergleich der einzelnen Schulstufen aber signifikant. Die Auswertung aller Aufgaben und der anonyme Rohdatensatz befindet sich zur Einsichtnahme auf der Internet-Homepage www.acdca.ac.at.

Für die Auswahl der Aufgaben galten folgende Richtlinien:

- **Kurze, mit und ohne CAS lösbare, Aufgaben**, die zwar durchaus anspruchsvoll, aber doch „im Kopf“ lösbar sein sollen.
- Nur **Aufgaben**, die Schüler und Schülerinnen **längerfristig** beherrschen sollen.
- **Allgemeine und klassenspezifische Aufgaben** aus der gerade aktuellen und aus bereits absolvierten Klassen.

Das Lehrerteam der Arbeitsgruppe 4 hat sich im Schuljahr 1999/2000 besonders mit dem Einfluss elektronischer Lernmedien auf die Leistungsbeurteilung befasst. Das Hauptziel bei der Untersuchung war, die Leistungsmessung und –bewertung der geänderten Lernsituation im computerunterstützten Mathematikunterricht anzupassen.

Der Endbericht hält fest:

- Die Trennung in **Kurztests von Grundfertigkeiten und längeren Problemlösearbeiten** (Beilage 3) macht den Schülern und Schülerinnen bewusster, dass das Erlernen von Grundkompetenzen als Voraussetzung für das Problemlösen unerlässlich ist.
- **Die Überprüfung von Grundkompetenzen beschränkt sich nicht nur auf Rechenkompetenz.** Es werden auch Formelkenntnisse, Visualisierungskompetenz, Kompetenz der Rechnernutzung, aber auch Begründungskompetenzen, sowie grundlegende Anwendungskompetenzen geprüft.
- 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.
- Neben der mathematischen **Fachkompetenz** gewinnen die **Methodenkompetenz**, aber auch die **Sozialkompetenz** und die **Persönlichkeitskompetenz** als Bildungsauftrag des Faches Mathematik an Bedeutung.

Durch die **Trennung in Kurztests und Problemlösearbeiten** ist die Zielorientierung für die Notenfindung erkennbar wichtiger geworden und **verstärkt die Forderung nach einem präzise zu definierenden Kern** im Lehrplan (= das Unverzichtbare) bzw. **nach Qualitätsstandards** in Form von Aufgabensequenzen.

Diese Änderungen der Ziele des Mathematikunterrichts bringen mit sich, **dass die Überprüfung von Rechenfertigkeiten an Bedeutung verliert**, wie zum Beispiel die Überprüfung von Integrationstechniken. Im Endbericht der Arbeitsgruppe 4 ist bezüglich der **Schnittstelle Schule/Universität** jedoch folgendes zu lesen:

„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.“

Wir ersuchen Sie daher, uns durch die **Bearbeitung des Fragebogens** bei der Formulierung des Kernes und der Qualitätsstandards zu helfen. Bereits aufgenommene Gespräche mit Hochschullehrern aus Mathematik lassen erkennen, dass es neben dem Kern für alle Maturanten noch zusätzlicher Qualitäten in Mathematik bedarf, wenn Studien wie Ingenieurstudien, Wirtschaftswissenschaften oder Mathematik / Physik ergriffen werden. Außerdem möchten wir eine Übersicht gewinnen, welche Hilfsmittel bei Ihren schriftlichen Mathematikprüfungen zugelassen sind, da sehr widersprüchliche Meldungen von den Universitäten zu uns gelangen. Selbstverständlich werden wir Sie über die Ergebnisse der Umfrage informieren.

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

Für das ACDCA-Team:
Dr. Otto Wurnig e.h.
Institut für Mathematik
A-8010 Graz, Heinrichstraße 36

Qualität im Mathematikunterricht

Fragebogen



Name in BLOCKSCHRIFT: _____

Hochschule: _____

Verwenden Sie Software bzw. CAS in Ihren Lehrveranstaltungen? ja nein

Halten sie Lehrveranstaltungen, bei denen die Studenten zur Verwendung von Computer-Algebra-Systemen (CAS) verpflichtet werden? ja nein

Falls die Studenten zu CAS verpflichtet werden, für welche(s)? _____

Bitte kreuzen Sie an, wo Sie den Schwerpunkt Ihrer **Mathematik**-Lehrveranstaltungen haben und beziehen Sie sich bei der Beantwortung weiterer Fragen auf diesen Schwerpunkt.

Math. f. Ingenieurwissenschaften

Math. f. Wirtschaftswissenschaften

Math. f. Mathematiker/Physiker

Math. f. andere Naturwissenschaften

Math. f. Fachhochschulen

Math. f. Studien wie Psychologie u.a.

Für **wie wichtig** halten Sie CAS-Vorkenntnisse (Mathematica, DERIVE, Mathcad, TI-92 u.ä.) für die Studienanfänger Ihres angekreuzten Schwerpunktstudiums?

gar nicht

wenig

ziemlich

unbedingt

Welche der angegebenen Hilfsmittel sind bei den Prüfungen, der von Ihnen abgehaltenen Mathematik-Lehrveranstaltungen für die Studenten zugelassen? (Bitte ankreuzen.)

Formelsammlung

LV-Skriptum bzw. Mitschrift

Lehrbücher

einfache TR

programmierbare TR

CAS-Systeme

andere Software wenn ja, welche? _____

Füllen Sie auch die 2. Seite aus und senden Sie die ausgefüllten Fragebögen **bis 15.03.2002** an **Dr. Otto Wurnig**, 8010 Graz, Heinrichstraße 36 per Post oder per Fax (**0316 380 9815**).

Alle Daten werden vertraulich behandelt und nur für statistische Auswertungen erhoben

Fragebogen Seite 2

Welche handwerklichen Rechenkompetenzen sind im CAS-Zeitalter unverzichtbar?

Herget/Heugel/Kutzler/Lehmann (ACDCA-Homepage www.acdca.ac.at) gehen der Frage nach, welche handwerklichen Rechenfertigkeiten in Zeiten der Verfügbarkeit algebraischer Taschenrechner und Computer mit CAS unverzichtbar sind. Was sollte auch in Zukunft jeder Schüler und jede Schülerin noch „**per Hand**“, d.h. mit Schreibstift und Papier können?

Im Folgenden sind einige Beispiele zur Illustration ausgewählt. Kreuzen Sie bitte eine der vier Auswahlantworten **nach dem Grad der Wichtigkeit** an:

Umformen von Brüchen: $\frac{2}{x} - \frac{x}{5} =$

gar nicht wenig ziemlich unbedingt

Lösen quadratischer Gleichungen: $x^2 - x - 6 = 0$

gar nicht wenig ziemlich unbedingt

Rechnen mit Potenzen: $7 \cdot 10^{-27} \cdot 5 \cdot 10^{18} =$

gar nicht wenig ziemlich unbedingt

Lösen von Ungleichungen: $-2x < +3$

gar nicht wenig ziemlich unbedingt

Differenzieren: $y = 3 \cdot \sin(2x) + 4$

gar nicht wenig ziemlich unbedingt

Integrieren: $\int e^{2x} dx =$ bzw. $\int \frac{1}{x} dx =$

gar nicht wenig ziemlich unbedingt

Geben Sie noch einige handwerkliche Grundkompetenzen an, die Ihrer Meinung nach unverzichtbar sind oder über den angegebenen Schwierigkeitsgrad deutlich hinausgehen:

Zielkatalog des Vergleichstests (Arbeitsgruppe 2 des CA-Projektes III)

Allgemeinwissen

- A1: Eine Formel deuten und auswerten können.
- A2/3: Graphen interpretieren können. (Quelle für A2: TIMSS)
- A4: Einen Sachverhalt graphisch – mit Skalierung – darstellen können. (TIMSS)
- A5/6/7: Mit Prozenten hantieren können. (A6: TIMSS)
- A8: Die mittlere Geschwindigkeit bestimmen können.

5. Klasse:

- 5.1: Einen gegebenen Text in eine Gleichung übersetzen können.
- 5.2: Ein einfaches Gleichungssystem lösen können.
- 5.3: Eine Geradengleichung aufstellen können.
- 5.4: Die Faktorisierung einer quadratischen Gleichung wissen und anwenden können.
- 5.5: Elementare Rechenoperationen mit Vektoren geometrisch deuten und ausführen können.

6. Klasse:

- 6.1: Potenzen richtig deuten können.
- 6.2/3/4: Eigenschaften der Winkelfunktionen kennen.
- 6.5: Lineares und exponentielles Wachstum unterscheiden können.

7. Klasse:

- 7.1: Grundlegende Begriffe mit Funktionen kennen.
- 7.2/4: Die geometrische Bedeutung der Ableitung kennen.
- 7.3: Die Bedeutung der Ableitung kennen und richtig schließen können.
- 7.5: Den relativen Anteil von relativer Häufigkeit unterscheiden können.

8. Klasse:

- 8.1: Die Eigenschaften von Stammfunktionen kennen.
- 8.2: Zusammenhänge zwischen Funktion und Stammfunktion analysieren können.
- 8.3: Zwischen Flächeninhalt und Wert des Integrals unterscheiden können.
- 8.4: Die Bedeutung von Mittelwert und Standardabweichung verstehen. (TIMSS)
- 8.5: Die Normalverteilung und ihre Standardabweichung verstehen.

Allgemeinwissen

- **Ziel:** Eine Formel deuten und auswerten können.

Eine Telefongesellschaft berechnet einen ihrer Tarife nach folgender Regel:

$$K = 0,03m + 18$$

K bezeichnet die monatlichen Kosten in Euro, m ist die Anzahl der Minuten, die in einem Monat telefoniert werden. Diese Regel bedeutet, dass für jede zusätzliche Minute die monatlichen Kosten um wie viele Euro anwachsen?

<input type="checkbox"/> 18 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 0,03 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 18,03 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
--	---	---	---

- Für diese Aufgabe ist ein Punkt zu vergeben, wenn die angegebene Alternative als einzige angekreuzt wurde.

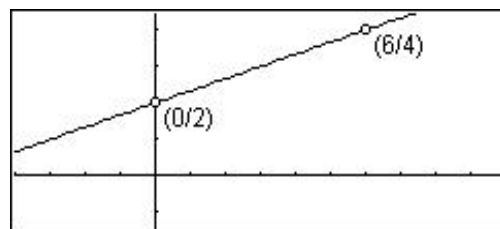
		5. Klasse	6. Klasse	7. Klasse	gesamt	TIMSS
alle	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,72	0,65	0,79	0,71	0,50
	Standardabweichung σ	0,45	0,48	0,41		
CAS	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,71	0,75	0,90	0,77	
	Standardabweichung σ	0,45	0,43	0,30		
x	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,72	0,54	0,68	0,64	
	Standardabweichung σ	0,45	0,50	0,47		
Signifikanz CAS / x		0,44	0,00	0,00	0,00	

5. Klasse

- **Ziel:** Eine Geradengleichung aufstellen können.

Eine Gerade geht durch die Punkte P(0/2) und Q(6/4).

- Wie lautet ihre Gleichung?
- Wie groß ist ihre Steigung?



Die Geradengleichung lautet:	Die Steigung der Geraden beträgt:
$y = \frac{1}{3} \cdot x + 2$	$\frac{1}{3}$

- Für die Teilaufgabe (a) ist ein Punkt zu vergeben, wenn die oben genannte oder eine äquivalente Gleichung (eventuell in Vektorform) eingetragen wurde.
- Für die Teilaufgabe (b) ist ein Punkt zu vergeben, wenn der oben genannte Wert eingetragen wurde.

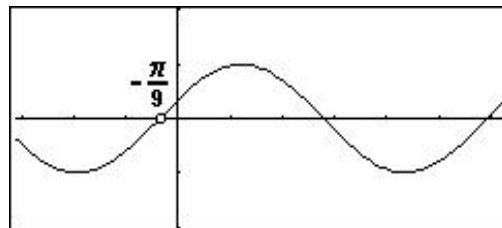
		5. Klasse a	5. Klasse b
alle	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,58	0,47
	Standardabweichung σ	0,49	0,50
CAS	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,62	0,51
	Standardabweichung σ	0,48	0,50
x	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,51	0,40
	Standardabweichung σ	0,50	0,49
Signifikanz CAS / x		0,01	0,01

6. Klasse

- **Ziel:** *Eigenschaften der Winkelfunktionen kennen.*

Stelle die gegebene Kurve

- als Sinus-
- als Cosinusfunktion dar:



$$y = \sin \left(x + \frac{\pi}{9} \right) = \sin \left(x - \frac{17\pi}{9} \right)$$

$$y = \cos \left(x + \frac{29\pi}{18} \right) = \cos \left(x - \frac{7\pi}{18} \right)$$

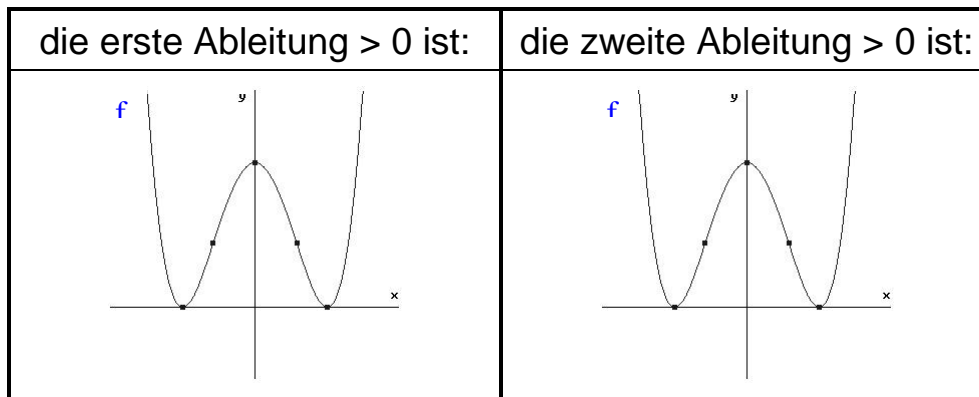
- Für die Teilaufgabe (a) ist ein Punkt zu vergeben, wenn eine der angegebenen Gleichungen eingetragen wurde.
- Für die Teilaufgabe (b) ist ein Punkt zu vergeben, wenn eine der angegebenen Gleichungen eingetragen wurde.

		6. Klasse a	6. Klasse b
alle	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,15	0,05
	Standardabweichung σ	0,35	0,21
CAS	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,27	0,07
	Standardabweichung σ	0,44	0,26
x	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,03	0,02
	Standardabweichung σ	0,16	0,15
Signifikanz CAS / x		0,00	0,01

7. Klasse

- **Ziel:** Die geometrische Bedeutung der Ableitung kennen.

Kennzeichne mit Farbe jene Bereiche der gegebenen Funktion f , wo



Bei dieser Aufgabe können 2 Punkte erreicht werden:

- Pro Teilaufgabe ist ein Punkt ist zu vergeben, wenn jeweils der richtige Bereich (entweder als Kurvenstück oder als Intervall auf der x -Achse) richtig markiert wurde.

		7. Klasse
alle	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,66
	Standardabweichung σ	0,83
CAS	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,82
	Standardabweichung σ	0,88
x	arithmetisches Mittel \bar{x}	0,50
	Standardabweichung σ	0,75
Signifikanz CAS / x		0,00

Helmut Heugl
Beilage 3

Forschungsgruppe: Leistungsmessung, Leistungsbewertung

Untersuchungen zur Prüfungssituation in den Versuchsklassen

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: <u>Stufe 1:</u> Gemeinsam bzw. von den Lernenden entwickeltes Repetitorium. <u>Stufe 2:</u> 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: <u>Kurze Überprüfungen von reproduktiven Fertigkeiten oder von reproduktivem Wissen</u> (eventuell auch ohne CAS). Dauer z.B. 20 Minuten. Beispiel: Rechenfertigkeiten beim Bruchrechnen. <u>Längere schriftliche Arbeiten als Problemlösearbeiten</u> , 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. Eine Variante ist auch, weniger schriftliche Prüfungen vorzusehen und dafür den übrigen Leistungen mehr Gewicht zu geben.	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 Beurteilungskriterien, Testen in der Versuchsklasse. Evaluation: Lehrer-, Schülereindrücke. Informelle Tests gemeinsam mit Vergleichsgruppen Notenstatistiken