



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S1 „Lehren und lernen mit neuen Medien“

**PILOTPROJEKT ZUM
PRAKTISCHEN EINSATZ DER
MATHEMATICA-BASIERENDEN UN-
TERRICHTSSOFTWARE LTM
AN DER HBLA-PITZELSTÄTTEN**

ID 689

Mag. Werner Welik

**OSTR Prof. Mag. Erwin Höferer
ao. Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller**

HBLA Pitzelstätten, Universität Graz

Klagenfurt, Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
2 AUSGANGSSITUATION	5
2.1 Der Weg zum Projekt.....	5
2.2 Die Unterrichtssoftware LTM.....	5
2.3 Die schulische Situation	10
2.4 Bezug zum schulischen Schwerpunkt.....	10
3 ZIELE UND UNTERSUCHUNGSFRAGEN	12
3.1 Persönliche Ziele: Mag. Erwin Höferer.....	12
3.2 Persönliche Ziele: Mag. Werner Welik	12
3.3 Universität Graz / ProVision	13
3.4 Untersuchungsfragen.....	13
4 PROJEKTVERLAUF	15
4.1 Ablauf und Umsetzung.....	15
4.2 Fortbildungen im Rahmen des Schwerpunktes S1	17
4.3 Ein typischer Stundenverlauf	18
4.3.1 Klasse 2B: Mag. Werner Welik	18
4.3.2 Klasse 3A: Mag. Erwin Höferer	19
5 EVALUATION UND REFLEXION	21
5.1 Ergebnisse des Fragebogens	21
5.2 Interpretation der Ergebnisse.....	21
5.3 Wortmeldungen der Schüler	23
5.4 Persönliche Rückmeldung: Mag. Erwin Höferer.....	23
5.5 Universität Graz: Dr. Bernd Thaller	27
6 LITERATUR	29

ABSTRACT

Dieses Projekt beschäftigt sich mit der Erprobung einer Unterrichtssoftware im Mathematikunterricht. Hierzu wurden zwei Klassen unterschiedlicher Schulstufen herangezogen, um verschiedene Lehrplaninhalte umsetzen zu können.

Durch eine ProVision-unterstützte Kooperation mit der Universität Graz sollten Erfahrungsberichte aus dem praktischen Unterricht dazu verwendet werden, um eine Weiterentwicklung der Software zu erreichen. Für die beiden unterrichtenden Lehrer waren es der erste Versuche in der Anwendung eines Computeralgebrasystemes.

Um die Projektziele zu evaluieren wurde ein Fragebogen zu Beginn und am Ende des Projektes durchgeführt und anhand einiger ausgewählter Fragestellungen sollten Veränderungen durch den Computereinsatz ermittelt werden.

Schulstufe: 10. und 11.

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Mag. Werner Welik

Kontaktadresse: HBLA Pitzelstätten, Glantalstr. 59, 9061 Klagenfurt

1 EINLEITUNG

Der klassische Tafelunterricht ist nach wie vor die gängigste Unterrichtsmethode. Ob es jene Methode mit dem größten Lernerfolg ist, sei dahingestellt! Ein gewisses Maß an handschriftlichen Rechenfertigkeiten ist jedoch unumstritten und sei daher auch außer Frage gestellt.

Der Einsatz neuer Medien im Unterricht hat durch die technische Weiterentwicklung im Laufe der Jahre ständig an Bedeutung gewonnen. Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht abzusehen, doch liegt es an der Zeit diese Möglichkeiten auch sinnvoll zu nützen und in verstärktem Ausmaß in den Unterricht einfließen zu lassen.

Da ich nach drei Jahren Unterrichtserfahrung erst am Beginn meiner lehrberuflichen Entwicklung stehe, versuche ich ständig meinen Unterricht zu verbessern und bin an innovativen Ideen für die Unterrichtsgestaltung interessiert.

Für mich in diesem Zusammenhang besonders interessant finde ich sämtliche Inputs zur Steigerung des Interesses und der Aufmerksamkeit der Schüler.

Durch die Erprobung einer Unterrichtssoftware sah ich für mich die Chance genau in diesem Bereich tätig zu werden. Ich wollte mein Interesse und meine Neugier auf die Schüler übertragen und mit ihnen gemeinsam einen neuen Weg im Mathematikunterricht beschreiten.

Als Antragsteller dieses Projektes bin ich für den Inhalt des vorliegenden Berichtes verantwortlich. Ich möchte mich jedoch auch sehr herzlich für die Unterstützung und die Beiträge meiner beiden teilnehmenden Kollegen bedanken:

OSTR Prof. Mag. Erwin Höferer....teilnehmender Kollege aus der Schule
ao. Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller....wissenschaftlicher Berater Uni Graz

2 AUSGANGSSITUATION

2.1 Der Weg zum Projekt

Die Idee zu diesem Projekt stammt nicht von mir alleine. Ich wurde zu diesem Projekt eingeladen und von der Idee zur Umsetzung überzeugt. Prof. Dr. Bernd Thaller vom Institut für Mathematik an der Universität Graz hat mich auf die Existenz des MNI-Fonds aufmerksam gemacht und bei einem Graz-Besuch im April vergangenen Jahres auf die Möglichkeit einer Kooperation angesprochen. Ich habe kurzerhand zugesagt, wir formulierten gemeinsam unsere Vorstellungen und brachten sie im Antrag für das Projekt zu Papier.

Ein wichtiger Punkt dieses Projektes ist der Profit für alle Beteiligten:

Schülern ist alles willkommen, was eine Alternative zum klassischen Tafelunterricht darstellt. Wir Lehrer finden in der Erprobung einer Unterrichtssoftware ein interessantes Experimentierfeld, um in veränderter Umgebung (Computerraum) in ungewohnten Situationen unseren Mathematikunterricht neu zu überdenken. Das Entwicklerteam der Universität Graz kann aus dem reichhaltigen Erfahrungsschatz den wir dabei durch *try and error* erhalten Anpassungen und Verbesserungen an der Software vornehmen.

2.2 Die Unterrichtssoftware LTM

Die "Learning Tools for Mathematics" werden im Rahmen eines Comenius 2.1 Projektes an der Universität Graz entwickelt. Eine kommerzielle Version wird unter dem Namen M@th Desktop von der Firma Deltasoft vertrieben (<http://www.deltasoft.at>). LTM und M@th Desktop basieren auf dem Computeralgebrasystem (CAS) Mathematica. Die im LTM Projekt erzeugten Lerneinheiten und Module sind frei verfügbar, der Anwender benötigt aber Mathematica, um sie zum Laufen zu bringen.

Wir sehen LTM als eine geeignete Möglichkeit, CAS auch dort im Unterricht einzusetzen, wo das bisher aus Zeitgründen oder wegen der dem CAS innewohnenden Komplexität bisher nicht möglich war. LTM versieht Mathematica mit einem vereinfachten User-Interface, das besonders im Hinblick auf die Verwendung im Klassenzimmer konzipiert ist. Unter den verfügbaren CAS verfügte nur Mathematica über eine derartig weitgehende Beeinflußbarkeit der Benutzerschnittstelle (des "Frontends"), wie es für das Design von LTM bzw. M@th Desktop als notwendig erachtet wurde.

Im Folgenden seien kurz die Prinzipien der LTM Software erklärt und bisherige Erfahrungen geschildert.

M@th Desktop bzw. LTM erzielen die bedeutendste Vereinfachung der Mathematica Benutzerschnittstelle durch den konsequenten Einsatz von Paletten. Es gibt einige allgemeine Paletten und solche, die auf spezielle Stoffkapitel zugeschnitten sind (siehe Abbildung 1).

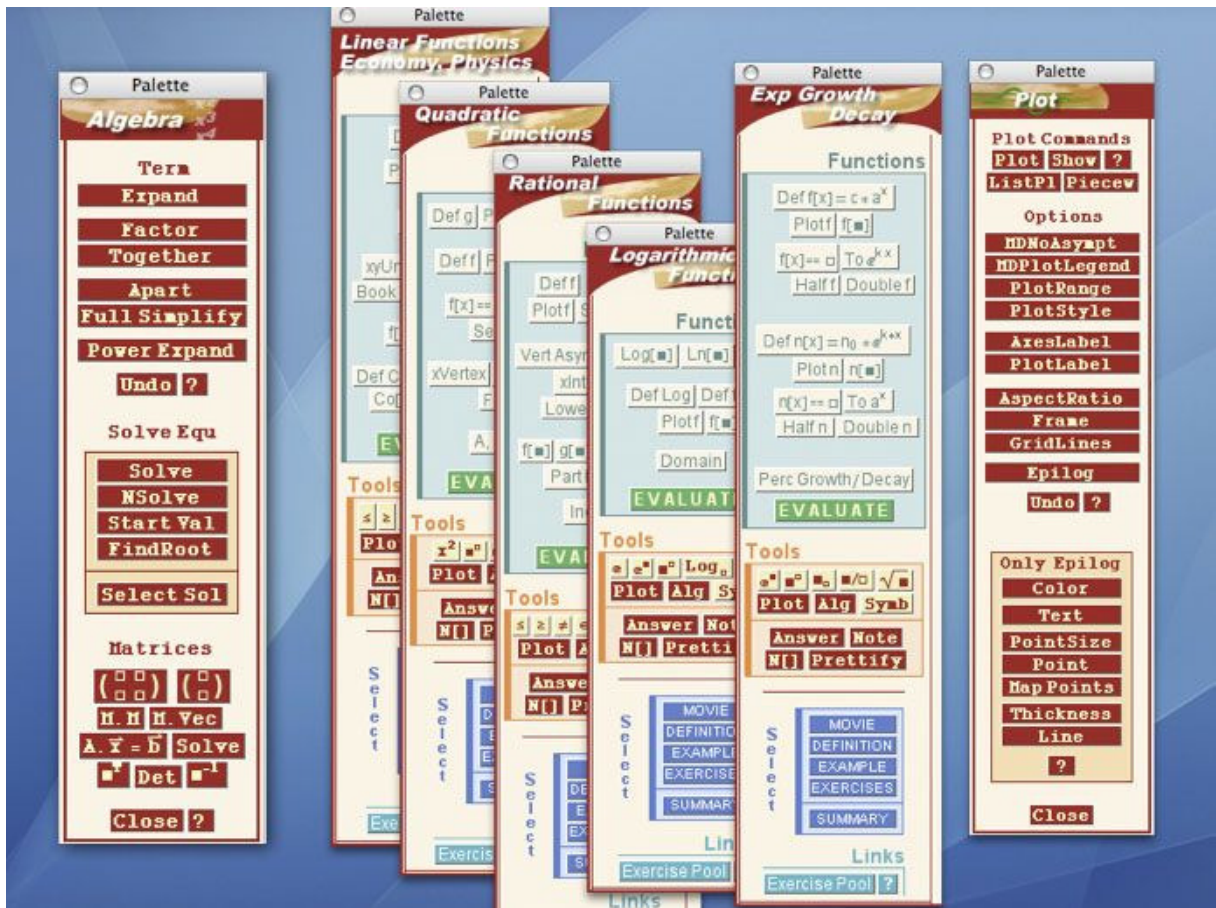


Abb. 1: Einige Paletten der LTM software.

Jeder Knopf auf einer Palette fügt in der Regel die Vorlage für einen Mathematica-Befehl in das aktive Arbeitsblatt ("Mathematica-Notebook") ein. Zum Beispiel erzeugt der Befehl Plot (auf der Plot-Palette) die Zeichenfolge

MDPlot[{ , {x , , , }];

Die Platzhalter können nun durch Betätigung der Tabulatortaste angesteuert und mit Hilfe der Paletten oder durch Eintippen befüllt werden. Ein weiterer Mausklick, zum Beispiel auf den Epilog-Knopf der Plot-Palette fügt an die richtige Stelle eine Option ein, ohne das man darauf achten muss, wo sich der Cursor gerade befindet:

MDPlot[{ , {x , , , } , Epilog -> { Red, PointSize[0.025] , Point[{ , , }] }];

Nach Ausfüllen der Platzhalter, z.B. mit

MDPlot[{Sin[x], {x , -π,π}, Epilog -> { Red, PointSize[0.025] , Point[{π/2,1}] }];

und Betätigung des "Evaluate" Knopfes erhält man sofort den Graphen aus Abbildung 2.

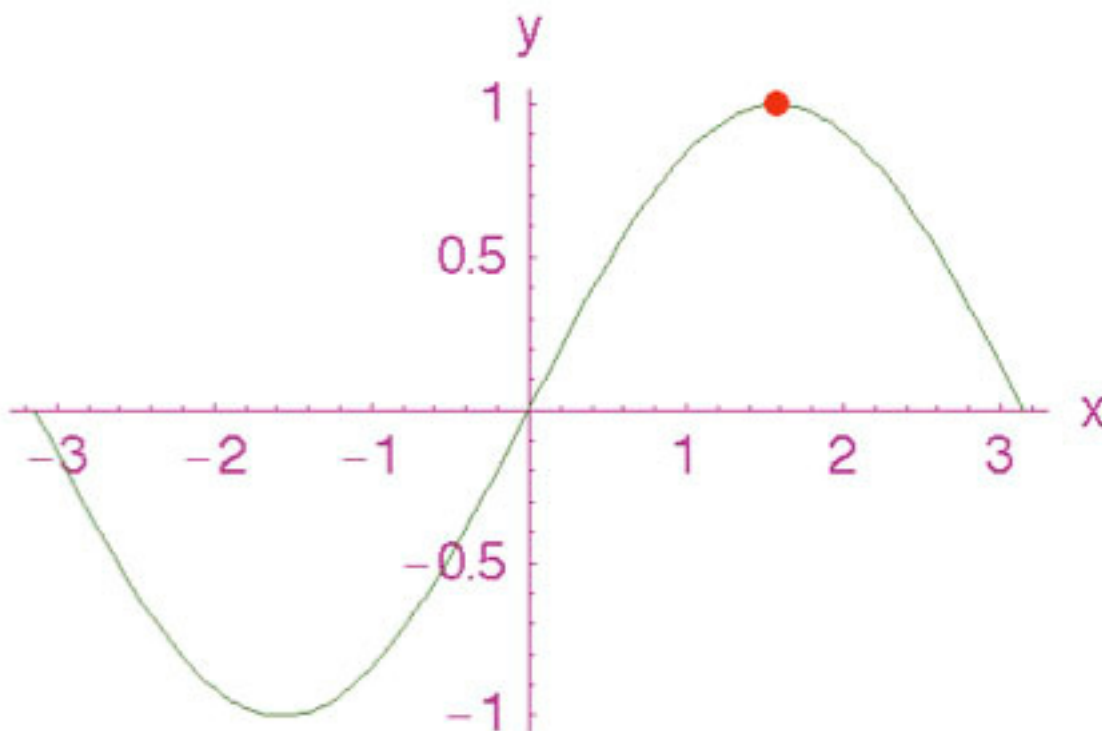


Abb. 2: Output eines LTM Plot-Befehls.

Die Vereinfachte Art der Eingabe eliminiert offensichtlich weitgehend die Tippfehler, die bei der doch recht komplizierten Mathematica-Syntax fast unweigerlich auftreten und deren Elimination in einer Unterrichtssituation sehr zeitraubend ist. Die Paletten ersparen sogar das Erlernen der Syntax, ohne diese vor der Benutzer/in zu verstecken. Dadurch kann im Unterricht sofort und ohne große Vorbereitungen mit dem Einsatz des CAS begonnen werden.

Natürlich wird auf diese Weise keine Kenntnis des CAS vermittelt. Es muss jedoch betont werden, dass das normalerweise auch nicht das Ziel des Mathematikunterrichtes ist. Stattdessen können auf zeitsparende Weise sowohl algebraische Umformungen als auch komplizierte Visualisierungen hergestellt werden, die bei der Diskussion der mathematischen Inhalte selbst unterstützen.

M@th Desktop enthält maßgeschneiderte Paletten im Wesentlichen für alle Kapitel der Schulmathematik, LTM konzentriert sich auf die Bereiche "elementare Funktionen" und "lineare Algebra". Diese speziellen Paletten enthalten - wie ein spezialisierter Taschenrechner - alle Befehle und Programme, die man zum Experimentieren und Problemlösen in dem speziellen Bereich braucht. Dabei wird es in der Regel als großer Vorteil gesehen, dass graphische, symbolische, und numerische Repräsentationen mathematischer Sachverhalte leicht herstellbar sind und sich dem Lernenden als Einheit darbieten.

Diese auf ein Sachgebiet bezogenen Paletten von LTM sind mit einem Arbeitsblatt verknüpft, das umfassenden Inhalt zu diesem Arbeitsbereich bereitstellt. In der Regel sind diese Mathematica Notebooks wie folgt aufgebaut (siehe Abbildung 3)



Abb. 3: Ein typisches Kapitel aus LTM mit dazugehöriger Palette

Der erste Abschnitt zeigt eine Animation oder beschreibt eine Aktivität, die in das vorliegende Kapitel einführt. Dann kommt eine kurze Zusammenfassung - nur die grundlegenden Formeln und Zusammenhänge, da das Notebook kein Ersatz für ein Lehrbuch darstellen soll. Weiters gibt es ein Kapitel, in dem einige Beispiele Schritt für Schritt gelöst werden - dabei wird in die Funktion und Verwendung der Knöpfe auf den Paletten eingewiesen. Im letzten Kapitel gibt es eine umfassende Sammlung von Übungsbeispielen zur selbstständigen Lösung von Problemen, Aufgaben mit offenem Ende und Vorschläge für Gruppenprojekte.

Natürlich besteht die Gefahr, dass in den Augen der Lernenden die Lösung von Aufgaben auf das Knopfdrücken reduziert wird. Dieser Gefahr kann die Lehrperson gezielt entgegenwirken, etwa, indem sie die reduzierte Rechenzeit für eine verlängerte Brainstormingphase vor Beginn der eigentlichen Aufgabe verwendet. Auch sollte von den Studierenden immer auch eine "textuelle Repräsentation" eingefordert werden, d.h. eine sprachliche Beschreibung des Lösungsweges und des Resultates. Wer sich nicht sprachlich korrekt über mathematische Sachverhalte äußern kann, wird diese auch nicht verstehen.

Die Lernunterlagen, die durch LTM bzw. M@th Desktop angeboten werden sind in allen Details adaptierbar. Sowohl Lehrende als auch Studierende können die Notebooks verändern, eigenes Material (Übungsblätter, Aufgabensammlungen, Tests, Mitschriften) und sogar eigene Paletten erzeugen.

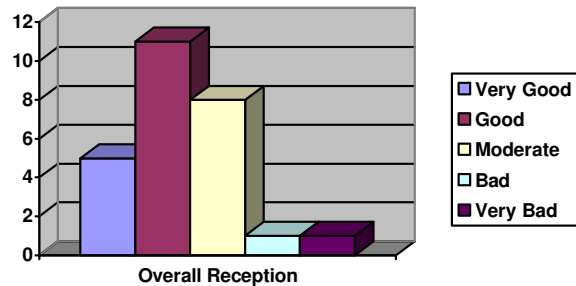
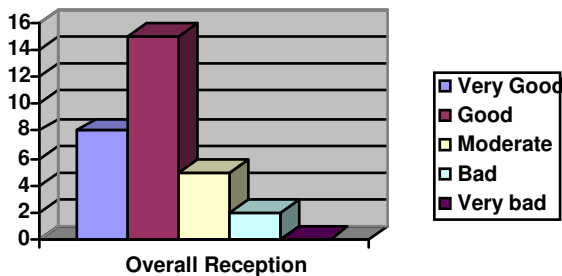
Wir glauben, dass LTM und M@th Desktop wertvolle Hilfsmittel für Lehrende darstellen. Die Software ist primär nicht für das Selbststudium oder selbstbestimmtes Lernen gedacht, auch wenn sie Experimente und exploratives Lernen unterstützt. In unserem Zugang ersetzt der Computer nicht die Lehrer/in.

Das Paletten/Notebook Konzept ist flexibel genug, um eine Vielfalt von verschiedenen Lehr/Lernszenarien zu unterstützen. Es wird kein bestimmter Unterrichtsstil erzwungen. Wir glauben jedoch, dass die besten Resultate in einem "blended learning" Szenario erzielt werden können. Dabei verbringt die Lehrperson einige Zeit damit, den Inhalt auf traditionelle Art zu erklären (Kreide und Tafel). Einfache Beispiele werden mit der Hand gerechnet. Der Computer wird benützt, um ad-hoc Visualisierungen zu fabrizieren, Experimente und Berechnungen durchzuführen, und um realistischere Beispiele zu behandeln. Die Lehrperson wechselt zwischen den Unterrichtsformen, wie es ihr passend erscheint. Ein Vorteil dieser Methode ist es, dass Konzepte auf diese Art eigentlich zweimal gelernt werden - beide Male jedoch in Verbindung mit völlig unterschiedlichen Schüleraktivitäten.

Frühere Pilotprojekte und Evaluierungen des Einsatzes von LTM im Unterricht haben gezeigt, dass sehr gute Resultate unter den geeigneten Rahmenbedingungen erzielt werden können. Hier ist eine grafische Zusammenfassung der Schüler/innenreaktionen auf den Unterricht mit M@th Desktop im Rahmen eines Pilotprojekts in Sibiu/Rumänien (Pica Elisabeta Ana and Marcu Alexandru, Questionnaire report on usage of Mathematica and M@th Desktop in class):

Class grade XI (30 students)

Class grade XII (26 students)



Wir vermuten, dass die konventionellen mathematischen Fähigkeiten der Schüler/innen normalerweise durch LTM nicht verbessert werden - die Lernenden verbringen ja auch beträchtlich weniger Zeit damit, auf konventionelle Art zu arbeiten. Ob das Wissen um mathematische Konzepte und die Fähigkeit, eigenständig Probleme anzugehen, verbessert oder verschlechtert wird, scheint in stärkerem Ausmaß von der Lehrer/innenpersönlichkeit abzuhängen, als vom eingesetzten Unterrichtsmittel. In zwei vorangegangenen MNI Projekten, die mit Hilfe von M@th Desktop durchgeführt wurden (Reinhard Simonovits: "Testen von e-Learning Sequenzen zur Normalverteilung", MNI S1 2004/05 und "Lineare Regression mit M@th Desktop", MNI S1 2005/06), hat sich auch folgendes ergeben: Beim Unterricht mit M@th Desktop erhielten die Schüler/innen ein sehr positives Bild von der Mathematik als einer interessanten und gesellschaftlich relevanten Wissenschaft. Die Auswahl stark anwendungsorientierter Übungsbeispiele und die von den Lernenden gefühlte "Power" im Umgang mit dem CAS trugen zu diesem positiven Image der Mathematik bei. Die zi-

tierten MNI Projekte waren allerdings stark auf Gruppenprojekte und exploratives Lernen ausgerichtet, während das vorliegende Projekt auf den "normalen" Unterricht abzielt.

2.3 Die schulische Situation

Für die Erprobung der LTM-Software wurden die 2B (10.Schulstufe) mit 37 Schülern/innen und die 3A (11.Schulstufe) mit 28 Schülern/innen herangezogen. Die beiden Klassen haben in den jeweiligen Schulstufen laut Lehrplan 2 Unterrichtsstunden „Angewandte Mathematik“. Für das Projekt wurde eine dieser beiden Unterrichtsstunden in den Computerraum verlegt, wobei Kollege Prof. Höferer und ich jeweils nur eine Hälfte der Klassen unterrichteten.

Eine Betrachtung hinsichtlich Gender kam für dieses Projekt nicht in Frage, da dieser Schultyp traditionell einen sehr geringen Burschenanteil aufweist. In der gesamten Schule gibt es unter knapp 400 Schüler/innen nur insgesamt 51 Burschen. Die 3A ist eine reine Mädchenklasse und in der zweiten Projektklasse befinden sich nur 6 Burschen.

Die beiden Klassen wurden ausgewählt, da sich im Lehrplan vorgegebene Inhalte in der Erprobung der LTM-Software gut umsetzen lassen und da in den ausgewählten Klassen ein sehr gutes Arbeitsklima herrscht.

Der Unterricht wurde in den beiden Computerräumen unserer Schule durchgeführt. Jene Hälften der beiden Klassen, die bei mir waren, hatten einen klassischen Computerraum, bei dem die Arbeitsplatzanordnung auf eine Tafel bzw. einen Beamer ausgerichtet ist. Die anderen Hälften bei Prof. Höferer mussten in unserem Übungsfirmensaal das Auslangen finden. Hierbei handelt es sich um speziell angepasste Arbeitsplätze bei denen der Saal durch circa 140 cm hohe Trennwände in mehrere Arbeitsgruppen für drei bis fünf Personen unterteilt wird. Die Gruppen sitzen dabei alle sternförmig, mit Blick weg von einem fiktiven Zentrum, mit den Rücken zueinander.

Durch dieses Pilotprojekt zur Erprobung einer Unterrichtsoftware im Mathematikunterricht soll einem neuen Ausbildungsschwerpunkt (siehe folgendes Kapitel) an unserer Schule Rechnung getragen werden. Der Einsatz von Computeralgebrasystemen im Mathematikunterricht könnte langfristig speziell in diesen einen Schwerpunkt aufgenommen werden. Die Schulleitung unterstützt das Projekt als einen wertvollen Teil der Schulentwicklung.

2.4 Bezug zum schulischen Schwerpunkt

Seit dem Schuljahr 2006/07 werden an der HBLA Pitzelstätten zwei Schwerpunkte angeboten: „Informations- und Umweltmanagement“ und „Produktmarketing und Regionaltourismus“. Besonders im Schwerpunkt „Informations- und Umweltmanagement“ soll die mathematische und naturwissenschaftliche Bildung im Vordergrund stehen und unseren Absolvent/innen neue Berufschancen eröffnen. Besonders den Mädchen sollen neue Zugänge zur Naturwissenschaft eröffnet werden, wobei gerade im Bereich Umwelt- und Informationstechnologie auch in Zukunft ein erhöhter Bedarf an qualifizierten Absolvent/innen zu erwarten ist. Dies nicht zu erkennen würde be-

deuten, dass wir am Bedarf der Wirtschaft vorbei ausbilden und für unsere Absolvent/innen würde es bedeuten, dass wir ihnen Chancen vorenthalten. Neue Technologien sollen daher unseren Schüler/innen nicht vorenthalten werden, sondern als selbstverständliche Tools im Unterricht eingesetzt werden. Im Sinne von Gender Mainstreaming kann dadurch einem vorherrschenden Rollenverständnis entgegen gewirkt werden. Frauen in die Technik, wobei hier der Begriff Technik sehr weit gefasst ist, darf kein leeres Schlagwort bleiben, sondern muss bereits in der Schule vorbereitet werden. Dazu gehört auch der Einsatz von Mathematiksoftware wie Mathematica, Geogebra, Mathcad usw. Für die Entwicklung des Schulschwerpunktes war es daher für uns wichtig, den Einsatz eines computerbasierenden Systems im Mathematikunterricht zu testen, um daraus entsprechende didaktische Schlüsse ziehen zu können. Entwicklung findet nur statt, wenn man neues versucht; auch auf die Gefahr hin, dass beim ersten Mal nicht immer alles so funktioniert wie man es erhofft hat. Aber gerade dies macht die Lebendigkeit von Schule aus: Die Schule als Lernbiotop für Lehrer/innen und Schüler/innen.

Für die Zukunft ist es vorstellbar, dass besonders im Schwerpunkt Informations- und Umweltmanagement im Bereich des Mathematikunterrichts der Einsatz von Mathematiksoftware zur Selbstverständlichkeit wird (im Sinne von Blended Learning) und im Hinblick auf Begabtenförderung einen neuen Stellenwert bekommt.

3 ZIELE UND UNTERSUCHUNGSFRAGEN

Die Ziele des Projekts resultieren aus den unterschiedlichen Interessen der beteiligten Personen. Mag. Höferer und ich erläutern in der Folge unsere persönlichen Intentionen und Dr. Thaller vertritt die Interessen der Universität Graz:

3.1 Persönliche Ziele: Mag. Erwin Höferer

Mein persönliches Ziel ist nach wie vor die Verbesserung des mathematischen Unterrichts und das Sammeln von Erfahrungen mit neuen didaktischen Situationen. Es ist daher auch etwas Mut erforderlich die ausgetretenen Pfade der Mathematikdidaktik zu verlassen und in die Zukunft weisende Methoden und Instrumente zu verwenden. Ein besonderes Anliegen war mir daher festzustellen, wie die Verwendung von neuen Technologien die didaktische Situation verändert und welche neuen Schwierigkeiten zusätzlich auftreten können. In Hinblick auf die Schüler/innen war es mir ein großes Anliegen eine zusätzliche Motivation für die Auseinandersetzung mit Mathematik zu schaffen. Der Einsatz von Mathematica in Verbindung mit MathDesktop sollte den Schüler/innen zeigen, welche mächtigen Instrumentarien schon jetzt innerhalb der Mathematik zur Verfügung stehen und wie effizient sie beim Lösen von Problemen eingesetzt werden können. Sowohl mathematische Fragestellungen (z.B. Welche Eigenschaften besitzt die Exponentialfunktion) als auch anwendungsorientierte Problemstellungen (z.B. Anwendungen der linearen Funktion in der Wirtschaft) sollten den Schüler/innen veranschaulicht und begreifbar gemacht werden.

Es war für mich aber nicht nur ein Ziel, die positiven Seiten des Computereinsatzes zu untersuchen, sondern auch festzustellen, welche Schwierigkeiten neu auftreten können. Es kann sein, dass die Verwendung neuer Technologien nicht für alle im gleichen Maße empfehlenswert ist. Ich wollte daher wissen, mit welchen zusätzlichen Problemen beim Computereinsatz im Mathematikunterricht zu rechnen ist.

Es wäre gut, wenn auch andere Kolleg/innen von unserem Projekt in der Form profitieren können, dass sie ihre Erwartungshaltungen bezüglich des Computereinsatzes im Allgemeinen und bezüglich der Verwendung von Mathematica und MathDesktop im Speziellen auf ein reelles Maß reduzieren bzw. erweitern. Es ist mir daher ein Anliegen, sowohl die Chancen als auch die Risiken dieser neuen didaktischen Situation zu beschreiben.

3.2 Persönliche Ziele: Mag. Werner Welik

Da die Idee zu diesem Projekt sehr knapp vor Ablauf der Frist für die Antragstellung geboren wurde, waren mir die damals formulierten Ziele noch nicht sehr klar und ausgereift.

Ich sollte im praktischen Unterricht eine Software erproben, die ich noch vor einigen Jahren selbst im Rahmen meiner Diplomarbeit¹ am Institut für Mathematik mitentwickelt und –gestaltet hatte! Ein sehr reizvoller Gedanke. Ich weiß zwar, dass die von

¹ <http://www.uni-graz.at/imawww/diplomarbeiten/index.html>

mir erarbeiteten Bereiche zur Anwendung der Integralrechnung nicht relevant für das Projekt sind, aber mich interessiert inwieweit meine Vorstellungen und Erwartungen im praktischen Einsatz dieses Programms umgesetzt werden können.

Der Einsatz des Computers eröffnet Möglichkeiten, um Lehrplaninhalte, die an der Tafel sehr zeitaufwendig und arbeitsintensiv sind, für die Schüler/innen attraktiver und verständlicher darzustellen. Mit Hilfe der LTM-Software möchte ich speziell den Aspekt der Visualisierung in den Vordergrund rücken!

In den beiden Klassen sollen je nach Lehrplan Funktionsgraphen von linearen Funktionen beziehungsweise von Potenz- und Exponentialfunktionen behandelt und Eigenschaften erarbeitet werden. Der Rechner übernimmt dabei für die Schüler/innen das aufwendige und fehleranfällige Erstellen einer Wertetabelle mit anschließendem Übertragen in ein passendes Koordinatensystem.

Schüler/innen werden einerseits durch den Rechner entlastet, andererseits werden sie bei der Handhabung des Programms vor neue Probleme gestellt. Die LTM-Software erfordert zwar kaum Kenntnisse über die Mathematica-Syntax, jedoch ist bei der Eingabe ein exaktes Bedienen der vorgegebenen Befehlszeilen notwendig.

Die verwendete Unterrichtssoftware ist nicht dafür vorgesehen, den klassischen Tafelunterricht zu ersetzen, sie stellt vielmehr eine ideale Ergänzung dar. Die Vor- und Nachteile bzw. Veränderungen, die diese "Learning Tools for Mathematics" im Unterricht bieten, sind Gegenstand dieses Projektes.

3.3 Universität Graz / ProVision

Aus der Sicht des Entwicklerteams gab es vor allem folgende Fragen:

Was sind die spezifischen Schwierigkeiten beim Einsatz von LTM? Sind diese pädagogischer oder eher organisatorischer Natur?

Welche Informationen benötigt der Lehrer/die Lehrerin, die mit LTM im Unterricht starten möchte?

Welche Form der Unterrichtsplanung ist beim Einsatz von LTM am geeignetsten?

Der praktische Einsatz im Unterricht ermöglicht natürlich auch die Identifizierung und Elimination von Fehlern in der Software und der inhaltlichen Darstellung. Das direkte Feedback der die Software verwendenden Lehrer ist dabei sehr wertvoll.

3.4 Untersuchungsfragen

Aus den drei unterschiedlichen Zugängen ergeben sich die folgenden Fragestellungen für das Projekt:

Ist es der Mathematiklehrer/in zumutbar Mathematica auf allen PCs zu installieren.

Welche Probleme entstehen, wenn die Schüler/innen die Software nicht ständig verwenden können sondern nur während des Mathematikunterrichts?

In welchem Umfang lässt sich die Software LTM im konkreten Unterricht anwenden?

Gibt es Verbesserungsvorschläge oder wurden auch Programmierfehler entdeckt?

Wo liegen Vorteile und Nachteile beim Unterrichten von Mathematik am Computer?

Profitieren Schüler/innen durch den Computereinsatz, was verändert sich für die Lehrer/in?

Benötigt der Einsatz des Computers eine neue (andere) Mathematikdidaktik?

4 PROJEKTVERLAUF

4.1 Ablauf und Umsetzung

Bis wir mit der konkreten Arbeit mit den Schüler/innen im Computerraum beginnen konnten mussten einige Hürden überwunden werden. Ein erster Besuch in Graz am 6. Oktober diente der Kontaktaufnahme und dabei wurden einige Modalitäten für den Erwerb und die Installation der benötigten Software besprochen. Die Umsetzung dieser Punkte war sehr zeitaufwendig und dauerte länger als geplant.

Kollege Höferer ist Administrator an unserer Schule und die EDV-technische Umsetzung des Projektes wurde von ihm geleitet. Er wollte zu diesem Thema folgendes bemerken:

[Anmerkung zur Installation und Lizenzierung von Mathematica:

Das Aufsetzen von Mathematica ist ein zeitintensives Unterfangen, da die Software auf jedem Client einzeln installiert werden muss. Nach der Grundinstallation muss von jedem Rechner aus mit dem Lizenzierungsserver von Wolfram-Research über das Internet Kontakt aufgenommen werden, um die Registrierung durchführen zu können. Für jeden Client wird ein individueller Freischaltcode generiert und per Mail zurückgesandt. Erst nach Eingabe dieses Codes am entsprechenden Rechner wird Mathematica freigeschaltet. Diese Prozedur ist dem Systemverantwortlichen in dieser Form nicht zumutbar. Eine automatische Softwareinstallation über Gruppenrichtlinien würde sehr zur Erleichterung beitragen. Außerdem wäre es wünschenswert, dass die Registrierung der Software über einen für die ganze Schule gültigen Volume Key erfolgen kann.

Außerdem muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Kosten für eine zeitlich unbegrenzte Campuslizenz von einer Schule kaum aufzubringen sind. Dies verhindert auch, dass wir Mathematica weiterhin einsetzen werden. Es ist daher zu empfehlen, dass Wolfram-Research seine Lizenzierungspolitik gegenüber Schulen ändert. Dieses Problem hatten wir schon beim Einreichen des Projekts, dass seitens des BMUKK sofort darauf hingewiesen wurde, dass es sich um das teuerste Softwarepaket handelt und wir auf ein anderes Paket setzen sollen. Sollte Wolfram-Research seine Firmenpolitik gegenüber Schulen nicht ändern, wird Mathematica in den Oberstufen der Schulen nicht Einzug halten.]

Nachdem alle Rechner installiert und die Softwareprobleme überwunden waren, versuchten wir Lehrer uns, genauso wie die Schüler/innen mit dem Programm vertraut zu machen. Die allgemeine Einarbeitungsphase begann Mitte November und wir verwendeten dafür etwa drei Unterrichtseinheiten. Gegen Weihnachten waren wir so weit fortgeschritten, um mit der Erarbeitung der einzelnen Stoffbereiche auf Basis der LTM-Software beginnen zu können. Dabei beschritten mein Kollege und ich unterschiedliche Wege.

Ich versuchte mich möglichst nach dem Programm zu halten und bei meinem Vorgehen nicht zu sehr von den Vorgaben abzuweichen. Prof. Höferer ging ungezwungener vor – er verwendete ausgewählte Teile des Programms an scheinbar geeigneten Stellen, um seinen eigenen Unterricht durch die LTM zu ergänzen.

Zur Vorbereitung auf die Schularbeit und für die Notengebung gegen Semesterende mussten wir aufgrund der wenigen regulären Mathematik-Unterrichtsstunden einige Computerstunden heranziehen.

Den „Tag der offenen Tür“ in unserer Schule am 7. Februar verwendeten wir, um mit einigen ausgewählten Schüler/innen das Projekt und die damit verbundenen Aktivitäten im Computerraum dem interessierten Publikum zu präsentieren.



Abbildung 5: Schüler/innengruppe mit Lehrer am Tag der offenen Tür

Herr Prof. Bernd Thaller besuchte unsere Schule zu diesem Anlass das erste Mal und machte sich mit den Gegebenheiten und unseren Schüler/innen vertraut.

Frau Dr.ⁱⁿ Alice Pietsch nützte diese Gelegenheit des Zusammentreffens, um die von ProVision unterstützte Kooperation zwischen der HBLA Pitzelstätten und dem Institut für Mathematik und wissenschaftlichem Rechnen der Karl-Franzens-Universität Graz zu visitieren.

Zwischen den Semester- und den Osterferien konnten nur einige wenige Unterrichtsstunden laut Plan am Computer durchgeführt werden, da abwechselnd Kollege Höferer oder ich aufgrund von Krankenständen, Fortbildungen oder Schulschikursen abwesend waren. Wenn daher einer von uns alleine die beiden Gruppen zu unterrichten hatte, so war abgesprochen, im Klassenzimmer eine reguläre Unterrichtsstunde abzuhalten. Andere Alternativen erschienen bei den Klassenschüler/innenzahlen wenig sinnvoll.

Gegen Ende des Schuljahres wurde das Arbeiten mit LTM so richtig spannend und damit verbunden trauerten wir der verlorene Zeit vor den Osterferien nun besonders nach. Gerade in der Endphase des Projektes hätten wir noch gerne einige Stunden zur Verfügung gehabt, um nun noch gezielter und auf höherer Ebene die Software im Unterricht einzusetzen. Abschließend möchte ich noch sagen, dass dieses erstmalig verwenden einer Unterrichtssoftware im Mathematikunterricht meine Neugier geweckt hat. Zwar stimmten Projektplan und die Ausführung in den meisten Punkten nicht überein, doch auch in der umgesetzten Form konnte ich viel für mich persönlich dazulernen.

Bei zwei Hospitationen (24.5. bzw.14.6.) im praktischen Unterricht konnte sich Prof. Thaller ein Bild unserer Arbeit machen. Die anschließenden Nachbesprechungen waren sehr aufschlussreich, da die eigenen Arbeits- und Denkweisen von einer außenstehenden Person durchleuchtet und analysiert wurden.

Ohne die gute Zusammenarbeit und die EDV-technische Unterstützung durch meinen Kollegen Prof. Höferer hätte ich mir das Projekt nicht zugetraut.

Um den Unterrichtserfolg mit der LTM-Software einordnen zu können, wäre eine Visitation von Unterrichtsstunden bei Prof. Simonovits geplant gewesen. Als Urvater und Hauptentwickler des Programms arbeitet er seit Beginn mit Schüler/innen der HAK Grazbachgasse und verfügt daher bereits über jahrelange Erfahrungen im Umgang mit dieser Software. Leider kam dieser Besuch aufgrund von Termenschwierigkeiten und Zeitmangel nicht mehr im Projektzeitraum zustande.

Es wurde jedoch vereinbart, diesen Termin verbunden mit einem abschließenden Gespräch mit Prof. Thaller im Herbst einmal nachzuholen.

4.2 Fortbildungen im Rahmen des Schwerpunktes S1

Bei der Auftaktveranstaltung (Start Up am 20.9.2006) an der Wirtschaftsuniversität Wien erfolgte eine erste Kontaktaufnahme zwischen den zuständigen Projektkoordinator/innen und den teilnehmenden Projektnehmer/innen. In den schwerpunktspezifischen Arbeitsgruppen konnte man durch eine kurze Zusammenfassung des Projektgedankens seine Vorstellungen an alle Teilnehmer/innen weitergeben. Alle sollten sich einen Überblick verschaffen und artverwandte Projekte konnten Detailinformationen austauschen. Sehr viele Ideen und Informationen wurden weitergegeben.

Im Rahmen des Innovationstages am 21.9.2006 konnte man Einsicht in viele Projekte des Vorjahres nehmen.

Am schwerpunktspezifischen Workshop vom 19. bis 21. November am IFF Schottenfeldgasse konnte auch Prof. Thaller teilnehmen. Hierbei wurden sehr detailliert die Projektziele erarbeitet und ein genauer Ablaufplan für den gesamten Projektzeitraum wurde festgelegt. Verwandte Projekte wurden zu kleinen Arbeitsgruppen zusammengefasst, um einen Gedankenaustausch zu unterstützen. Verbesserungsvorschläge wurden aufgegriffen, diskutiert und in die Projektplanung einbezogen. Die Diskussionsbeiträge waren für die Motivation ungeheuer fruchtbar, sodass auch noch bei der Heimreise im Zug weitergearbeitet wurde.

In der Schreibwerkstatt vom 19. bis 21. April 2007 wurden wichtige Vorgaben zum Verfassen des Projektberichtes geklärt. Auf Basis des Zwischenberichtes konnte ich das Stichwortverzeichnis und einzelne Teile des Endberichtes bereits erarbeiten.

Letzte Unklarheiten konnten in mehreren Gesprächen mit Fachkoordinator/innen und Kolleg/innen ausgeräumt werden.

Das Koordinator/innenteam war stets bemüht uns mit neuesten Informationen in verschiedensten Bereichen zu versorgen. So wäre für mich das Angebot eines elektronischen Fragebogens sehr interessant gewesen. Da ich jedoch die Eingangserhebung schon in Papierform durchgeführt hatte, blieb ich auch bei der Endbefragung dabei. Der Evaluationsworkshop wäre für eine bessere Auswertung der Daten sicher sehr interessant gewesen, doch konnte ich aufgrund von Terminproblemen nicht teilnehmen.

4.3 Ein typischer Stundenverlauf

Die beiden folgenden Kapitel sollen einen kurzen Einblick in erlebte Unterrichtsszenarien der beiden Lehrpersonen geben.

4.3.1 Klasse 2B: Mag. Werner Welik

Die Klasse 2B stellt mit 37 Schülern/innen einen Sonderfall in unserer Schule dar. Durch eine Repetentin und einen Quereinsteiger, bei unveränderter Schüler/innenzahl vom Vorjahr kam diese ausnehmend große Klasse zustande. Selbst nach der Teilung für den Unterricht im Computerraum war meine Gruppe mit 19 Schüler/innen immer noch sehr groß. Da ich nur 18 Arbeitsplätze zur Verfügung hatte, musste eine Schüler/in am für die Lehrperson vorgesehenen Computer Platz nehmen. Diese Schüler/in wurde im Unterricht von mir verbal in der Vorgehensweise instruiert. Ich konnte mich so am Ende des Mittelganges postieren und hatte damit den Überblick über den gesamten Klassenverband.



Abb. 6: Arbeitssituation in einer typischen LTM-Unterrichtsstunde

Da jedoch nicht immer alle Schüler/innen anwesend waren, ergab sich meist das in Abb. 5 dargestellte Bild im Unterricht. Ich befinde mich zentral vor der Klasse und meine Arbeitsschritte werden über den Beamer an die Wand projiziert.

Durch den organisatorischen Wechsel vom Klassenzimmer in den Computerraum trafen die Schüler/innen vereinzelt und nacheinander ein. Bis also alle den Rechner hochgefahren und das Programm gestartet hatten, dauerte es immer eine gewisse Zeit.

Vordringliches Ziel war es, das Arbeitstempo so auszurichten, dass auch die schwächeren Schüler/innen dem Unterricht folgen konnten. Da jedoch Probleme einzelner Schüler/innen und deren Behebung durch mich, immer wieder zu Verzögerungen für die gesamte Klasse führten, versuchte ich gute Schüler/innen zur Hilfestellung bei weniger guten Klassenkolleg/innen zu animieren. In Abb.7 ist neben mir auch ein helfender Schüler am linken Bildrand zu erkennen.

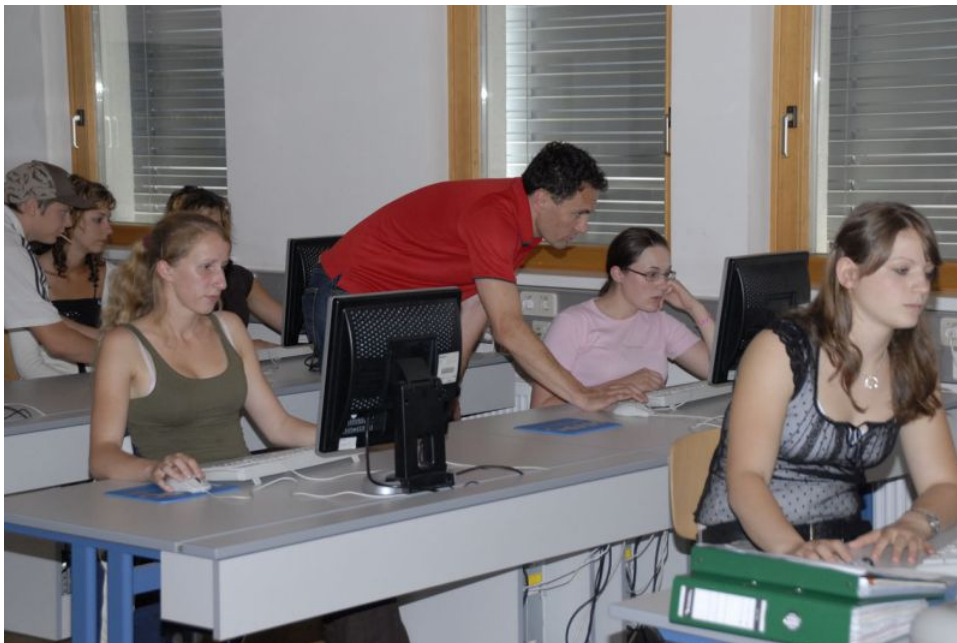


Abb. 7: Hilfestellung durch Lehrer und einen Schüler

4.3.2 Klasse 3A: Mag. Erwin Höferer

Der 3A Jahrgang umfasst nur 28 Schüler/innen. Die Klasse gilt allgemein als interessiert und motiviert. Ich bin in diesem Jahrgang nicht nur der Mathematiklehrer sondern auch als Klassenvorstand tätig, was zur Folge hat, dass ich die Schüler/innen sehr gut kenne. Dies war auch ein Grund, dass ich diese Klasse für das Projekt meldete. In der Vergangenheit erhielten die Schüler/innen von mir einen „klassischen“ Mathematikunterricht. Das grundsätzliche Handling im Umgang mit Computern konnte vorausgesetzt werden.

Eine erschwerende Bedingung war der mir zur Verfügung stehende Computerraum. Dieser Raum ist an sich als „Betriebswirtschaftliches Zentrum“ konzipiert und somit mit Kojen unterteilt, die jeweils mit einem Sichtschutz getrennt sind. Diese Kojen sollen die unterschiedlichen Abteilungen eines Betriebs abbilden.



Abb. 9: Arbeitssituation in der Gruppe Prof. Höferer

Im konkreten Unterricht führte dies aber zu Sicht- und Kommunikationsproblemen, die dem Projekt abträglich waren. So war es für mich sehr schwer zu erkennen, wie der Wissensstand der Schüler/innen jeweils ist. Die räumliche Struktur ermöglichte es auch manchen Schüler/innen sich zu „verstecken“.

In jeder Stunde versuchte ich eingangs die letzten Einheiten zu wiederholen und auf Fragen einzugehen. Ich legte meinen Unterricht grundsätzlich dialogorientiert an, wobei die Hauptlast der Arbeit aber bei mir lag, d.h. ich versuchte ständig neue Inhalte einzubringen und zu bearbeiten. In dieser Situation war es für mich spürbar, dass es auch zu Überforderungen der Schüler/innen kam. Mein Ziel war es dann mich zurückzunehmen und Zeit für die Klärung der Probleme aufzuwenden.

Am Ende der Stunde stand eine Wiederholung und Zusammenfassung der erarbeiteten Inhalte. Die einstündigen Einheiten (=50 Minuten) wurden im Allgemeinen als zu kurz empfunden, da eine Festigung des Stoffes in dieser Zeit sehr schwer möglich war und immer wieder Übungseinheiten reduziert werden mussten, was besonders zu Lasten schwächerer Schüler/innen ging.

5 EVALUATION UND REFLEXION

Um Antworten auf die Untersuchungsfragen zu finden, wurde mit den Schüler/innen am Anfang bzw. gegen Ende des Projektzeitraumes ein Fragebogen² durchgeführt. Die Fragestellungen waren dabei jeweils identisch. Die Antwortmöglichkeiten waren zum größten Teil vorgegeben und mussten nur auf einer Skala von 1 bis 5 (je nach Zustimmung) angekreuzt werden. Einige Fragen wurden offen gestellt und die Schüler sollten in freien Worten dazu Kommentare abgeben.

Der Fragebogen wurde anonym durchgeführt, es erfolgte jedoch eine Codierung durch die folgenden drei Fragen:

- 1) Zweiter Buchstabe deines Heimatwohnortes
- 2) Letzte Ziffer deiner Handynummer (evtl. Festnetz)
- 3) Zweiter Buchstabe des Vornamens deiner Mutter

Die Codierung sollte einen Vergleich von Eingangs- und Endbefragung einzelner Schüler/innen ermöglichen. Trotz geringer Wahrscheinlichkeit gab es in beiden Klassen jeweils ein Schüler/innenpaar mit derselben Codierung!

Die Fragestellungen für die Codierung schienen viele Schüler zu überfordern. In beiden Klassen kamen nicht übereinstimmende Codes vor. Die Zusammengehörigkeit konnte jedoch aufgrund von Schriftvergleichen und teilweise nur geringen Abweichungen in einem Buchstaben oder einer Ziffer wiederhergestellt werden.

In der dritten Klasse fehlen bei der Endbefragung drei Schüler/innen. Diese wurden nicht vergessen. Der Fragebogen wurde in der vorletzten Unterrichtswoche dieser Klasse durchgeführt. Sie konnten aufgrund eines vorzeitigen Beginns ihres vierzehnwöchigen Pflichtpraktikums nicht mehr erreicht werden und scheinen daher in den Tabellen als leere Spalten auf.

5.1 Ergebnisse des Fragebogens

Die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt!

5.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Menge an erhaltenen Daten aus den Fragebögen nun einer Auswertung zu unterziehen ist kein leichtes Unterfangen. Aus den vielen Zahlen und errechneten Kennwerten kann man verschiedene Interpretationen ableiten. Ich möchte eine Überblick geben und nur ganz punktuell auf einige Fragestellungen eingehen, um so zu einem Ergebnis zu gelangen. Dem Leser ist es frei überlassen weitere Schlüsse zu ziehen oder aus der Fülle an Daten zusätzliche Informationen zu gewinnen.

In der Tabelle „Gesamtvergleich“ werden die Mittelwerte am Beginn und am Ende des Projektes verglichen. Es werden dabei die Ergebnisse beider Klassen gemittelt.

² Der Fragebogen findet sich im Anhang

Die Spalte „gerundete Bewertung“ gibt die Änderung der Einstellung der Schüler während des Projektes wieder. Die Vorzeichen sind so gewählt, dass eine negative Zahl eine Verschlechterung der Einstellung bedeutet, eine positive Zahl eine Verbesserung (im Sinne des Projektes). Diese Spalte berücksichtigt, dass die Fragen manchmal positiv, manchmal negativ formuliert sind, sodass also eine größere Zustimmung zur Frage manchmal eine Verschlechterung, manchmal eine Verbesserung bedeutet.

Die Mittelwerte geben leider ein schlechtes Bild ab. Praktisch überall zeichnet sich ein negativer Trend ab: Interesse der Mathematik, Selbsteinschätzung, Einschätzung der Software, Einschätzung des Unterrichts und des Lehrers. Interessanterweise kommt dieser Trend hauptsächlich von der 2B. In der 3A hat das Projekt die Schüler/innen weder sehr positiv noch sehr negativ beeinflusst, das Interesse an Mathematik ist sogar gestiegen, sonst halten sich negative und positive Abweichungen die Waage, wie man es auch bei zufälligen Schwankungen im Antwortverhalten erwarten kann.

Recht deutlich ist allerdings die Antwort, dass es zu wenig Zeit für die Gewöhnung an MathDesktop gab (Frage 22, 24), wodurch sich möglicherweise auch andere negative Antworten erklären. Auch die Fragen nach dem ausgewogenen Verhältnis Computer/konventionell (Frage 33, 35) ergeben eher eine negative Meinung bzw. Meinungsänderung der Schüler/innen.

Der Unterschied zwischen zweiter/dritter Klasse könnte darin begründet sein, dass einige der jüngeren sich überfordert gefühlt haben. Und dann eventuell "Frustantworten" oder "Protestantworten" beim zweiten Fragebogen abgegeben haben? (siehe z.B: E7R in Klasse 2B).

Die beiden Fragen bezüglich der Einstellung zur Mathematik am Ende des Fragebogens, bei denen angekreuzt werden musste, lieferten interessante Ansichten. Obwohl etwa Zweidrittel der Schüler/innen aus beiden Klassen Mathematik als wichtig bezeichnen und darin einen Teil der Allgemeinbildung wie Literatur und Musik sehen, gibt beinahe die Hälfte an, dass Mathematik etwas ist, dass sie nie freiwillig verwendet werden. Einige Schüler/innen müssen also beides angekreuzt haben. Der zweite Jahrgang zeigt hier gegenüber dem dritten einen noch stärkeren Widerspruch. Das Fach in der Schule wird an sich von circa der Hälfte aller Befragten als interessant angesehen, ein Drittel wiederum findet Begriffe wie langweilig, unverständlich, uninteressant oder eine völlig fremde Welt als passende Beschreibungen für die Mathematik in der Schule.

Im Wesentlichen hat sich die Einstellung zur Mathematik durch das Projekt nicht verändert, da diese beiden Fragen zu nahezu identischen Ergebnissen in beiden Befragungen führten. Auch Klassenunterschiede fallen nur sehr schwach ins Gewicht und sind daher nicht sehr aussagekräftig.

Die Rückmeldungen der Schüler/innen als Ergebnisse aus dem Fragebogen bestätigen, dass bei diesem Pilotprojekt nicht alles perfekt gelaufen ist und daher noch vieles verbesserungswürdig wäre. Wir versuchen daraus zu lernen und wissen für eventuelle Folgeprojekte in den nächsten Jahren, dass wir gewisse Fehler nicht noch einmal zu machen brauchen.

5.3 Wortmeldungen der Schüler

Am Fragebogen waren für die Schüler/innen zwei Fragen mit offener Antwortmöglichkeit gestellt:

Wenn ich der Lehrer/die Lehrerin wäre, würde ich im Unterricht mit MathDesktop folgendes anders machen?

Was ich noch sagen wollte?

Im Großen und Ganzen wurden die Ergebnisse des Fragebogens durch die angeführten Bemerkungen der Schüler/innen bestätigt. Besonders oft wurde die unzureichende Vorbereitung und Erklärung kritisiert. Einige Schüler/innen nützten die Gelegenheit, um ihren Unmut und Frust, aber auch ihrer Begeisterung und Zustimmung freien Lauf zu lassen. Der interessierte Leser findet eine Auflistung der tatsächlichen Wortlaute im Anhang!

5.4 Persönliche Rückmeldung: Mag. Erwin Höferer

Welche Probleme entstehen, wenn die Schüler/innen die Software nicht ständig verwenden können sondern nur während des Mathematikunterrichts?

Ein wesentliches Problem, das sich über das gesamte Projekt erstreckte, war, dass die Schüler/innen die Programme nicht ständig verfügbar hatten. Noch ist es nicht so weit, dass 1.) alle Schüler/innen ein entsprechendes Notebook besitzen und 2.) Lizenzen in entsprechender Zahl vorhanden waren. Die Lizenzen waren notwendig, um die Arbeitsplätze in den beiden EDV – Sälen bereitstellen zu können. Dies führt wieder auf die schon erwähnte Lizenzproblematik von Wolfram-Research zurück.

Meine Erfahrung war aber, dass ein produktiver Einsatz eines computerbasierenden Mathematiksystems nur dann möglich ist, wenn eine permanente Nutzungsmöglichkeit der Software gegeben ist. Ein Zeitfenster von einer Stunde pro Woche ist eindeutig zu wenig, um das Handling mit dem Programm perfektionieren zu können. Weiters stand ich vor der Schwierigkeit, dass durch einen Krankenhausaufenthalt meinerseits und durch Klassenabsenzen (Lehrausgänge, Exkursionen, unterrichtsfreie Tage usw.) immer wieder Stunden entfielen. Ein kontinuierliches Arbeiten war deshalb nicht immer möglich. Mangels Verfügbarkeit der Hard- und Software konnten eigentlich keine Hausübungen gegeben werden, die mittels Computer zu bearbeiten gewesen wären. Der Unterricht beschränkte sich dadurch auf die eine Wochenstunde, die aus den oben genannten Gründen nicht immer gehalten werden konnte. Die dadurch entstandenen großen Zeitintervalle führten aber dazu, dass in jeder Stunde Vergessenes wieder aktualisiert werden musste, was natürlich wertvolle Zeit kostete.

Ein sinnvoller Einsatz ist nur dann gegeben, wenn die Schüler/innen auch außerhalb des regulären Unterrichts mit MathDesktop (in der Folge kurz MDT) üben und arbeiten können. Dann ist es möglich, dass Arbeitsaufträge über längere Zeiteinheiten vergeben und begleitet werden können. Erst dann kann es zu einer „Automatisierung“ im Umgang mit dem neuen computerbasierenden Tool kommen. Es gilt daher das Ziel zu formulieren, dass jede Schüler/in die Möglichkeit haben muss, jederzeit Mathematica und MDT zu verwenden. Ideal wäre die Situation, dass alle Schüler/innen mit einem entsprechenden Notebook plus zugehöriger Software ausgestat-

tet sind und zusätzlich über den Mathematikunterricht hinaus – auch in anderen Naturwissenschaften – Mathematica und MDT zum Einsatz kommen.

In welchem Umfang lässt sich die Software LTM im konkreten Unterricht anwenden?

Ein Einsatz von Mathematica ohne MDT ist an einer Oberstufe kaum möglich (außer man hat genügend Mathematikstunden zur Verfügung). Das Handling von Mathematica 5.0 ist doch äußerst gewöhnungsbedürftig und steht im Widerspruch zum mathematischen Operieren der Schüler/innen. Die Komplexität und Mächtigkeit von Mathematica geht weit über die Anforderungen einer Oberstufe hinaus und würde in einer nicht aufbereiteten Form eher zur Demotivation von Schüler/innen beitragen.

In Verbindung mit MDT ist ein Einsatz jedoch realistisch und durchführbar. Die Qualität von MDT besteht darin, dass eine thematische Eingrenzung auf die Oberstufe erfolgt. Viele Kapitel der Oberstufenmathematik sind in MDT bereits abgebildet, weitere werden noch folgen. Bei einem flächendeckenden Einsatz von MDT an einer Schule könnte sich die Frage stellen, ob Lehrbücher überhaupt noch notwendig sind und nicht durch MDT ersetzt werden können. Bis dorthin wird es aber noch etwas dauern.

Gibt es Verbesserungsvorschläge oder wurden auch Programmierfehler entdeckt?

Ein Problem liegt sicher darin, dass noch nicht alle Module von MDT fertig programmiert sind. Dies führt in der konkreten Unterrichtsarbeit zu Schwierigkeiten: Öffnet man z.B. die Palette für die „Quadratischen Funktionen = Quadratic Functions“, so öffnet sich eine nichtfunktionierende Palette für Exponentialfunktionen. Es wäre besser, wenn die noch nicht fertig programmierten Paletten nicht in der Benutzeroberfläche erscheinen würden. Dies hinterlässt den Eindruck des Ungenauen und Unfertigen. Dieses Problem wird aber sicher in der nächsten Zukunft behoben werden.

Das Vorliegen von MDT in englischer Sprache empfinde ich aus der Sicht des Lehrers nicht als Nachteil. In einer Oberstufe kann man davon ausgehen, dass eine Grundbeherrschung der englischen Sprache vorhanden ist und es für die Schüler/innen nur von Vorteil sein kann, wenn sie ihr Vokabular auch auf mathematische und naturwissenschaftliche Inhalte erweitern. Diese Sicht wird aber zu Beginn nicht von allen Schüler/innen geteilt. Manche empfinden die englischen Aufgabenstellungen als zusätzliche Hürde im Umgang mit MDT. Auf der anderen Seite gab es aber auch Schüler/innen, die es sehr positiv empfanden, dass auch im Mathematikunterricht die englische Sprache Einzug hält.

Die auf Mathematica basierende Notation ist für die Schüler/innen und Lehrer/innen sicher gewöhnungsbedürftig. Auch wenn durch MDT eine wesentliche Erleichterung im Umgang mit dem Softwarepaket erreicht wird, so bedarf es aber doch noch einer beträchtlichen Einarbeitungszeit, um die Notation zu beherrschen. Weiters wäre eine Abgleichung der Bezeichnungen mit den österreichischen Schulbüchern wünschenswert: In den österreichischen Schulbüchern ist es z.B. üblich die Geradengleichung in der Form $y=kx + d$ darzustellen. In MDT wird für die Steigung die Formvariable m und für d wird b verwendet. Dies mag zwar als nicht bedeutend erscheinen, führt aber im Denken der Schüler/innen zu Schwierigkeiten.

Die Übungen (Exercises) sollten nochmals auf Richtigkeit und didaktische Angemessenheit überprüft werden. Auch ist eine Aufgabenstellung wie z.B. in „Linear Functions in Economy and Physics“ [GROUP PROJECT Disposable Cameras - Is it a Business?] für eine Gruppenarbeit nicht geeignet, da eine Aufteilung nicht möglich ist. Hier zeigt sich wieder, dass ein durchgehendes didaktisches Konzept für MDT noch entwickelt werden muss.

Wo liegen Vorteile und Nachteile beim Unterrichten von Mathematik am Computer? Profitieren Schüler/innen durch den Computereinsatz, was verändert sich für die Lehrer/in?

Die Vorteile des Computereinsatzes im Mathematikunterricht liegen vor allem darin, dass mühsames händisches Operieren hinfällig wird. Es können durch den Einsatz einer entsprechenden Software auch „unangenehmere“ Beispiele gelöst werden. Die Beschränkung auf Beispiele, die „schöne“ Lösungen ergeben, aber sehr häufig keinen Realitätsbezug haben, fällt weg. Aus einer Zeitökonomie heraus ist es im Mathematikunterricht immer wieder notwendig, dass Beispiele so gewählt werden, dass diese auch innerhalb eines bestimmten Zeitfensters lösbar sind. Auch versucht man die Terme so zu wählen, dass das Operieren mit diesen in einer überschaubaren Weise möglich ist. Der Vorteil des Computereinsatzes liegt darin, dass nach dem händischen Lösen einfacher Beispiele auch anspruchsvolle und komplexe Beispiele gelöst werden können. Es muss keine Rücksicht auf Eingrenzung auf bestimmte Zahlenmengen mehr genommen werden. Die Auswirkungen bei Veränderungen der Eingangsgrößen können unmittelbar beobachtet werden und es können damit Schüler/innen zum freien Experimentieren und Beobachten von Veränderungen motiviert werden.

Ein weiterer Vorteil liegt in den neuen Möglichkeiten der Visualisierung von Mathematik. Was bisher nur unter großem Zeitaufwand möglich war, nämlich mathematische Zusammenhänge grafisch darzustellen, ist mit dem Einsatz des Computers unmittelbar möglich. Es ergeben sich daraus neue didaktische Möglichkeiten für die Lehrer/in. Theoretische Inhalte (z.B. lineare Funktion) können sofort mit Visualisierungen (z.B. Darstellungen von linearen Funktionen) unterlegt werden, was zu einer Vertiefung des Verständnisses führt. Auch werden die Schüler/innen eingeladen selbständig Untersuchungen anzustellen. Für interessierte Schüler/innen ergibt sich daraus ein neues Feld von Möglichkeiten im Erwerb von mathematischem Wissen.

Dies setzt aber voraus, dass das Handling mit dem Programm beherrscht wird. Wenn dies nämlich nicht der Fall ist, dann ergeben sich durch das Programm selbst so viele Schwierigkeiten, dass für die eigentliche Mathematik kein Raum mehr bleibt. Der grundlegende Umgang mit dem Programm muss daher gründlich und mit entsprechendem Zeitaufwand eingeübt werden. Diesen Punkt habe ich bei meinen Schüler/innen unterschätzt, was ich im Laufe des Projekts immer wieder zu spüren bekam. Damit ein Erfolg erzielt werden kann, muss eine ständige Verfügbarkeit des Programms gewährleistet sein, so dass der Umgang mit diesem zu einer Selbstverständlichkeit wird. Die zeitlichen Abstände des MDT - Einsatzes führten dazu, dass immer wieder Fragen zum Handling des Programms beantwortet werden mussten, was natürlich zusätzliche Zeit beanspruchte.

Benötigt der Einsatz des Computers eine neue (andere) Mathematikdidaktik?

Diese Frage im Detail auszuführen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Diese Frage müsste in einem eigenen Projekt behandelt und diskutiert werden. Ich möchte an dieser Stelle daher nur einige wenige Gedanken zu dieser Frage formulieren.

Eine Erfahrung, die ich in diesem Projekt machte, war, dass ein einmaliger Einsatz des Computers im Mathematikunterricht nicht produktiv ist. Der Computer muss zu einem ständigen Begleiter der Schüler/innen im Mathematikunterricht werden. Dies würde jedoch voraussetzen, dass alle Schüler/innen über die entsprechende Hard- und Software verfügen. Ich bin der Meinung, dass dies in einigen Jahren bei den derzeit fallenden Hardwarepreisen sein wird.

Die mathematische Sozialisation der Schüler/innen besteht im Wesentlichen noch immer in der Gleichung Mathematik = Rechnen. Mathematik wird auf das Operieren mit mathematischen Objekten reduziert. So äußerten sich im Projekt auch Schüler/innen dahingehend, dass sie durch den Einsatz von MDT „das Rechnen verlernen könnten“ [Anmerkung: Diese Angst wird aber auch von manchen Kolleg/innen geteilt]. Das algorithmische Abarbeiten von Aufgaben hat natürlich für die Schüler/innen den Vorteil, dass sie Inhalte „auswendig“ lernen können. Ohne viel von Mathematik zu verstehen kann eine positive Beurteilung erreicht werden.

Wenn durch den Computereinsatz das Operieren sekundär wird, so ergeben sich für den Mathematikunterricht neue Felder, die bis jetzt kaum didaktisch bearbeitet wurden:

- Wie stellt sich die Mathematik im Unterricht als System dar
- Mathematik als wichtiger Teil der Allgemeinbildung
- Mathematik und gesellschaftliche Argumentation
- Mathematik und andere Naturwissenschaften
- Mathematik als Analysewerkzeug für betriebs-, gesellschaftliche und naturwissenschaftliche Zusammenhänge.
- ...

Durch den Computereinsatz muss aber auch die Organisation des Mathematikunterrichts neu überdacht werden. Es ist unumgänglich, dass eine Differenzierung innerhalb der Klasse vorgenommen wird. So war es eine weitere Erfahrung, die ich aus dem Projekt ziehen kann, dass die guten und interessierten Schüler/innen durch den Einsatz von MDT immer besser wurden, hingegen andere Schüler/innen bereits mit dem Handling des Programms solche Schwierigkeiten hatten, dass sie kaum zur Mathematik kamen. So muss eine Unterrichtsform gefunden werden, die zusätzliche Trainingseinheiten für die schwächeren Schüler/innen vorsieht und gleichzeitig die begabten Schüler/innen gefordert werden. Dies muss sich bereits in den Aufgaben- und Problemstellungen widerspiegeln. Ein Frontalunterricht ist bei konsequentem Computereinsatz nicht mehr denkbar und widerspricht auch dem Medium Computer. Es ist daher eine Forderung an eine neue Didaktik, dass sowohl die Mathematik als offenes System dargestellt wird als auch die Unterrichtsorganisation eine offene sein muss.

5.5 Universität Graz: Dr. Bernd Thaller

Das Projekt hat für unser EU-Projekt wertvolle Erkenntnisse abgeworfen. Die Rückmeldungen der Lehrer über sachliche Fehler oder Schwächen in den Konzepten einzelner Unterrichtseinheiten wurden von uns dankbar entgegengenommen, die entsprechenden Verbesserungen werden bereits in der nächsten Version von LTM eingebaut sein. Besonders wertvoll war es für uns, die im praktischen Einsatz auftretenden organisatorischen Probleme zu beobachten, wie zum Beispiel die langwierigen Arbeitsschritte mit der Freischaltung der bereits legal erworbenen Software. Wir haben schon lange vom Hersteller der Mathematica Software (Wolfram Research) eine Kostenreduktion und vereinfachte Lizenzierung der Software für Schulen gefordert. Ergebnisse dieser Art helfen uns, unseren Standpunkt gegenüber Wolfram Research besser vertreten zu können.

Gleichzeitig wurde aber auch klar, dass Lehrer/innen am Beginn des Einsatzes von LTM weitere Informationen wie zum Beispiel Lehrkonzepte und Unterrichtsplanungen zu den einzelnen Stoffkapiteln benötigen. Auch kristallisiert sich immer mehr heraus, dass das ideale Einsatzszenario für LTM und MathDesktop in einer Notebookklasse zu finden ist, da nur so gesichert ist, dass sich die Schüler/innen selbstständig und explorativ auf die neuen Möglichkeiten einlassen können. Die in diesem Projekt verwendete, eher "homöopathisch" zu nennende Dosis von LTM im Unterricht scheint vor allem bei schlechteren Schülern eher zu Frust und Problemen zu führen - ein für uns doch überraschendes aber im Grunde einleuchtendes Ergebnis des Projekts.

Für mich als Projektkoordinator eines schulbezogenen EU Projektes, der selbst nicht an der Mittelschule unterrichtet, war der Besuch von Unterrichtsstunden von unschätzbarem Wert. Die Beobachtung aus der Schülerposition gibt sehr viele Aufschlüsse über das, was am Konzept und an den vorbereiteten Einheiten und an der Software gut funktioniert, und das, was eher zu Problemen führen kann.

So konnte ich mit Interesse die Mechanismen beobachten, durch die einige wenige Schüler/innen trotz vorbildlichen Unterrichts den Anschluss verlieren. Diese werden dann durch die Technik eventuell sogar ganz daran gehindert, am eigentlichen Unterrichtsgeschehen teilzunehmen, da sie sich nur mehr bemühen, am eigenen Bildschirm die Vorgaben zu reproduzieren und dabei das Nachdenken über die mathematischen Probleme gänzlich aus dem Auge verlieren. Eine Forderung, die sich daraus für den Computereinsatz ergibt, ist, dass die Lehrer/in trotz aller Eingabehilfen sehr sorgfältig darauf achten muss, dass auch wirklich alle Schüler/innen ihre Eingaben abgeschlossen haben und den gleichen Zustand am eigenen Arbeitsplatz erreicht haben, bevor ein neuer Gedanke zum Lehrstoff präsentiert wird, dem erst dann die ungeteilte Aufmerksamkeit zuteil werden kann.

Der Trick, gute Schüler/innen aufzufordern, ihren schwächeren Kolleg/innen während der Unterrichtsstunde beizustehen, entlastet zwar die Lehrperson, führt aber nur teilweise zum Erfolg: Während die guten Schüler/innen auf diese Weise Ihre Kenntnisse noch einmal aktiv aufbereiten, darstellen und somit auch festigen, sind die schwachen Schüler/innen abermals in der Rolle des passiven Informations-Konsumenten. Diese kommen dann zwar nach außen hin mit, haben aber in der Unterrichtsstunde wenig an Fähigkeiten dazuerworben. Auch dies könnte ein Mechanismus sein, der die Schere zwischen guten und schlechten Schüler/innen im computerbasierten Unterricht aufklappen lässt.

Die Kommunikation mit den durchführenden Lehrern war für mich sehr wertvoll und hat mir wichtige neue Einblicke ermöglicht. Wir wollen diese Kommunikation auch in Zukunft fortsetzen und durch Besuche weiteren Erfahrungsaustausch pflegen.

6 LITERATUR

Internetadressen:

<http://www.uni-graz.at/imawww/diplomarbeiten/index.html>

(Juni 2002)

ANHANG

FRAGEBOGEN

Bitte bewerte auf einer Skala von 1 bis 5 ob die folgenden Aussagen zutreffen oder nicht zutreffen (bitte Kästchen ankreuzen)

1) Ich interessiere mich für Mathematik.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

trifft nicht zu

2) Ich finde Mathematik ziemlich unverständlich.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

trifft nicht zu

3) Der Computer hilft mir, Mathematik besser zu verstehen.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

trifft nicht zu

4) Ich glaube, Mathematik wird in meinem späteren Berufsleben eine größere Rolle spielen

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

trifft nicht zu

5) Ich habe ein Talent für Mathematik

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

trifft nicht zu

6) Prinzipiell finde ich computerunterstützten Unterricht gut

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

trifft nicht zu

7) Kreuze deine letzte Zeugnisnote in Mathematik an

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8) Ich finde das Arbeiten mit Notebooks und Paletten verwirrend

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

9) Ich kriege gelegentlich Nachhilfe in Mathematik

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

10) Ich bin von den Möglichkeiten von Math Desktop beeindruckt.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

11) Die Paletten verstecken die Mathematik.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

12) Ich könnte die meisten Aufgaben mit den eingebauten Mathematica Funktionen selbst lösen - also auch ohne die Paletten zu verwenden.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

13) Durch die Paletten von Math Desktop wird jede Aufgabe aufs Knopfdrücken in einer bestimmten Reihenfolge reduziert.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

14) Durch Mathematica und Math Desktop werde ich das *Rechnen* noch ganz verlernen.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

15) Durch die Verwendung von Paletten beim Lösen von Aufgaben werde ich das *Nachdenken* noch ganz verlernen.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

16) Das Math Desktop – System gibt mir genügend Möglichkeiten zu experimentieren und verschiedene Lösungswege auszuprobieren.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

17) Ich habe im Internet gelegentlich schon nach anderen Lernhilfen für Mathematik gesucht.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

18) Das Math Desktop System stellt alle Hilfsmittel zur Verfügung, die zum Lösen der Übungsaufgaben nötig sind.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

19) Die Math Desktop Paletten sind für unseren Unterricht hilfreich.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

20) Bevor man ein Problem mit Math-Desktop Paletten lösen kann, muss man es erst verstehen.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

21) Ich wäre auch imstande, die meisten Aufgaben überhaupt ohne Mathematica und Math Desktop zu lösen (zB mit Excel oder mit Taschenrechner).

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

22) Wir haben zu wenig Zeit, uns an das Arbeiten mit dem Computer und Math Desktop zu gewöhnen.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

23) Die grafische Darstellung trägt wesentlich zum Verständnis bei.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

24) Unser Lehrer hat uns nicht ausreichend auf die Arbeit mit Math Desktop vorbereitet.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

25) Während der Arbeit mit Math Desktop habe ich immer genau gewusst, was ich zu tun habe.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

26) Mit Math Desktop zu arbeiten ist ein Riesenspaß.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

27) Ich glaube, ich lerne bei dieser Art von Unterricht sehr viel.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

28) Ich bin mit dem Ergebnis des Unterrichts überhaupt nicht zufrieden.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

29) Ich fühle mich/meine Arbeit ungerecht/falsch beurteilt.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

30) Nachfolgende Klassen sollten auch mit dieser Software arbeiten.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

31) Beim computerunterstützten Unterricht lernt man intensiver als im normalen Unterricht

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

32) Die Benützung des Computers ist reine Zeitverschwendung.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

33) In unserem Unterricht kommt das Rechnen mit der Hand und das Rechnen am Computer in einem ausgewogenen Verhältnis vor.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

34) Ich verwende des öfteren zusätzlich einen Taschenrechner.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

35) Unser Lehrer erklärt uns die Mathematik ausführlich genug, bevor wir uns ans Lösen von Aufgaben mit dem Computer machen.

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

36) Ich persönlich habe Schwierigkeiten mit meinem Mathematik-Lehrer

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

37) Ich bin mit meiner momentanen Situation im Mathematik Unterricht unzufrieden

trifft zu

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 trifft nicht zu

Gib Deinem Mathematik Lehrer eine Note!

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Wenn ich der Lehrer/die Lehrerin wäre, würde ich im Unterricht mit Math Desktop folgendes anders machen:

Was ich noch sagen wollte:

Einstellung zur Mathematik - zum Ankreuzen

Mathematik in der Schule ist für mich (Mehrfachnennungen möglich)

- a) langweilig
- b) zu schwer
- c) uninteressant
- d) nutzlos
- e) zu leicht
- f) unverständlich
- g) faszinierend
- h) interessant
- i) mein Lieblingsfach
- j) mein Angstfach
- k) eine völlig fremde Welt
- l)

Mathematik im Allgemeinen halte ich für (Mehrfachnennungen möglich)

- a) wichtig
- b) nutzlos
- c) einen Teil der Allgemeinbildung wie Literatur und Musik
- d) schwer
- e) leicht
- f) schön
- g) undurchschaubar
- h) für manche vielleicht wichtig, für mich nicht
- i) faszinierend
- j) etwas, das ich nie verstehen werde
- k) etwas, das ich nie freiwillig verwenden werde
- l)

WORTMELDUNGEN

Hier finden sie Antworten der Schüler/innen auf die beiden offenen Fragestellungen des Fragebogens:

Wenn ich der Lehrer/die Lehrerin wäre, würde ich im Unterricht mit Math Desktop folgendes anders machen:

Was ich noch sagen wollte:

Eingangsbefragung 3A:

A3O: Ich würde die Schüler noch intensiver darauf vorbereiten, auch sie Beispiele erklären lassen.

Ich finde es in dieser Hinsicht gut, dass man Abwechslung hat, nicht immer stur vorm Heft sitzen muss.

B5L: Es wäre toll wenn wir mehr Unterrichtsstunden hätten! Aber in unserer Situation derzeit würde ich es wie mein Lehrer machen.

Bitte mehr Stunden am Compi!

B7E: Bevor wir die einzelnen Funktionen anwenden, sollen diese eventuell besser erklärt werden. Auch Übungsbeispiele sollen erklärt werden > welche Anwendungen für bestimmte Aufgaben erforderlich sind. Das Tempo in dem wir arbeiten passt genau > es wird Rücksicht auf langsamere Schüler genommen.

C5I: Ich würde die Schüler besser vorbereiten und die einzelnen Rechnungen besser erklären!!!

Ich finde wir verlernen dabei den üblichen Hausverstand in Mathematik, was nicht verkommen sollte!

E8A: Ich würde es gar nicht einführen weil es sehr unverständlich und kompliziert ist

Ich bin nicht einverstanden mit diesem Programm, weil man das Kopfrechnen total verlernt und es ist sehr schwer damit zu arbeiten. Es irritiert mich total. Der Unterricht hat mir ohne dieses Programm eindeutig besser gefallen.

I6T: Die Schüler/innen besser darauf vorbereiten!!

Eigentlich finde ich diese Form des Unterrichts gut, da mit Hilfe der grafischen Darstellung das Wissen bzw. Verständnis besser vermittelt werden kann.

O5E: Ich würde meinen Schülern alles viel genauer erklären und sie ordentlich auf die Arbeit mit MathDesktop vorbereiten. Außerdem würde ich ihnen gewisse Fachbereiche und die Sinnhaftigkeit der Aufgaben erklären!

Es hängt vom Lehrer ab ob man sich für einen Gegenstand interessiert.

R3U: Ich würde mehr Unterrichtsstunden am Computer verbringen wollen.

Mehr Stunden am Computer!!

U6L: Ich würde es gar nicht einführen!!

Ich bin NICHT überzeugt von diesem Programm, da man das rechnen (Kopfrechnen!) komplett verlernt und man nichts mehr alleine macht > nur dem Lehrer alles nachmacht ohne zu denken! Das System ist besser für Firmen geeignet, wo die Mitarbeiter nicht viel nachdenken müssen und alles schnell gehen muss!

Endbefragung 3A:

A3O: Ich würde mit den Schüler/innen mehr über dieses Programm sprechen.

B7E: besser einzelne Aufgaben erklären

Aufgaben und Zusammenhänge vor dem Rechnen der Beispiele erklären

Reelle Beispiele zum Verständnis erwähnen

C5I: Als erstes würde ich die Schüler/innen viel besser auf den computerunterstützten Unterricht vorbereiten. Und viel mehr Zeit wird für dieses Programm benötigt.

E8O: Langsamer. In dem Raum aufgrund der Wände sieht man sehr schlecht.

T5O: Intensiver arbeiten. Auf jeden Rücksicht nehmen und interessant gestalten.

Wir haben einen sehr netten Professor, der uns immer wieder neuen Ansporn zum Lernen gibt.

Eingangsbefragung 2B:

A0O: Ich würde nicht mit MathDesktop rechnen!

Ich mag keine Mathematik! Arbeiten am Computer schadet dem Auge!

A1N: Genauer erklären, langsamer erklären, mehr Rücksicht auf die Schüler/innen, manchmal auch auf die Schüler/innen hören, den Schüler/innen, die sich nicht so gut auskennen, mehr helfen.

Man sollte nicht so immer gleich auf ein neues Thema gehen, sondern vorher mehr wiederholen/üben, denn nicht alle Schüler/innen verstehen es gleich schnell.

- A5L: Zuerst viel besser erklären!
Für mich ist das Programm undurchschaubar.
- E3A: Genauer erklären und aufeinander warten!
- E5E: Aufgaben alleine lösen lassen. Nicht immer Gruppenarbeiten. Schnelleres Vorgehen bei den Arbeiten.
Ich werde alles verlernen.
- E6A: Ein wenig benutzerfreundlicher machen, leichtere Wege zu den verschiedensten Funktionen.
Das Programm ist sehr aufwendig gestaltet, der Großteil ist jedoch für den Unterricht überflüssig, aber um selbstständig oder in Arbeitsgruppen sich damit intensiv zu beschäftigen ein hervorragendes Programm.
- E7R: Gar nichts glaube ich, da ich es mir nicht zumute, es besser zu machen. Das einzige vielleicht: immer wieder die Schüler/innen, die vorige Stunde selbst wiederholen lassen, damit man sich die einzelnen Befehle gut einprägen und im Langzeitgedächtnis gespeichert wird. Doch bin ich begeistert von den Lehrern, die mit uns dieses Projekt machen.
Mathematica ist sicher ein gutes Programm für einen Mathematiker, jedoch glaube ich es wird sehr lange dauern, bis wir auch selbstständig mit Mathematica arbeiten können, da es sicher zu viel für uns ist. Es ist aber gut, dass wir schrittweise immer mehr mit dem Computer arbeiten, heute in unserer modernen Zeit der Technik. Leider haben wir nur zwei Wochenstunden (eine Stunde davon Mathematica) und das finde ich ein bisschen wenig!
- G3S: Finde es zum Unterrichten gut, werde aber im Beruf keine Möglichkeiten finden dieses Programm anzuwenden. Das Programm ist sehr umfangreich.
- I0D: Wenn man das Programm besser versteht, sollten wir genügend Beispiele alleine rechnen.
Ich hasse Mathematik, deshalb kann ich das Programm absolut nicht neutral bewerten.
- I0O: Mehr erklären, zuerst ohne Computer, bis es alle verstanden haben (halbwegs) und dann durch den PC noch zusätzlich verständlich machen.
Finde das Programm sehr gut, allerdings sollte man die Mathematik vorher verstanden haben (z.B. Funktionen vorher mehr besprechen).
- I1I: Ich will dieses Programm haben.
- I3A: Ich würde mal andere Schüler/innen auf den PC mit dem Beamer lassen, so wird jeder einmal dazu angeregt selbst zu denken und nicht alles nachzumachen, was am Beamer geschieht!
- I4A: Mehr Theorie aufschreiben, parallel im Theorieunterricht arbeiten, damit man sich nicht auf den Computer konzentriert, sondern auch auf das Verständnis.
Da ich überhaupt nicht gerne mit Computern arbeite (und schon gar keine Tests) möchte ich viel lieber im Heft zeichnen.
- L0E: Wir haben nur eine Stunde für den Mathematica, also was soll ich dazu sagen?? Warten wir ab!!

L1A: Die Befehle verständlicher in ein Skriptum schreiben und gelegentlich Hausübungen aufgeben, um die Befehle nicht zu vergessen.

Ich finde das Arbeiten mit Mathematica sinnvoll, doch um sich wirklich intensiv damit zu beschäftigen gibt es zu wenig Wochenstunden. Das Rechnen per Hand sollte jedoch weiterhin mehr praktiziert werden. Mathematica ist besonders gut für grafische Darstellungen.

L1E: Vielleicht manche Beispiele logisch erklären und nicht nur am Computer die Befehle ausfüllen. Man sollte das Beispiel nämlich zuerst verstehen, bevor man den Computer alles rechnen lässt.

Das Arbeiten mit Mathematica ist eine gute Abwechslung zum normalen Unterricht.

L5A: Besser und etwas verständlicher erklären und ein wenig langsamer.

L5N: Ich würde jede Rechnung intensiver mit den Schüler/innen durchmachen.

Das Programm ist sehr gut und es gefällt mir. Jedoch ist es zu teuer, wenn man es kaufen will.

L8A: Ich würde nichts ändern wollen, da mir der Unterricht genau so gefällt! Ich finde, dass wir genau und richtig im MathDesktop eingeschult wurden!! Würde nichts ändern. Es sollte aber in der Benotung das Arbeiten mit MathDesktop mit einbezogen werden!

Mathematik ist zwar interessant und wichtig, doch leider manchmal sehr unverständlich und anstrengend!! Nicht so streng benoten!!

O5O: Wir haben nur eine Stunde, ich finde es ist zu wenig.

O9A: Ich finde normale Mathematik interessanter. Trotzdem halte ich viel davon, mit dem Unterricht am Computer fortzufahren. Der Unterricht wird mir im weiteren Leben sicher nicht helfen.

Ö2I: Gar nichts. Unser Lehrer macht seine Arbeit sehr gut, d.h. langsam, genau, verständlich, gute Erklärungen!

Ich hasse Mathematik!!

Ö8E: Vorher noch genauer erklären, nicht zu schnell weiter gehen mit dem Stoff, mehr auf die Schüler eingehen (fragen ob man wohl mitkommt und nicht einfach weitermachen)

Ich finde dieses Programm sinnlos, weil man dadurch das Rechnen verlernt und überhaupt nicht mehr nachdenkt.

Ö5L: Manchmal wird es so kompliziert beschrieben oder erklärt, ich würde es mit den Schüler/innen, die nicht ganz mitkommen, ganz langsam noch einmal erklären.

Ich bin kein Matheprofi und leider habe ich auch kein logisches Denken!! Ich werde sicher nie mit Mathematik in meinem Berufsleben arbeiten!

Ö9A: Ich würde es immer anwenden und die Schüler/innen selbständig arbeiten lassen.

Das Programm ist sehr gut und interessant! Bin fasziniert davon.

Ö9A: Mehr und öfter erklären! Bei der Direktion vorschlagen, die Trennwände abzuschaffen! Es ist ein sehr umfangreiches Programm!

Noch bin ich nicht sehr begeistert von diesem Programm. Es ist interessant, vielfältig aber ich lerne im normalen Unterricht mehr (mit Papier und Stift). Ich lasse mich aber auch gern vom Gegenteil überzeugen! Wir werden sehen!

R1A: Mehr Zeit zum Einarbeiten und für leichte Beispiele geben.

R2E: Besser erklären und die Ergebnisse besser begründen. Sagen warum es zu diesen Ergebnissen kommt und nicht nur irgendeine Palette anwenden und dann das Ergebnis nehmen, wie es ist. Auch das das Programm manchmal nicht so funktioniert wie man will (Programmfehler).

R3A: Vorher mehr erklären. Nicht immer alles sofort auf der Tafel vorschreiben.

T0A: Besser und genauer erklären was bei dem Vorgang wirklich passiert und wie man es ohne Mathematica rechnen müsste.

Mathematica ist meiner Meinung nach zu teuer!

T5R: Vor dem Arbeiten mit dem Computer würde ich den Stoff mit den Schüler/innen gründlich durchgehen, damit auch ein Verständnis gegeben ist, dass die Schüler/innen auch begreifen wie der Computer auf diese Ergebnis kommt und nicht nur da sitzen und irgendwelche Knöpfe drücken.

Meiner Meinung nach ist das Programm nicht wirklich gut um Mathematik besser zu verstehen, da es mich ehrlich gesagt etwas irritiert und ich immer dasitze ohne zu wissen was ich eigentlich tue, da ich den Vorgang nicht verstehe, weder am Computer noch in der normalen Unterrichtsstunde. Außerdem ist es wenn ich ehrlich bin eine Zeitverschwendung für mich, da man nichts tun muss, weil der Computer ja alles macht. Für irgendwelche Berechnungen in Fachkreisen würde ich es aber gut finden, da es sehr schnell zum Ergebnis führt.

T3E: Arbeitsschritte wiederholen, ein bisschen langsamer (einzelne Arbeitsschritte).

Die Wände im Infosaal stören so dermaßen!

T7A: Genauer erklären, nicht so schnell vorgehen, mehr auf Schüler/innen eingehen (öfter fragen ob sie mitkommen und nicht ignorieren!)

Ich kann mir Mathematik am Blatt besser vorstellen! Mit Mathematica habe ich große Probleme, ich kann mir das nicht vorstellen, ich hoffe, dass legt sich mit der Zeit.

U5N: Viel besser erklären (langsamer), öfters fragen ob man den Stoff versteht, mehr helfen.

Das Programm ist nicht schlecht, aber trotzdem komisch.

Endbefragung 2B:

A0O: Auf den Unterricht mit MathDesktop verzichten.

Die Zwischenwände im Infosaal sollten entfernt werden. Arbeiten am Computer sind ungesund. Man sieht von hinten nicht sehr gut auf die Beamerwand!

Es wäre sinnvoller mehr Unterricht in der Klasse, anstatt am Computer zu haben, weil man dadurch mehr gefordert wird.

A1N: Besser erklären bevor man genauer drauf eingeht. Es sind nicht alle Schnellchecker.

A5L: Ich würde zuerst theoretische Fachbegriffe oder Vorgänge durchmachen z.B. Plot,....

E0U: MathDesktop gar nicht benutzen!!

E3A: Genauer erklären!

E5E: Beim Arbeiten mit PC verlernt man alles!

E7R: Ich glaube unser Lehrer ist ganz in Ordnung und bemüht sich, dass wir Mathematik verstehen und dass es uns interessiert. Ich bin zufrieden.

Es sind zu wenig Theoriestunden (im Verhältnis). Es fehlt die Zeit, um die Grundlagen zuerst im Heft zu machen und in der Klasse zu verstehen. Das bringt nur Verwirrung unter den Schüler/innen, da man nicht immer von ausreichenden Wissensgrundlagen ausgehen kann.

G3S: Zusätzliche Stunden.

I0D: Mehr erklären, mehr Stunden dafür verwenden.

Ich finde das Arbeiten am PX viel lustiger und lockerer als in der Klasse. Da ist der Stoff viel trockener und schwerer zu verstehen.

I0O: Mehr erklären, wie die vorgefertigten Formeln der Paletten zustande kommen. Schüler/innen sollen sich mit Hand geschriebene Notizen machen > sind dadurch erstens aufmerksamer und zweitens verstehen sie mehr!

Wie schon gesagt: mehr mit der Hand aufschreiben, wie etwas zustande kommt.

I1I: Diese Frage erledigt sich, da ich ein schlechter Lehrer wäre.

I4A: Mehr Theorie aufschreiben.

Ich hasse Computer (ich arbeite nicht gerne damit)!

L0E: Mehrere Stunden am Computer einbringen. Ausführlicher in den Unterricht einführen.

War nicht schlecht.

L1A: Mehr aufschreiben, besser erklären, HÜ geben

Ich finde das Programm gut, ist für uns aber nicht sinnvoll. Wir haben viel zu wenig Stunden, um alles gut aufzubereiten.

L1E: Ich würde mit den Schüler/innen etwas mehr theoretische Sachen aufschreiben, denn es ist sehr schwer sich von einer Woche auf die andere ganz genau jeden Knopfdruck zu merken.

Im Allgemeinen war der Unterricht mit MathDesktop eine weitere Erfahrung, auch wenn viele Sachen recht verwirrend waren!

L5A: Ich würde mehr auf die Schüler/innen eingehen, versuchen ein bisschen verständnisvoller zu erklären. Ansonsten passt alles.

- L5N: Nicht alles am PC sondern auch mehr ins Heft schreiben! Notizen machen.
Ich finde Mathematica ist zwar ein gutes Programm, doch es hilft mir persönlich nicht die Mathematik zu verstehen.
- L8A: Genauer erklären, Paletten genauer erklären und auf einen Zettel ausdrucken wofür man welche benötigt.
Mathematik ist schwer.
- O5O: Ich würde Aufgaben gemeinsam lösen.
- O9A: Das Rechnen mit der Hand gefällt mir besser!
- Ö2L: Noch besser und verständlicher erklären. Einfachere Dinge rechnen!
Mathe ist sch....! Ich werde es nie kapieren. Da hilft der PC auch nicht!
- Ö5L: Mehr mitschreiben
Vielleicht mehr Übungsbeispiele rechnen! Verständlicher erklären.
- Ö9A: Mit den Schüler/innen zusammen die Pfade aufschreiben. Die Trennwände abschaffen.
Das System ist sicher sehr gut, aber für jemanden, der sich damit auskennt.
- Ö9A: Ich würde mehr erklären, welche Tabelle für welche Rechnung ist und die Zeichen genauer definieren und genauer auf jede Schüler/in eingehen, wenn jemand etwas nicht versteht.
Ich persönlich mag Mathematik am PC überhaupt nicht, da auf einzelne Schüler/innen nicht genug eingegangen wird.
- R1A: Besseres Vorbereiten auf die Arbeit mit dem Computer!! Lieber in Ruhe weniger Aufgaben durchführen als in Eile mehrere. Arbeitswege (Pfade) aufschreiben!
Ehrlich gesagt habe ich von diesem Unterricht am Computer nicht viel mitbekommen.
- R2E: Die Schüler/innen müssten bei diesem Projekt mehr beitragen. Oft sind diese Stunden nur mit sehr viel Spaß verbunden und eine richtige Konzentration ist nicht vorhanden.
Oft hat unser Lehrer selbst keinen Durchblick! Es sollten manche Sachen besser erklärt werden.
- R2I: Besser erklären, nicht so schnell arbeiten, Vorgänge und Schritte aufschreiben.
Zu wenig Stunden um sich alles zu merken.
- R3A: Die Lehrer erklären zu wenig, wir hatten keine gute, genügende Einführung.
- T0A: Lustiger gestalten, besser und ausführlicher erklären, besseres Vorarbeiten und Erläutern....
- T3E: Genauere Einführung in das Programm, mehr zu den Aufgaben notieren, langsamer arbeiten.
Nur ein Jahr Mathematica ist einer Meinung nach zu wenig, um das Programm zu verstehen. Ich bin sehr froh, dass es nur ein Jahr war!

T5R: Mehr erklären, mehr Stunden, damit man sich an das Programm gewöhnen kann.

Das Arbeiten am PC finde ich viel lustiger, aber nur deshalb, weil ich da nicht nachdenken muss und der Computer alles für mich macht.

T7A: Am Anfang die Beispiele ausführlich erklären und mehr Schülermitarbeit fordern. Die Schritte, die wir mit MathDesktop tätigen müssen aufgeschrieben werden!

U5N: Viel besser erklären, schauen ob es jeder versteht.