



MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung S1 „Lehren und Lernen mit Neuen Medien“

E-TEACHING: LINEARE UND NICHTLINEARE REGRESSION MIT
M@TH DESKTOP SEQUENZEN IN ZUSAMMENARBEIT MIT DEM
GYMNASIUM LYCEE RENE CASSIN, STRASSBOURG

**Dr. Reinhard Simonovits, Projektkoordinator
HAK Grazbachgasse**

**Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller, Evaluator
Mathematisches Institut der Universität Graz**

Graz, 25. Juli 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 DER PROJEKTABLAUF	4
1.1 Die Ausgangssituation	4
1.2 Die Ziele des Projektes	5
1.3 Das Unterrichtskonzept Blended Learning.....	6
1.4 Die Projektsoftware M@th Desktop 2.0	7
1.5 Der zeitliche Projektablauf	8
1.6 Das Projekttagebuch.....	9
1.7 Die Schülerprojektpräsentation	11
1.8 Ich möchte dieses Projekt auch machen. Was muß ich tun?.....	12
2 DIE EVALUATION	14
2.1 Eingangsevaluation, Oktober 2005	14
2.2 Evaluation der Projektpräsentationen, April 2006	15
2.3 Evaluation des Gesamtprojektes, Mai 2006.....	16
3 LITERATUR	22

ABSTRACT

Die SchülerInnen der 4bk führten mit den SchülerInnen des Lycee Rene Cassin, Strassbourg, ein Mathematikprojekt zur Modellierung des Energieverbrauchs im Elsaß und in der Steiermark durch.

Trotz Kommunikationsschwierigkeiten mit einzelnen Gruppen der Partnerklasse war das Projekt in den Augen der Grazer SchülerInnen ein großer Erfolg. Sie arbeiteten höchst motiviert am Projekt und bewahrten ihre große Begeisterung bis zum Projektende.

Ein gutes Verhältnis zwischen LehrerInnen und SchülerInnen, und eine positive Grundeinstellung der Klasse zur Mathematik sind möglicherweise Voraussetzung für das gute Gelingen so eines Projekts.

Der Erwerb mathematischer Grundvorstellungen und Grundfähigkeiten wird durch computerunterstützten Projektunterricht wohl eher nicht verbessert, allerdings ist auch keine signifikante Verschlechterung feststellbar. Was sich vor allem bei den SchülerInnen ändert, ist die Einstellung zur Mathematik. Der Nutzen und die Bedeutung der Mathematik für die moderne Welt wird von den SchülerInnen nicht mehr in Frage gestellt.

Schulstufe: 13. Schulstufe

Fach: Mathematik

Kontaktperson: Dr. Reinhard Simonovits

Kontaktadresse: Reinhard.Simonovits@uni-graz.at

1 DER PROJEKTABLAUF

1.1 Die Ausgangssituation

Am Projekt „Lineare und nichtlineare Regression mit M@th Desktop Sequenzen in Zusammenarbeit mit dem Gymnasium Lycee Rene Cassin, Strassbourg“ nahm die 4bk, eine Laptopklasse des IT Zweiges der Handelsakademie Grazbachgasse, teil.

In der Klasse befanden sich 11 Mädchen und 6 Burschen, im Schnitt ca 18 Jahre alt. Jeder Schüler arbeitete mit seinem eigenen Laptop am Projekt. Die Klasse hatte 3 Stunden Mathematik pro Woche. Insgesamt gibt es nur 10 Wochenstunden Mathematik im gesamten Curriculum des IT Zweiges.



Auf dem Foto sehen Sie einen Teil der 4bk Klasse im Projektunterricht. Die Schülerinnen sind gerade dabei, nach Erläuterung der Mathematik der linearen Regression an der Tafel ihr erstes Beispiel mit der Hand zu rechnen. Der Laptop kommt später zum Einsatz.

Unsere Partnerklasse war die 2TC1 des Lycée Cassin in Strassbourg, Frankreich. Der Mathematiklehrer war Herr Olivier Franck.

Die Bekanntschaft mit Herrn Franck ermöglichte eine länderübergreifende Kooperation. So arbeiteten SchülerInnen der 4bk in Zweierteams and SchülerInnen der 2TC1 in Dreierteams zusammen. Unsere SchülerInnen modellierten den Energieverbrauch des Elsaß und die französischen SchülerInnen den Energieverbrauch der Steiermark.

Diese SchülerInnen haben die Matura schon gemacht, und studieren danach weitere zwei Jahre für den Brevet de Technicien Supérieur (B.T.S.) mit dem Ziel einer Spezialisierung in Buchhaltung und Verwaltung. Die Klasse hatte 25 SchülerInnen, im Schnitt ca. 20 Jahre alt. Diese Klasse ist keine Laptopklasse.

Die 4bk besaß schon Erfahrungen im computerunterstützten Mathematikunterricht. Einheitlich stimmten sie der Teilnahme am Projekt zu.

Als Abschluss des Projektes war von Seiten der SchülerInnen in Zweierteams die erarbeiteten Modelle vor der Klasse in Englisch zu präsentieren. Eine zweite Präsentation erfolgte am Mittwoch, dem 24. Mai 2006 für Frau Landesschulinspektorin Frau Dr. Hoffer-Munter und Herrn Direktor Dr. Hans Wilding.

1.2 Die Ziele des Projektes

Das Ziel des Projektes war es, die Antwort auf zwei Fragenbereiche zu erhalten:

A) Der Softwareeinsatz

Können die SchülerInnen auch Datenmodelle zu verschiedenen Populationsmodellen erstellen, wenn entsprechende Tools zur Verfügung stehen?

B) Kompetenzen und social effects in Verbindung mit moderner Unterrichtssoftware

Stellt die Zusammenarbeit mit der französischen Schule an real-life Applikationen mit MD und *Mathematica* für die SchülerInnen eine Bereicherung der sozialen Kompetenz, eine wertvolle Erfahrung für ihr Leben oder eine zusätzliche Belastung dar?

Wie sind die Einstellungen der SchülerInnen dazu vor und nach dem Projekt?

Im Rahmen dieses Projekts wurde die Mathematik-Unterrichts- und Lernsoftware *M@th Desktop 2.0* [MD] eingesetzt, die mit dem Anspruch auf Qualität, Nützlichkeit und einfache Handhabung entwickelt wurde. Für das Projekt wurden zusätzliche Teile in *Mathematica* programmiert, um den Simulationsteil komplett abzudecken.

Die Software MD umfasst Paletten und Notebooks (Arbeitsblätter). Paletten sind kleine Fenster mit Knöpfen, die spezielle Berechnungen und Simulationen durchführen. In den Notebooks stehen die Aufgaben und Definitionen.

1.3 Das Unterrichtskonzept Blended Learning

Seit Jahren setze ich folgenden Mix aus Tafel- und PC-Mathematik als Unterrichtskonzept in Klassen mit computerunterstütztem Mathematikunterricht ein:

Ca 55% der Unterrichtszeit wird Mathematik an der Tafel unterrichtet. Der neue Stoff wird im Hinblick auf die Anwendungen erarbeitet, das mathematische Konzept wird als Antwort auf ein Problem aus der Wirtschaft oder der Physik vorgestellt. In dieser konventionellen Unterrichtsphase treten alle typischen Denk- und Rechenfehler von Seiten der SchülerInnen wie gewohnt auf.

Nach der Erarbeitung eines Musterbeispiels benützen wir den PC, um dasselbe Beispiel nochmals durchzurechnen. Die SchülerInnen vergleichen dann gerne ihre Resultate mit der Hand mit denen am Bildschirm.

Dieser Wechsel zwischen manuellem Rechnen und dem Rechnen am PC erzeugt große Zufriedenheit bei den SchülerInnen. Sie erzählen, dass sie den Stoff „besser im Griff“ haben, betonen aber immer wieder, dass das Handrechnen unerlässlich zum Verständnis sei.

In der Folge werden weitere Beispiele, deren Berechnung mit der Hand zu mühsam wäre, am Computer gelöst und gegebenenfalls visualisiert.

Hier ein Schnappschuss von der Startphase des PC-unterstützten Lernens.



Nach einer gewissen Zeit probieren stets einige SchülerInnen eigene Lösungswege am PC aus. Häufig sind das SchülerInnen, die in Mathematik als mittel oder gut einzustufen sind. Die Software hat hier den absoluten Vorteil der raschen Visualisierung und des fehlerfreien Rechnens, wenn kein Tippfehler passiert ist.

Dieses Konzept habe ich auch bei der Abwicklung des Regressionsprojektes angewandt.

In der Literatur wird dieses Unterrichtskonzept als Blended Learning bezeichnet. Die Definitionen sind nicht einheitlich. Ich möchte eine Definitionen anführen, die dem Projektunterricht am nächsten kommen.

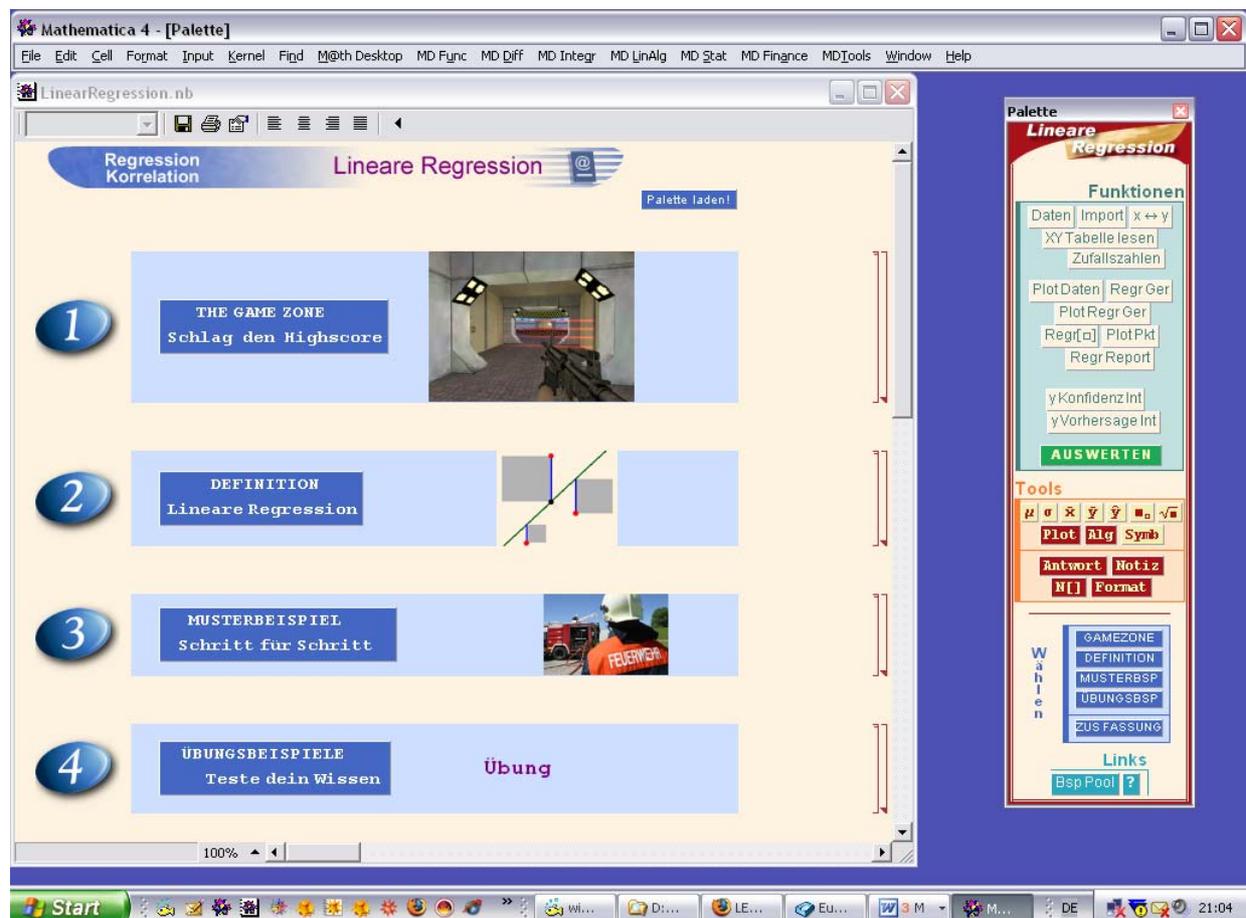
Die Definition von Peter Mayr und Sabine Seufert [BL1] ist einfach und klar:

Blended Learning bezeichnet Lehr-/Lernkonzepte, die eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung von 'traditionellem Klassenzimmerlernen' und virtuellem bzw. Online Lernen auf der Basis neuer Informations- und Kommunikationsmedien anstreben.

1.4 Die Projektsoftware *M@th Desktop 2.0*

M@th Desktop 2.0, kurz MD, ist eine moderne, interaktive Unterrichts- und Lernsoftware für Mathematik der Sekundarstufe II. Um *M@th Desktop* auf Ihrem PC auszuführen benötigen Sie *Mathematica 4.0* oder höher. [MD]

MD enthält Werkzeuge für Lehrer, die es ihnen ermöglichen, eigene Tests, Notebooks (Arbeitsblätter), Paletten, Animationen, Tabellen und Data-Fitting Beispiele zu erstellen. Ein Aufgabenpool mit zusätzlichen Beispielen wird ebenfalls angeboten.



Links sehen sie das vorbereitete MD Arbeitsblatt zur linearen Regression, das alle Definitionen, Animationen und Beispiele enthält, rechts die zuvor angesprochene Palette. Die Buttons auf der Palette führen spezifische Aufgaben zur linearen Regression aus. In unserem Fall sind die Paletten schon programmiert, allgemein können aber LehrerInnen wie SchülerInnen eigene problemspezifische Paletten erstellen [Dominik].

Die aktuelle Version von MD besteht aus den 4 Modulen MD Basics, MD Differentiation, MD Integration und MDTools. Jedes Modul besteht aus vielen Notebooks und Paletten, die die Mathematik beinhalten.

In unserem Projekt verwendeten wir die dazu programmierten Paletten und Menüeinträge (gleichsam problemspezifische Eingabemenüs) zum Fitten von Daten nach verschiedenen mathematischen Modellen.

MD wurde als Software in einem **Mathematik EU-Projekt** ausgewählt, an dem sich 8 Schulen aus Deutschland, Österreich und Spanien beteiligten (2001-2004). In einem **neuen Mathematik EU-Projekt** "Economics, Physics and Mathematics using e-learning software" (2005-2008) dient ebenfalls MD als Software.

Diplomarbeiten aus Mathematik mit MD und über MD wurden an der Universität Graz verfasst [Diplomarbeit1-5].

Durch die Zuhilfenahme von Paletten bei der Bearbeitung der Aufgaben kommt die Unterrichtssoftware MD auch den Standardisierungsbestrebungen des bmbwk entgegen.

1.5 Der zeitliche Projektablauf

Das Projekt fand mit der 4bk Klasse und der 2TC1 Klasse des Lycée Cassin vom Oktober 2005 – April 2006 statt.

Projektstunden

- 1.) Dienstag, 11.10.2005, Besprechung des Projektzieles, Einteilung der Gruppen, Besprechung der Deadlines
- 2.) Montag, 21.11.2005, Besuch von Prof. Franck aus Strassbourg, Besprechung von Details
- 3.) Montag, 9.1. 2006, Problem mit e-mail Kontakt, Lehrstoff Lineare Regression
- 4.) Dienstag, 10.1.2006, Bsp mit der Hand, am PC
- 5.) Montag, 23.1.2006, Bsp mit der Hand, am PC
- 6.) Dienstag, 24.1.2006, Bsp mit der Hand, am PC
- 7.) Mittwoch, 25.1.2006, Übungsbeispiele, Energieverbrauchsdaten der Steiermark aus dem Internet holen
- 8.) Montag, 30.1.2006, Daten aus Frankreich gekommen, erste Fit Versuche.
- 9.) Mittwoch, 1.2.2006, Besprechung wie man gute emails schreibt, Fitten der Daten

- 10.) Montag, 6.2.2005, Simulation von Daten zu gegebenen Modellen
- 11.) Dienstag, 7.2.2006, Übung von Fitten von Daten aus Frankreich
- 12.) Donnerstag, 9.2.2006, Lineare Modelle
- 13.) Montag, 13.2.2006, Franzosen haben Ferien, Formeln für die Fehlerquadratsumme, Bewertung verschiedener Modelle durch die Größe der Fehlerquadrate
- 14.) Dienstag, 14.2.2006, kubische Modelle und Modelle höherer Ordnung, gemischte Modelle, Exponentialfunktionen mit Polynomfunktionen
- 15.) Mittwoch, 15.2.2006, PlotRange und Vorhersagen, einige Gruppen mit den Franzosen wegen mangelnder Kommunikation unzufrieden.
- 16.) Mittwoch, 1.3.2006, Ende der Ferien der Franzosen, Festlegung der Notengebung für die Schülerprojektpräsentationen
- 17.) Dienstag, Mittwoch 4,5.4.2006, SchülerInnen präsentieren ihre Projekte. Das Projekt wird auch benotet. Ende des Projektes.

Evaluation

Die Evaluation wurde von Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller, Institut für Mathematik und wissenschaftlichen Rechnens der Universität Graz vorgenommen.

- 1.) Donnerstag, 11.10.2005, Erhebung der Einstellung der SchülerInnen zum geplanten Projekt, Fragebogen 1
- 2.) Dienstag, 4.4.2006, Evaluierung der Präsentation der Schülerprojekte
- 3.) Mittwoch, 5.4.2006, Evaluierung der Präsentation der Schülerprojekte
- 4.) Dienstag, 9.5.2006, Evaluierung des gesamten Projektes, umfangreicher Fragebogen 2, Schülerinterviews, Erstellung eines achtseitigen Evaluationsberichtes.

1.6 Das Projekttagbuch

Es wurde von Viktoria Reicht in einem M@th Desktop-notebook während der Projektstunden ab dem 11.10.2005 geführt.

Sie schreibt: Das Ziel dieses Projekttagbuches ist es, uns, der Klasse, und dem Leser die wichtigsten Themen vom Mathematikunterricht und dem Projekt zu protokollieren.

Hier ist ein Teil des Eintrags des Projekttagbuchs vom 30.1.2006.

3) Erste Fitversuche mit lineare Modellen
30.1.2006

Open Close

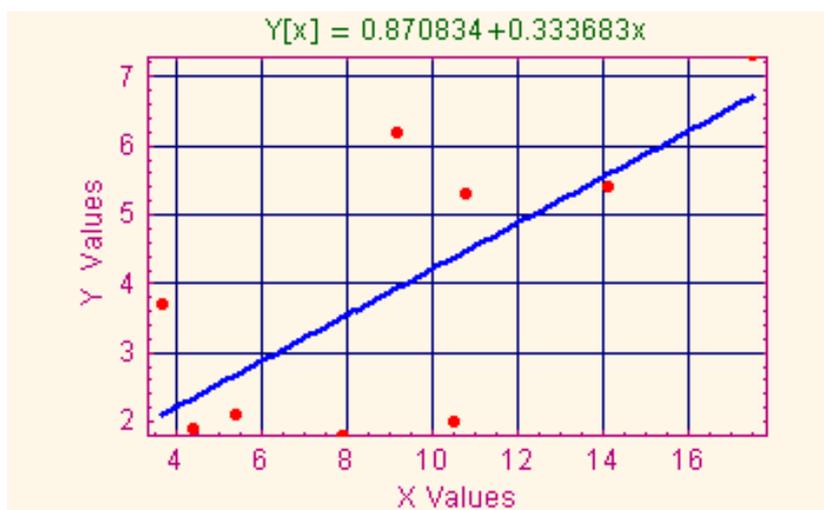
Bis heute hatten wir die Ausdrücke für das Matheprojekt haben müssen. Überraschenderweise hat jeder SchülerInnen diese Aufgabe mit Bravur geschafft. Es sind zwar einige Fehler in der Formatierung, dass es z. B. keine Überschrift geben darf und dass wir kein Tausender-Komma setzen sollen, aber im Großen und Ganzen passen die Ausdrücke. Man kann auch deutlich sehen, dass der Heizöl-Verbrauch in den letzten Jahren immer weiter zurück ging, was sehr überraschend ist. Wir glaubten zuerst, dass es ein Fehler sein muss, aber da alle SchülerInnen, die den Heizöl-Verbrauch ausrechnen mussten, die gleichen Zahlen hatten, müssen wir es eingestehen.

Als Hausübung müssen wir das Dokument nochmal überarbeiten und ausdrucken, damit wir es alle am Mittwoch an unsere Partner schicken können.

Am PC:

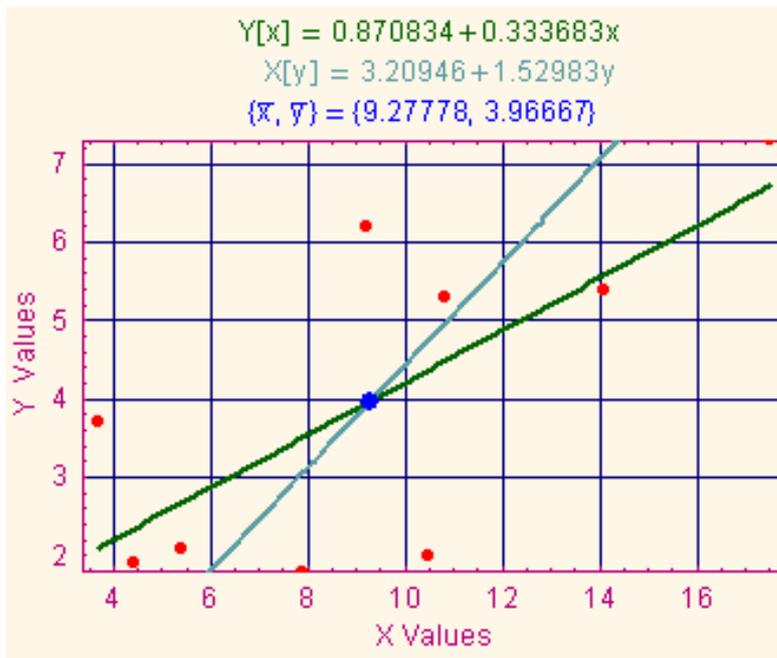
Wir machen das SÜ-Beispiel vom 9. Jänner am Computer, damit wir langsam, die Schema eines Beispiels am Computer lernen.

Als erstes machen wir die LinearRegression-Palette, die unter *MD Stat*  Linear Regression, Correlation, auf. Herr Prof. Simonovits erklärt uns die verschiedenen Buttons und wir verstehen schnell, wie leicht das Beispiel am PC zu rechnen ist. Denn nach 2 Minuten waren wir schon so weit, dass wir uns die fertige Zeichnung ansehen konnten.



Lena Bäuchler, eine Schülerin, bringt die Erleichterung von uns SchülerInnen auf den Punkt: "Das war es schon? So leicht ist das?" Nach weiteren 2 Minuten und einigen Erklärungen später, sehen wir die Zeich-

nung vor uns, die wir erst nach 3 harten Stunden im Schulübungsheft sehen können.



In dieser Zeichnung sind die Regressionsgeraden der x-, und der y-Achse und die 9 Datensätze eingetragen.

Leider hat dieses Beispiel nicht bei jedem funktioniert. Aber nach einigen Handgriffen funktioniert es auch bei Denise Pascher.

Print

Close

1.7 Die Schülerprojektpräsentation

Sie fanden am 4. und 5. April vor der Klasse statt. Das Produkt war ein M@th Desktop notebook mit den mathematischen Modellen des Energieverbrauches und Voraussagen, das sie präsentierten

Klick [hier](#), um eine Projektarbeit anzusehen. Diese Arbeit wurde von Hanna Gabl und Daniela Heschl geschrieben.

Die Note setzte sich aus der Wahl der Präsentationssprache, Englisch oder Deutsch, der Einhaltung der Zeitdauer, der Qualität des Notebooks und der Beantwortung der Mathematikfragen zusammen.

Es gab nur Sehr gut und Gut. Bei der Projektpräsentation überraschte mich das Engagement der Teams. Auf dem Foto sieht man Michael Rück Schloss und Stefan Schorn, die mit der Präsentation ihres Projektes beginnen.



1.8 Ich möchte dieses Projekt auch machen. Was muss ich tun?

Anhaltspunkte:

Eine geeignete Klasse auswählen, in der AHS wäre das eine 7. oder 8. Klasse, im BHS Bereich ein 3., 4. oder 5. Jahrgang.

Einen Computerraum für die Dauer des Projektes einplanen, wenn man in keiner Laptopklasse ist. Die SchülerInnen können ruhig zu zweit vor dem PC sitzen. Die Software besorgen: *M@th Desktop 2.0* und *Mathematica*. Wir verwendeten die Lineare Regressionspalette und die Fitroutinen von *M@th Desktop > Fit Data*.

Wenn man *Mathematica* und *M@th Desktop* nicht kann, ca 4 Stunden für das Handling von *Mathematica* und 2 Stunden für *M@th Desktop* einplanen.

Das Projekt wird wohl in der eigenen Klasse ablaufen, da ein geeigneter Kontakt für ein länderübergreifendes Mathematikprojekt selten ist.

Das Projektprodukt mit der Klasse besprechen: Das kann sein: eine Mitarbeit, eine Schularbeit oder eine kleine Präsentation von Zweiertteams vor der Klasse, die mit Noten belohnt wird.

Im Falle einer Präsentation genau sagen, was man haben will, z.B. die Gliederung in Aufgabenstellung, Lösung des Problems, Summary, wie lange sie sein soll und wie die Notengebung erfolgt.

Den zeitlichen Fahrplan mit dem genauen Ende des Projektes mit den SchülerInnen besprechen.

Zur Methode:

Zuerst die Handrechnung im Schulübungsheft und an der Tafel, dann dasselbe Beispiel am PC, nicht umgekehrt.

Zeitpuffer einplanen: Wenn auch der PC viele Vorteile hat, so nimmt er doch das Verstehen der Mathematik den SchülerInnen nicht ab. Beim Unterrichten kommt man manchmal nicht so schnell weiter, wie man will!

Stolpersteine:

Nicht versuchen, am PC den Stoff beizubringen. Man verliert sehr viel Zeit und ist nicht effektiv. Das erzeugt viel Unzufriedenheit unter den SchülerInnen, weil sie nicht wirklich wissen, was der PC macht. Sie kennen sich „nachher“ mit der Mathematik nicht aus.

Je größer das Projekt ist, umso länger dauert es. Gefahr des Scheiterns und Überforderung der SchülerInnen. In zwei bis drei Schulwochen könnte ein Projekt abgeschlossen sein.

Nicht mit Druck unterrichten, um den Zeitplan einzuhalten. Es ist besser, einen Punkt vom Projekt zu streichen.

2 DIE EVALUATION

2.1 Eingangsevaluation, Oktober 2005

Die Evaluation wurde von Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller, Institut für Mathematik und wissenschaftlichen Rechnens der Universität Graz vorgenommen.

Ganz zu Beginn des Projekts hatte Univ. Prof. Thaller am 11.10.2005 Gelegenheit, die Einstellung der SchülerInnen zum geplanten Projekt zu erheben. Diesbezügliche Fragen aus einem Fragebogen, der in Graz und Strassburg verteilt wurde, sind in der Tabelle 1 aufgelistet, zusammen mit den Mittelwerten der Antworten:

Anweisung: Bitte bewerte auf einer Skala von 1 bis 5 ob die folgenden Aussagen zutreffen (1) oder nicht zutreffen (5):		
Aussage	Ø Antwort Graz	Ø Antwort Strassburg
Ich glaube, dass es sinnvoll ist, Fragen des Energieverbrauchs mit mathematischen Methoden zu untersuchen	1,72	2,88
Ich freue mich schon auf die Zusammenarbeit mit den KollegInnen im Ausland	2,22	3,16
Eigentlich ist Projektunterricht Zeitverschwendung	4,50	3,16
Ein konkretes Projekt zu bearbeiten ist lustiger, als den Stoff nur nach Büchern zu lernen	1,33	2,12
Ich fühle mich ausreichend über das kommende Projekt informiert	2,33	3,84
Ich bin mit meinem Mathematik-Lehrer zufrieden	1,44	2,79

Tabelle 1: Einstellung der SchülerInnen vor Projektbeginn

Die Einstellung der französischen SchülerInnen war signifikant schlechter als die meiner SchülerInnen in Graz. Man kann geradezu von einer negativen Voreingenommenheit sprechen. Durchaus erfreulich hingegen war die positive Einstellung der Grazer SchülerInnen zur Mathematik, zum geplanten Projekt, und zum Projektunterricht im Allgemeinen.

Die unterschiedliche Einstellung entwickelte sich tatsächlich zum Problem im weiteren Verlauf. Es war für einzelne Gruppen meiner SchülerInnen zeitweise schwierig, mit den KollegInnen aus Strassburg in Kontakt zu treten.

Eine Erklärung für die gänzlich anders gelagerte Bereitschaft der französischen SchülerInnen lag in der besonderen Situation der Klasse 2TC1 des Lycée Cassin.

Diese SchülerInnen haben das Abitur schon gemacht, und studieren danach weitere zwei Jahre für den Brevet de Technicien Supérieur (B.T.S.) mit dem Ziel einer Spezialisierung in Buchhaltung und Verwaltung. Diese SchülerInnen waren alle ca. 20 Jahre alt und mit dem Berufseinstieg vor Augen etwas schwerer für typische Schulprojekte zu motivieren.

Die Eindrücke des Evaluators deckten sich mit den meinigen, dass die Kommunikationsschwierigkeiten nicht den guten Ausgang des Projektes gefährdete: Er schreibt:

Trotz dieser Schwierigkeiten wurde das Projekt für die Grazer SchülerInnen zum Erfolg. Deren positive Einstellung blieb bis zum Projektende bestehen, wie die Auswertung eines Gesprächs mit den SchülerInnen und des Fragebogens am Ende des Projektes ergab.

2.2 Evaluation der Projektpräsentationen, April 2006

Der Evaluator bemerkte ebenfalls das Engagement der SchülerInnen für ein gutes Resultat der Präsentationen:

Ich hatte am 4. und 5. April 2006 die Gelegenheit, den Abschlusspräsentationen der Grazer SchülerInnen beizuwohnen. Jede Gruppe präsentierte ihr Projekt, die Auswertung und Modellierung der Daten und ihre Interpretation. Beachtlich war, dass die SchülerInnen ihre Ergebnisse in englischer Sprache präsentierten. Auch haben sich die SchülerInnen in Graz und Straßburg offenbar auf Englisch als gemeinsame Fremdsprache zum Zweck der Kommunikation geeinigt.

Die Ergebnisse wurden in Form von Mathematica Notebooks vorgelegt, die ebenfalls auf Englisch verfasst waren. Dieser fächerübergreifende Aspekt des Projektunterrichts ist sehr positiv zu beurteilen. Zu selten haben SchülerInnen Gelegenheit, sich im praktischen Gebrauch der Fremdsprache zu üben, ohne Angst haben zu müssen, dass sich die unvermeidlichen Fehler negativ auf die Englisch-Note auswirken.

Es fiel ihm allerdings auch auf, dass die SchülerInnen mehr Wert auf die Präsentation legten und die mathematischen Modelle weniger hinterfragten:

Bei den Präsentationen und der nachfolgenden Analyse der abgegebenen Projektarbeiten fiel mir allerdings auf, dass die SchülerInnen keine kritische Distanz zu diesem Vorgehen erworben haben.

Ein Beispiel: Wenn bei einem Polynom dritten Grades als Ergebnis des Anpassungsprozesses der Term dritter Ordnung um viele Größenordnungen kleiner ist, als der Term zweiter Ordnung, sollte man sich überlegen, ob nicht doch ein quadratisches Modell ökonomischer wäre.

Mit dieser Feststellung hatte der Evaluator ganz recht. Von meiner Seite war zu wenig „basic drill“ von mathematischen Grundlagen betrieben worden. Nur 2 SchülerInnen der ganzen Klasse bestanden den Mini-Pisa Test des Evaluators, siehe unten.

Das ist für mich die wertvollste Erkenntnis aus dem Projekt und dafür bin auch dem Evaluator dankbar. Das muss ich in Zukunft in meinem Unterricht verbessern:

Die mathematischen Grundlagen mehr trainieren und abfragen.

2.3 Evaluation des Gesamtprojektes, Mai 2006

Nach Beendigung des Projektes lud ich am 9. Mai 2006 Univ. Prof. Thaller ein, um in meiner Abwesenheit mit den SchülerInnen der 4bk über ihre Projekterfahrungen und die Ergebnisse zu sprechen. Dabei wurde auch ein umfangreicher Fragebogen ausgeteilt, bei dem die Meinung der SchülerInnen zum Projekt, zum computerunterstützten Mathematikunterricht, und zum Unterrichtsklima erhoben werden sollte.

Neben den Fragen hatten die SchülerInnen hier auch Gelegenheit, anonym Kritik abzugeben und Verbesserungsvorschläge zu machen. Außerdem war ein kurzer Test zum mathematischen Verständnis zu absolvieren.

Die Fragen waren als Statements formuliert, die die SchülerInnen mit Schulnoten zwischen 1 (trifft zu) und 5 (trifft nicht zu) bewerten sollten.

Eine Gruppe von Fragen beschäftigte sich mit der **Einstellung der SchülerInnen zur Mathematik und zu ihrer Selbsteinschätzung:**

Ich interessiere mich für Mathematik.	2,21
Ich habe ein Talent für Mathematik	2,79
Ich finde Mathematik ziemlich unverständlich	3,86
Ich glaube, Mathematik wird in meinem späteren Berufsleben eine größere Rolle spielen	2,93
Es ist sinnvoll, Fragen des Energieverbrauchs mit mathematischen Methoden zu untersuchen	1,86
Ich habe im Internet gelegentlich schon nach anderen Lernhilfen für Mathematik gesucht.	4,64
Ich kriege gelegentlich Nachhilfe in Mathematik	4,57
Kreuze Deine letzte Zeugnisnote in Mathematik an	2,64

Die SchülerInnen stehen der Mathematik insgesamt also eher neutral bis indifferent gegenüber, die Sinnhaftigkeit der Anwendung mathematischer Methoden leuchtet ihnen aber durchaus ein.

Immerhin interessieren sich 4 SchülerInnen sehr stark für Mathematik, während keine(r) das Fach für völlig uninteressant hält. Generell wird keine außerschulische Lernhilfe (Internet, Nachhilfe) benötigt.

Dass die SchülerInnen einer Notebook-Klasse, die jederzeit einfachen Zugang zum Internet haben, diese Informationsquelle nicht selbstständig nützen, ist immerhin bemerkenswert. Wahrscheinlich handelt es sich hier um das bekannte Phänomen, dass SchülerInnen auch konventionelle Lehrbücher nicht selbstständig konsultieren, nicht einmal dann, wenn sie im Unterricht nicht mitgekommen sind.

Die **Beziehung der SchülerInnen zu ihrem Mathematik-Lehrer** ist erfreulich positiv:

Ich persönlich habe Schwierigkeiten mit meinem Mathematik-Lehrer	4,86
Gib Deinem Mathematik Lehrer eine Note!	1,36

Dieser Befund wurde auch durch das persönliche Gespräch mit dem Evaluator bestätigt: Mathematik ist für die SchülerInnen der 4bk kein Angstfach. Sie finden den Unterricht in Ordnung, auch das Lehrkonzept, bei dem ein großer Anteil von Rechnung mit der Hand gefordert wird, bevor der Computer zur Unterstützung herangezogen wird.

Eine weitere Gruppe von Fragen beschäftigte sich mit der **Einstellung der SchülerInnen zum Projektunterricht** im allgemeinen:

So ein Projekt ist reine Zeitverschwendung	4,71
Im Projektunterricht lernt man intensiver als im normalen Unterricht	2,29
Das, was man bei so einem Projekt sonst so lernt (Fremdsprache, Kommunikation,...), ist wichtiger als das, was man über Mathematik lernt	3,21

Dass die internationale Projektzusammenarbeit zum Erwerb wichtiger Softskills führt, wurde von den SchülerInnen wahrgenommen und im Gespräch auch immer wieder betont. Dieser Aspekt wird aber keinesfalls überbewertet, die Bedeutung des mathematischen Wissenserwerbs wird anerkannt. Wenn man auch für das Projekt nicht intensiver arbeitet als im normalen Unterricht, ist die Zeit doch qualitativ hochwertig verbracht.

In der folgenden Fragengruppe stand das durchgeführte Projekt selbst im Zentrum. Hier wurde die **Zufriedenheit mit dem Projektverlauf** untersucht.

Ich glaube, ich habe bei dem Projekt viel gelernt	1,79
Die Zusammenarbeit mit den Kollegen aus Frankreich war eine wertvolle Erfahrung für mich	3,07
Ich bin mit dem Ergebnis des Projekts überhaupt nicht zufrieden	4,71
Am Projekt zu arbeiten war ein Riesenspaß	2,50
Nachfolgende Klassen sollten auch so ein Projekt machen	1,29

Die SchülerInnen zeigten sich also mit dem erzielten Ergebnis höchst zufrieden, die SchülerInnen nahmen die Projektarbeit durchaus ernst.

Die **beinahe einstimmige Empfehlung**, so ein Projekt auch mit nachfolgenden Klassen zu machen ist angesichts der Schwierigkeiten, die sich bei der Kommunikation mit Frankreich ergaben, höchst bemerkenswert.

Der generelle Tenor war, dass solche Schwierigkeiten wohl offenbar dazugehören, und wenn Sie später einmal vor ähnlichen Problemen stünden, wären Sie durch das Projekt jetzt besser darauf vorbereitet.

Mit der **organisatorischen Durchführung und Abwicklung** durch den Lehrer waren die SchülerInnen durchaus zufrieden, wie die folgenden Antworten zeigen:

Unser Lehrer hat uns nicht ausreichend auf die Aufgabe vorbereitet	4,57
Während der Projektdurchführung habe ich immer genau gewusst, was ich zu tun habe	2,14
Wenn die Arbeit nicht in kleinen Gruppen erfolgt wäre, wäre ich aufgeschmissen gewesen	3,86
Wir hatten zu wenig Zeit, das Projekt durchzuführen	4,43
Ich fühle mich/meine Projektarbeit ungerecht/falsch beurteilt	4,86

Einige SchülerInnen merkten jedoch an, dass der Lehrer öfter mal hätte nachfragen können, ob es denn mit der Zusammenarbeit klappe. Er hätte bessere Hilfestellung bei der Kommunikation leisten können. Einer der SchülerInnen sagte:

"Wenn die Zusammenarbeit mit einem anderen Land nicht klappt, sollte der Lehrer daraus ein klasseninternes Projekt machen, da man bei unserem Projekt einen Zeitverlust hatte, weil man immer auf die Franzosen hat warten müssen. Alleine (klassenintern) wäre das Projekt noch schneller und intensiver durchführbar gewesen."

Dem **Computereinsatz im Unterricht** stehen die SchülerInnen generell sehr positiv gegenüber, wie die folgenden, nicht projektspezifischen Statements zeigen.

Prinzipiell finde ich computerunterstützten Unterricht gut	1,50
Die grafische Darstellung der Daten trägt wesentlich zum Verständnis bei	1,43
Der Computer hilft mir, Mathematik besser zu verstehen	2,07
In unserem Unterricht kommt das Rechnen mit der Hand und das Rechnen am Computer in einem ausgewogenen Verhältnis vor	1,79
Ich verwende des öfteren zusätzlich einen Taschenrechner	2,79
Unser Lehrer erklärt uns die Mathematik ausführlich genug, bevor wir uns ans Lösen von Aufgaben mit dem Computer machen	1,57

Den Taschenrechner sehen die SchülerInnen als gelegentlich nützliche Ergänzung zum Notebook an. Sie verwenden immer das Werkzeug, das gerade bei der Hand ist, und das schnellere Resultat verspricht. Der Taschenrechner wird durch den Computer nicht überflüssig, genauso wenig, wie das traditionelle Rechnen überflüssig wird. Die Wichtigkeit des Verstehens und des Übens durch Rechnungen mit der Hand ist den SchülerInnen durchaus bewusst.

Der Vollständigkeit halber seien noch die Antworten auf die Fragen, die sich speziell auf den **Einsatz von M@th Desktop im Unterricht** beziehen, angeführt:

Ich bin von den Möglichkeiten von M@th Desktop beeindruckt	2,07
Das M@th Desktop – System gibt mir genügend Möglichkeiten zu experimentieren und verschiedene Lösungswege auszuprobieren	1,93
Ich finde das Arbeiten mit Notebooks und Paletten verwirrend	4,50
Die Paletten verstecken die Mathematik	3,64
Durch die Paletten von M@th Desktop wird jede Aufgabe aufs Knopfdrücken in einer bestimmten Reihenfolge reduziert	3,07
Durch Mathematica und M@th Desktop werde ich das Rechnen noch ganz verlernen	4,21
Durch die Verwendung von Paletten beim Lösen von Aufgaben werde ich das Nachdenken noch ganz verlernen	4,07
Bevor man ein Problem mit Math-Desktop Paletten lösen kann, muss man es erst verstehen	2,00
Die M@th Desktop Paletten waren für unser Projekt hilfreich	1,14
Das M@th Desktop System hat mir alle Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, die für unser Projekt nötig waren	1,36
Ich wäre auch imstande, so ein Projekt überhaupt ohne Mathematica und M@th Desktop durchzuführen (zB mit Excel oder mit Taschen-	3,36

rechner)	
Ich könnte die meisten Aufgaben mit den eingebauten Mathematica Funktionen selbst lösen - also auch ohne die Paletten zu verwenden	3,50

Hier seien noch einige typische Beispiele der von den SchülerInnen ebenfalls **anonym gemachten Feststellungen** wörtlich zitiert:

"Ich finde es gut, wie das Projekt abgelaufen ist, und hoffe, dass der Unterricht weiterhin gut abläuft, auch ohne Projekt".

"Durch dieses Projekt habe ich gelernt, auf andere zu achten, bzw. dass nicht alle die gleichen Prioritäten haben wie ich. Dadurch ist die Zusammenarbeit manchmal anstrengend gewesen."

"Alles in allem ein sehr interessantes Projekt, das vor allem die Kommunikation verbessert hat".

"Obwohl die Franzosen nicht zuverlässig waren, hat das Projekt Spaß gemacht".

"Ein tolles, lustiges und sehr lernreiches Projekt!!! Jederzeit gerne wieder!"

"Das Projekt hat sehr der Sprache, der Kommunikation und dem mathematischen Verständnis geholfen."

Ein Mini-Pisa Test:

Da bei den Projektpräsentationen insbesondere ein mangelndes Verständnis für die Form typischer mathematischer Zusammenhänge aufgefallen war, wurde den SchülerInnen eine kurze, mathematisch-qualitative Aufgabe gestellt, um diesen Eindruck zu überprüfen.

Die Aufgabe zeigt mehrere Datenplots, die mit zufälligen kleinen Abweichungen aus Geraden, Parabeln, Exponentialkurven, etc. erzeugt wurden. Es war zu entscheiden, welcher Typ der funktionalen Abhängigkeit wohl hinter den Datenplots stecke. Auf die Frage des Evaluators bestätigen die SchülerInnen einhellig, dass sie sehr wohl erkennen, dass dieser Test genau dieselbe Fragestellung beinhaltet, die im gerade durchgeführten Projekt das zentrale Thema war.

Leider war trotz ausreichender Zeit (10 Minuten) und milder Beurteilung (denn eine Exponentialfunktion ist leicht mit einem Stück einer Parabel zu verwechseln) das Ergebnis unzureichend. Weniger als die Hälfte der Plots wurde richtig zugeordnet.

Wie konnten SchülerInnen, die lineare nicht von der quadratischen Funktionen, und Kurven dritter Ordnung nicht von Exponentialfunktionen unterscheiden können, erfolgreich ein Projekt durchführen, bei dem es gerade darauf ankam, gegebene Datenmengen durch die am besten passende Funktion zu fitten?

Die Antwort ist einfach. Die verschiedenen Möglichkeiten wurden eben einfach systematisch durchprobiert und anhand des computerberechneten Wertes für das mittlere Fehlerquadrat getestet. Das beste Modell war einfach dasjenige, das auf den kleinsten Fehler innerhalb des Beobachtungsintervalls geführt hatte. Dass damit eigentlich Rechenarbeit verschwendet wird, stört nicht, da die Knochenarbeit ja der Computer erledigt. Es war zur erfolgreichen Projektdurchführung nicht nötig, eine gute Modellfunktion von vornherein zu erraten.

Der Evaluator schreibt:

Es muss betont werden, dass das relativ schlechte Abschneiden der SchülerInnen bei qualitativen Aufgaben dieses Typs ein weit verbreitetes Phänomen ist. Auch Studienanfänger (eingeschlossen Studierende der Mathematik) tendieren dazu, bei derartigen Aufgaben völlig zu versagen. Es wäre also definitiv kein besseres Resultat zu erwarten gewesen, wenn der Unterricht in konventioneller Form erfolgt wäre. Generell sollten LehrerInnen mehr Wert als bisher auf die Vermittlung qualitativen Wissens in der Mathematik legen.

Man kann also den Erfolg des computerunterstützten projektorientierten Unterrichts nicht darin sehen, dass die SchülerInnen dadurch bessere Fähigkeiten in Mathematik erlangen würden. Das ist nicht der Fall, und das Abschneiden beim PISA-Test wird sich dadurch wohl nicht verbessern. Der Erfolg besteht vor allem in den folgenden Punkten:

- 1) Ausbildung wichtiger Soft-Skills, Training der kommunikativen Fähigkeiten auch unter widrigen Umständen
- 2) Interdisziplinäre Aspekte aufgrund einer möglichen Verknüpfung von Mathematik und Sprachunterricht, und der Einbeziehung von Sachthemen (zB Wirtschaft, Energiepolitik)
- 2) Die SchülerInnen stellen die Sinnhaftigkeit der Mathematik nicht in Frage. Der Nutzen der Mathematik steht für sie außer Streit, die Frage "Wozu muss ich das lernen?" kommt Ihnen nicht.

3 LITERATUR

[MD] Die Mathematikunterrichtssoftware M@th Desktop 2.0 (MD) beinhaltet derzeit die Module Basics, Differenziation, Integration und MDTools. Die Homepage des Produktes ist www.deltasoft.at. MD's engine ist *Mathematica*. Eine Demoversion von MD und *Mathematica* ist von Deltasoft downloadbar.

[BL1] MAYR, Peter; SEUFERT, Sabine (2002) Definition des Blended Learning im Buch Fachlexikon e-learning , <http://beat.doebe.li/bibliothek/b01275.html>

[BL2] BAUMANN, Thomas (2003) Definition des Blended in der Zeitschrift Lehren und Lernen mit neuen Informations- und Kommunikationstechnologien I im Text E-Learning in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung auf Seite 52
<http://beat.doebe.li/bibliothek/b01876.html>

[Fuchshab] FUCHS, Karl Josef (1998): *Computeralgebra - Neue Perspektiven im Mathematikunterricht*. Habilitationsschrift an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg zur Erlangung der Venia Docendi aus Didaktik der Mathematik

[Bruner] BRUNER, Jerome (1970): *Der Prozeß der Erziehung*. Verlag Schwann Berlin, Düsseldorf

[Buchberger] BUCHBERGER, Bruno (1989): *Should Students Learn Integration Rules? Technical Report*. RISC-Linz

[CCdiSLS] COBB, P., CONFREY, J., DISESSA, A., LEHRER, R., & SCHAUBLE, L. (2003): *Design experiments in education research*. Educational Researcher, 32 (1), 9-13.

[CMcCG] COBB, P., MCCLAIN, K., & GRAVEMEIJER, K. (2003): *Learning about statistical covariation*. Cognition and Instruction, 21, 1-78.

[Dominik] DOMINIK (2003): *Mathematica Paletten als Lern- und Experimentiertools im Mathematisch – Naturwissenschaftlichen Unterricht*. Dissertation Universität Salzburg.

[Simonovits1] SIMONOVITS, Reinhard (2000): *Projekt M@th Desktop*. Didaktikhefte Österreichische Mathematische Gesellschaft] 32, 172-179

[Simonovits2] SIMONOVITS, Reinhard (2001): *Differentialrechnung mit M@th Desktop*. Didaktikhefte [Österreichische Mathematische Gesellschaft] 33, 130-139

[Simonovits3] SIMONOVITS, Reinhard (2002): *EU-Projekt mit M@th Desktop, basierend auf Mathematica*. Didaktikhefte [Österreichische Mathematische Gesellschaft] 34, 101-110.

[Simonovits4] SIMONOVITS, Reinhard (2003): *Daten fitten und approximieren mit Mathematica und M@th Desktop*. Didaktikhefte [Österreichische Mathematische Gesellschaft] 35, 98-103

[KainhoferSimonovits] KAINHOFER, Reinhold; SIMONOVITS, Reinhard (2003): *M@th Desktop and MD Tools: Mathematics and Mathematica Made Easy for Students*. Reinhold Kainhofer, ReinhardSimonovits, conference proceeding of Prim-Math[2003], Zagreb: 123 - 138

[Simonovits5] SIMONOVITS, Reinhard (2004): *Lineare Regression mit Mathematica und M@th Desktop*. Didaktikhefte [Österreichische Mathematische Gesellschaft] 37, 137-154

[Führer] FÜHRER, Lutz (1997): *Pädagogik des Mathematikunterrichts*. Verlag vieweg, Braunschweig, Wiesbaden

[Wittmann] WITTMANN, Erich Christian (1974): *Grundfragen des Mathematikunterrichts*. Verlag vieweg, Braunschweig, Wiesbaden

[AP] ALTRICHTER, Hubert, POSCH Peter (1998): *Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Aktionsforschung*. Verlag Klinkhardt Bad Heilbrunn

[SmoleSimonovitsThaller] SMOLE, Markus; SIMONOVITS, Reinhard THALLER, Reinhard; Bernd (2004): *Messen von Radwegen mit Mathematica und M@th Desktop*. MNU Jg 57,5: 271-276

[Diplomarbeit1] FINK, Rainer (2001): *Auf Mathematica basierende Entwicklung von Lerneinheiten mit M@th Desktop auf dem Gebiet der Differenzialrechnung*

[Diplomarbeit2] SILLER, Hans-Stefan (2002): *Auf Mathematica basierende Lerneinheiten zur fundamentalen Idee der Modellbildung, illustriert an Extremwertbeispielen und Beispielen der Integralrechnung mit M@th Desktop*

[Diplomarbeit3] WELIK, Werner (2002): *Auf Mathematica basierende Entwicklung von Lerneinheiten zu Anwendungen der Integralrechnung unter M@th Desktop verbunden mit dem methodisch zielgerichteten Einsatz eines Help Browser-Systems*

[Diplomarbeit4] SMOLE, Markus (2003): *Auf Mathematica und M@th Desktop basierende Unterrichtsequenzen zur Approximation von Radwegen sowie zur linearen Regression und Korrelation*

[Diplomarbeit5] ROTH, Gerald (2003): *Auf Mathematica und M@th Desktop basierende Unterrichtsequenzen zur Volumsbestimmung von Rotationskörpern sowie Anwendungen des Student-t-Tests*

Alle Diplomarbeiten sind unter

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