



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

---

**TESTEN VON E-LEARNING SEQUENZEN ZUR  
NORMALVERTEILUNG**

**Dr. Reinhard Simonovits**

**HAK Grazbachgasse**

**Mathematikinstitut der Universität Graz**

**Interfakultärer Fachbereich für Fachdidaktik und LehrerInnenbildung – Abt. für  
Mathematik und Informatik der Universität Salzburg**

Graz, 30. Juni 2005

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1 DER PROJEKTABLAUF</b> .....	<b>4</b>
1.1 Die Ausgangssituation .....	4
1.2 Die Ziele des Projektes .....	5
1.3 Das Unterrichtskonzept Blended Learning.....	5
1.4 Die Projektsoftware M@th Desktop 2.0 .....	6
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?.....	13
<b>2 DIE EVALUATION</b> .....	<b>15</b>
2.1 Evaluation der Software M@th Desktop 2.0, Fragebogen 1 (Univ.-Prof. Dr. Karl Fuchs).....	15
2.2 Evaluation des computerunterstützten Projektunterrichts mit Projektpräsentation, Fragebogen 2 (Univ.- Prof. Dr. Bernd Thaller) .....	17
2.3 Der Evaluationsbericht (Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller), Fotogalerie .....	19
<b>3 LITERATUR</b> .....	<b>21</b>

# ABSTRACT

*Unser Mathematikprojekt untersuchte den Einsatz der Unterrichts- und Lernsoftware M@th Desktop 2.0, kurz MD, für das Kapitel Normalverteilung. Die Schüler reagierten sehr positiv auf die leichte Handhabung der MD Normalverteilungspalette, mit deren Hilfe sie ein selbstgewähltes Statistikprojekt durchführten..*

*Ein ausgewogener Mix von traditionellem Unterricht und computergestütztem Unterricht bildete ein wesentliches Element des Unterrichtserfolges. Dadurch wurde die Verfestigung jener Lehrinhalte ermöglicht, die zweimal mittels unterschiedlicher Schüleraktionen erarbeitet werden konnten. Außerdem verstärkte sich das Aufmerksamkeitsniveau und die Zufriedenheit der Schüler.*

*Die Evaluation des Projektes mit interessanten Schlussfolgerungen nahmen Univ.-Prof. Dr. Karl Fuchs, Salzburg und Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller, Graz, vor.*

Schulstufe: 13. Schulstufe

Fach: Mathematik

Kontaktperson: Dr. Reinhard Simonovits

Kontaktadresse: [Reinhard.Simonovits@uni-graz.at](mailto:Reinhard.Simonovits@uni-graz.at)

# 1 DER PROJEKTABLAUF

## 1.1 Die Ausgangssituation

Am Projekt „Testen von e-Learning Sequenzen zur Normalverteilung“ nahm die Maturaklasse 5bk, eine Laptopklasse des IT Zweiges der Handelsakademie Grazbachgasse, teil.

In der Klasse befanden sich 11 Mädchen und 4 Burschen. Jeder Schüler arbeitete mit seinem eigenen Laptop. Die Klasse hatte 2 Stunden Mathematik pro Woche. Insgesamt gibt es nur 10 Wochenstunden Mathematik im gesamten Curriculum des IT Zweiges.

Der Lehrplan der 5bk schrieb Statistik vor. Ein Kapitel davon war die Normalverteilung.

Nun erhob sich die Frage, in welchem Maß e-Learning Sequenzen das Kapitel Normalverteilung im Unterricht unterstützen können.

Die 5bk besaß schon Erfahrungen im computerunterstützten Mathematikunterricht. Einheitlich stimmten sie der Teilnahme am Projekt zu.

Als Abschluss des MNI Projektes war von Seiten der Schüler in Zweiertteams eine selbst gewählte real-life Aufgabe in Statistik zu bearbeiten und zu präsentieren.

Auf dem Foto sehen Sie nur einen Teil der 5bk Klasse im Projektunterricht. Typische, dem Leser geläufige Fragestellungen: Was hast du herausbekommen, ich habe ganz was anderes! Wie hast du es gerechnet? Wo ist mein Taschenrechner? ....



## 1.2 Die Ziele des Projektes

Im Rahmen dieses Projekts wurde die Mathematik-Unterrichtssoftware 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.

Das Projekt sollte klären, ob das Design von MD den Anforderungen im Statistik-Unterricht gerecht wird. Insbesondere sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Inwieweit sind die Notebooks und Paletten von MD beim Unterrichten hilfreich?
- Kann mit der Software MD ein kleineres Statistikprojekt von den Schülern abgewickelt werden?
- Wie zufrieden sind die Schüler mit Blended Learning (1.3) als Unterrichtsmethode?

## 1.3 Das Unterrichtskonzept Blended Learning

Seit Jahren setze ich folgenden Mix aus Kreide- 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 Schüler wie gewohnt auf.

Nach der Erarbeitung eines Musterbeispiels benützen wir den PC, um dasselbe Beispiel nochmals durchzurechnen. Die Schüler 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 Schülern. 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.

Nach einer gewissen Zeit probieren stets einige Schüler eigene Lösungswege am PC aus. Häufig sind das Schüler, 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 Normalverteilungsprojektes angewandt.

Auf diesem Dokumentationsfoto sieht man die absolute und die relative Abweichung vom Mittelwert an der Tafel erklärt. Anschließend wurde das Beispiel mit dem M@th Desktop Normalverteilungs-Notebook und der Normalverteilungs-Palette gerechnet.



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.*

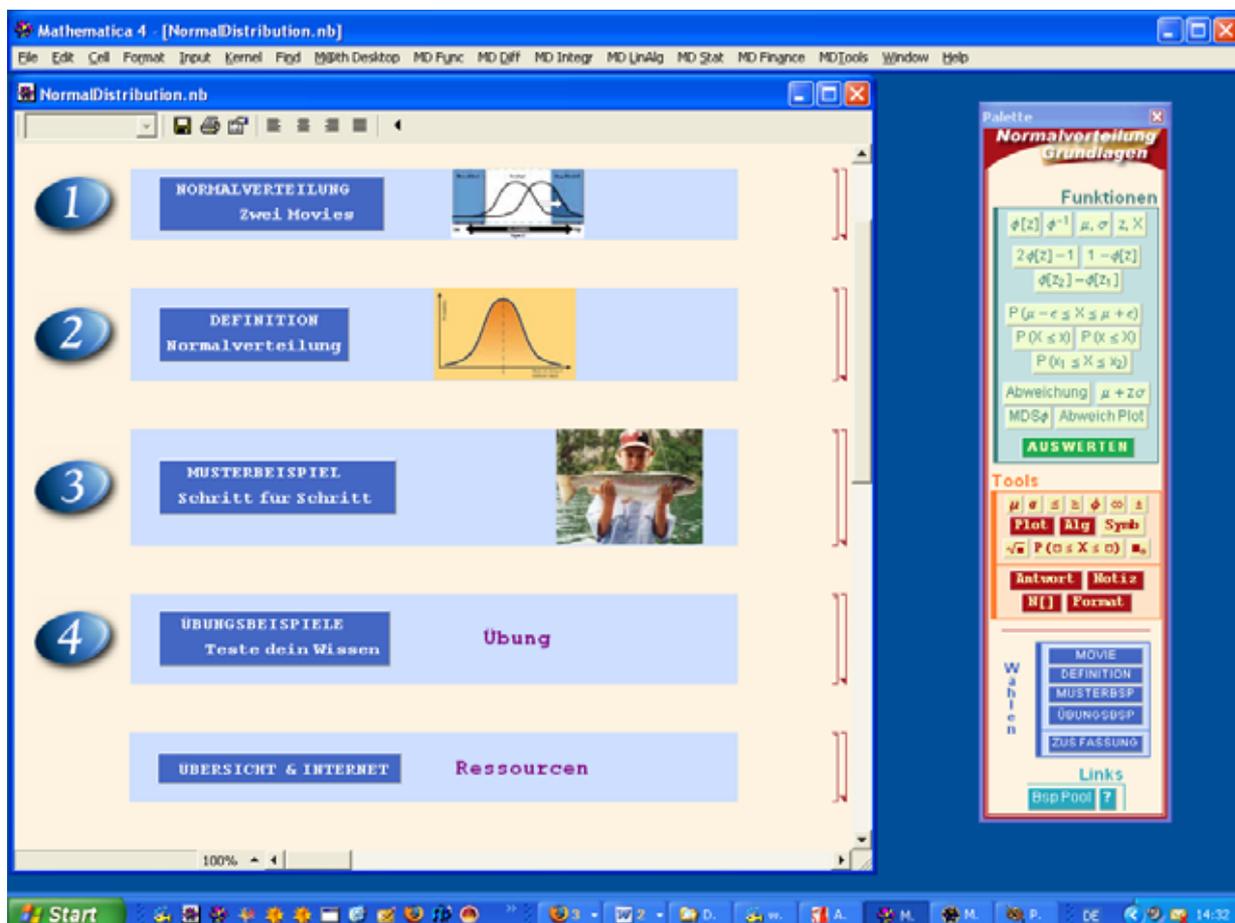
## 1.4 Die Projektsoftware M@th Desktop 2.0

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, Paletten, Animationen, Tabellen und Data-Fitting Beispiele zu erstellen. Ein Aufgabenpool mit zusätzlichen Beispielen wird ebenfalls angeboten.

Die aktuelle Version von MD besteht aus den 4 Modulen MD Basics, MD Differenziation, 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 (gleichsam problemspezifische Eingabemenüs) Normalverteilung Grundlagen und Normalität von Daten.



Links sehen sie das vorbereitete Arbeitsblatt (*Mathematica* Notebook) zur Normalverteilung, das alle Definitionen, Animationen und Beispiele enthält, rechts die zuvor angesprochene Palette. Die Buttons auf der Palette führen spezifische Aufgaben zur Normalverteilung aus. In unserem Fall sind die Paletten schon programmiert, allgemein können aber Lehrer wie Schüler eigene problemspezifische Paletten erstellen [Dominik].

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 5bk Klasse vom November 2004 – Feber 2005 statt.

### Projektstunden

- 1.) Freitag, 19.11.2004, Warum Normalverteilung? Forellenbeispiel
- 2.) Freitag, 26.11.2004,  $\Phi(z)$ , Würfelbsp, Forellenbsp
- 3.) Freitag, 3.12. 2004, Standardisierung der Normalverteilung
- 4.) Freitag, 17.12.2004, Mitarbeit über die Normalverteilung mit Noten, Würfel-Beispiel
- 5.) Freitag, 14.1.2005, Wiederholung des Würfel Beispiels
- 6.) Freitag, 21.1.2005, Mathematik Schularbeit über die Normalverteilung
- 7.) Freitag, 28.1.2005, Beurteilung einer Stichprobe auf Normalität, Simulation von Daten
- 8.) Freitag, 4.2.2005, Beurteilung einer Stichprobe auf Normalität, Simulation von Daten
- 9.) Freitag, 11.2.2005, Besprechung des stat. Projektes und der Hausübung
- 10.) Freitag, 18.2.2005, Erstellung der Projektvorlage, Beginn des Schülerprojektes
- 11.) Freitag, 18.3.2005, Schüler präsentieren ihre Projekte. Das Projekt wird auch benotet. Ende des Schülerprojektes

### Evaluation

- 1.) Donnerstag, 25.11.2004, Treffen mit Univ.- Prof. Dr. Karl Fuchs in Salzburg, Entwurf des Fragebogens 1
- 2.) Freitag, 3.12. 2004, Evaluation der Software M@th Desktop (Fragebogen 1)
- 3.) Freitag, 4.3.2005, Evaluierung des Projektes im Hinblick auf Schüler- Lehreraktivität durch Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller ( Fragebogen 2)
- 4.) Freitag, 18.3.2005, Evaluierung der Präsentation der Schülerprojekte, Erstellung eines dreiseitigen Evaluationsberichtes durch Univ. Prof. Dr. Bernd Thaller

## 1.6 Das Projektstagebuch

Es wurde von Miriam Dick in einem M@th Desktop-notebook während der Stunde geführt.

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

Miriam Dick, 5bk, HAK Grazbachgasse, 19.11.2004.

Hier ist ein Teil des Eintrags des Projektstagebuchs vom 3.12.2004. Miriam dokumentierte auch, was im Schulübungsheft und was am PC gerechnet wurde.

### 3) Trouts-Beispiel, Standardisierung, Forellenbeispiel 3.12.2004

[Open](#) [Close](#)

#### Allgemeines:

Aufgabe und vorhanden Mappe kontrolliert  
kleine Überprüfung von der Normalverteilung + theoretische Fragen  
weitere Benotungsart wird eine kleine Präsentation unseres Projektes sein (Aufstellen von Statistiken, Erkennen der Qualität von Daten etc.)

#### Am PC:

Wir gehen von den Examples 3.3 Trouts aus.  $X$  = Zufallsvariable, die die Forellenlänge angibt

**Trout Example** 3 year old trouts  
in a basin have the length of  $\mu = 45.2$  cm  
and  $\sigma = 3$  cm.

- (a) What is the probability that a randomly caught trout is smaller than 46 cm,  $P(X \leq 46) = ?$
- (b) What is the probability that a randomly caught trout is longer than 44.5 cm,  $P(44.5 \leq X) = ?$
- (c) What is the probability that a randomly caught trout has a length between 44.2 cm and 46.2 cm,  $P(44.2 \leq X \leq 46.2) = ?$   
(symmetrical interval)
- (d) What is the probability that a randomly caught trout has a length between 45 cm and 47 cm,  $P(45 \leq X \leq 47) = ?$

**Notiz:** Der Herr Professor erklärt uns mit welcher Formel man von X auf z kommt und was standardisieren heißt!

**Formel:**

$X = \mu + z\sigma$
---------------------

Im SÜ-Heft:

Wir errechnen zuerst z, und dann die Wahrscheinlichkeit von dem Trouts-Beispiel!

Es gibt auch einen einfacheren Weg, die Wahrscheinlichkeit auszurechnen - der PC macht es automatisch mit der Formel  $P(X \leq x)$ .

Warum haben wir dann diese Formel gelernt?

Für jede Aufgabe gibt es ein eigenes Integral, deswegen "Trick" mit der z-Tabelle und Formel zum Umrechnen von X auf z!

--> es ist eine rein historische Sache, heute braucht es keiner mehr, aber es dient zum Vereinfachen!

Warum standardisieren?

Mit Hilfe der Standardisierung wird das Beispiel auf die 0,1-Verteilung (Standard-Normalverteilung) reduziert und mit der z-Tabelle ausgewertet.

--> Heutzutage nicht mehr notwendig, weil man jede  $\mu, \sigma$ -Aufgabe am PC ausrechnen kann.

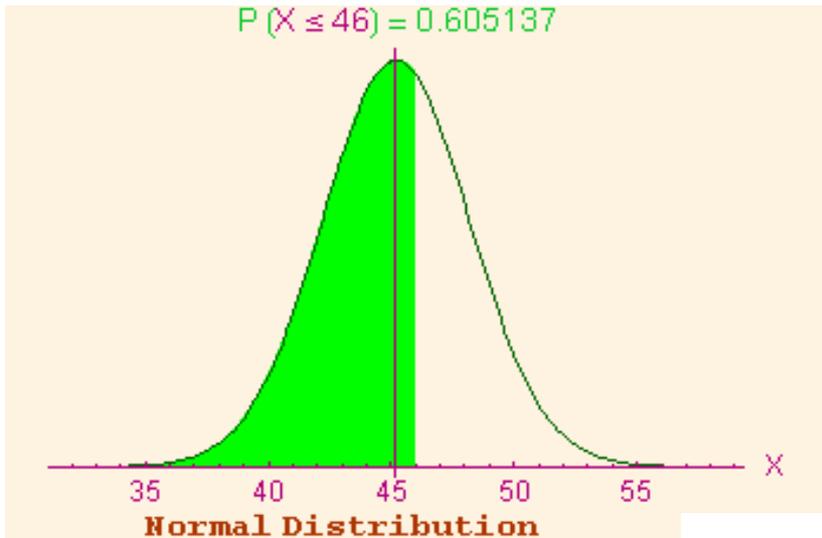
Wir errechnen einen Wert von  $z=0.2666$

Anhand mit der Formel für die Wahrscheinlichkeit errechnen wir diese aus!

Am PC:

```
Switch ;
μ = 45.2 ; σ = 3 ; x = 46 ;
probability = MDSφ[x, {μ, σ}];

MDSNormalDistributionPμσ[ X ≤ x , {μ, σ} ]
(* P ( X ≤ value ) = ? *)
```



$z (-\infty)$	$z (46.)$	$P (X \leq 46.)$
$-\infty$	0.266667	0.605137
Dev ( $z \sigma$ )		
$45.2 + 0.8$		

**Antwort:** Die Wahrscheinlichkeit, dass die zufällig gefischte Forelle  $\leq 46$  cm ist, beträgt ca. 61 %.

**Notiz:** Das bestimmte Integral berechnet auch die Wahrscheinlichkeiten mit einer negativen Länge von -8 bis 46 cm. Aufpassen bei der Eingabe.

**Notiz:** Die Normalverteilung ist jedoch nur ein Modell um ein Wahrscheinlichkeiten-Movie zu beschreiben - der ganze wichtige Wert liegt in der Sigmaumgebung.

Hier geht das Tagebuch dann weiter.

Klick, um nur die [Tagebuchkapitel](#) zu sehen.

Klick, um das [ganze Tagebuch](#) zu sehen.

Print

Close

## 1.7 Die Schülerprojektpräsentation

Für das Statistikprojek erhielten die Schüler folgende Anweisungen (gekürzte Widergabe). Ich holte mir Tipps dazu von Univ.-Prof. Dr. Peter Hackl von der WU-Wien.

*"Tell me and I will forget; show me and I may remember; involve me and I will understand"* -- Chinesisches Sprichwort

**Der Projektinhalt:** Das Projekt soll die Normalverteilung an Hand von aktuellen Fragestellungen anwenden. Die Wahl des Themas wird der Gruppe selbst überlassen. Die gewählten Themen sollen interessant sein und zum Verständnis von aktuellen, realistischen Fragen beitragen. Die Planung von Stichproben zur Beantwortung von interessanten Fragestellungen und die Analyse der erhobenen Daten können ein Projekt bilden. Aber auch Projekte, die bereits erhobene Daten auf ihre Zusammenhänge analysieren, sind von Interesse. Öffentliche Daten (zum Beispiel vom Statistischen Zentralamt) können dazu verwendet werden. Daten können auch über das Internet erhoben werden. Projekte, die zur Verbesserung von Prozessen innerhalb der HAK beitragen, sind besonders aktuell.

**Beispiele für Projektthemen:** Ausmaß der Nebenjobtätigkeiten von Schülern der HAK; über welches Budget verfügen die Schüler der HAK; Erhebung von Kundenzufriedenheit (z.B. des Buffets); Erfolg an der Schule und ihre Abhängigkeit von persönlichen Eigenschaften und Vorleistungen; Verdienst von Managern und deren Abhängigkeit von ihrer Ausbildung; usw. In all diesen Fällen muss zuerst überlegt werden, wie man die interessierenden Variablen am besten messen kann.

**Der Projektbericht** von ca. 7 Seiten muss färbig ausgedruckt bis 18.3.2005 in einem M@th Desktop Notebook vorgelegt werden. Der Bericht soll die Beschreibung der Problemstellung, die Erhebung der Daten, die zur Beantwortung der Fragestellung benötigt werden, die statistische Analyse, und die Interpretation der Ergebnisse beinhalten. Die Arbeit soll mit einer kurzen Beschreibung und Interpretation der Resultate abschließen. (Executive Summary; nicht mehr als eine Seite). Die Arbeit soll auch auf etwaige Schwachstellen der Analyse hinweisen und mögliche Weiterführungen aufzeigen.

Die Themen wurden selbstständig gewählt. Hier ist exemplarisch eine Projektarbeit von Wolfgang Kiegerl und Harald Urwalek:

„Vergleich der Ping-Daten des Spiels „Natural Selection“. Von der Idee bis zum Diagramm“.

Klick, um ihr [Statistikprojekt](#) zu sehen.

Andere Themen befassten sich mit den Ausgaben der Jugendlichen an unserer Schule, mit der Höhe des Taschengeldes, mit der Verteilung der Körpergröße von 120 Mädchen und 80 Burschen und der Lebensdauer in den Entwicklungsländern.

Die Note setzte sich aus der Problemstellung (Originalität und Realitätsbezug) 20%, Qualität von Daten und Aussage (Plausibilität der Argumentation) 30%, Präsentation (Qualität, verwendete Medien, Diskussion) 20% und dem Bericht (Qualität, Umfang) 30% zusammen.

Es gab 2 Sehr gut, 3 Gut und ein Befriedigend für das Projekt.

Jedes Teammitglied bekam dieselbe Note. 12 Schüler nahmen daran teil. Drei Schüler baten um ein Preis- Kostentheoriebeispiel, um auf die spätere Schularbeit eine bessere Note zu bekommen.

Bei der Projektpräsentation überraschte mich das Engagement der Teams. Eine Schülerin mit ihrer „Mathematikstandardnote“ Genügend erklärte mir, dass sie bei

der Durchführung des Projektes mehr gelernt hat als beim Vorbereiten für die Schularbeit. Ihr Team erhielt ein Gut auf die Projektarbeit.

Im allgemeinen erstellten die Schüler gerne die Fragebogen zur Sammlung statistischer Daten. Auch die Befragungen wurden von den Schülern mit Einsatz durchgeführt.

Die Schüler hatten genau ein Monat Zeit, vom 18.2 – 18.3.2005, um das Projekt durchzuführen. Das Produkt war ein M@th Desktop notebook, das sie präsentierten.

## **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 Schüler können ruhig zu zweit vor dem PC sitzen. Die Software besorgen: M@th Desktop 2.0 und *Mathematica*. Wir verwendeten die Normalverteilungspalette und die Normalität von Stichproben-Palette.

Wenn man *Mathematica* und M@th Desktop nicht kann, ca 4-6 Stunden für das Handling von beiden einplanen.

Den Projektumfang möglichst klein halten: Z.B. nur  $P(a \leq X)$ ,  $P(X \leq b)$ ,  $P(a \leq X \leq b)$  Beispiele als Thema, nicht einmal die Umkehraufgaben davon. Weniger ist mehr. Das Projekt soll eine Vertiefung des Lehrstoffs sein.

Das Projektprodukt mit der Klasse besprechen: Das kann sein: eine Mitarbeit, eine Schularbeit oder eine kleine Präsentation von Zweiertams 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 den Schülern vorlegen.

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 Schülern 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 Schülern, 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 Schüler. 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 Evaluation der Software M@th Desktop 2.0, Fragebogen 1 (Univ.-Prof. Dr. Karl Fuchs)

Im Fokus dieses Fragebogens stand die Evaluation der Software und nicht die Unterrichtsmethode.

Der Fragebogen wurde am 25.11.2004 zusammen mit Univ.-Prof. Dr. Karl Fuchs in Salzburg entwickelt.

Hier ist der Fragebogen, der am 3.12.2004 von den Schülern ausgefüllt wurde. Sie konnten 5 Kästchen von „stimme ich nicht zu“ bis „stimme ich zu“ ankreuzen.

#### 1) Fragen zum Normalverteilungs Notebook

a. Bieten Dir die vorbereiteten Notebooks genug Gelegenheit

(a1) zum Experimentieren (a2) zum Anstellen von Vermutungen (a3) zur Festigung und Übung von Beobachtungen und Erkenntnissen?

b. Findest Du die Movies, bei denen Zahlenwerte verändert werden und die Auswirkungen auf die Funktionskurve bzw. auf wichtige Größen wie  $\mu$  oder  $\sigma$  studiert werden, für einen geeigneten Weg, die Zusammenhänge zu verstehen?

#### 2) Fragen zur Gliederung und Repräsentation im Normalverteilungs Notebook

a. Wie hilfreich sind die Formelfenster im Definitionskapitel für Dich?

b. Wie stark erinnern Dich die Erläuterungstexte zu den einzelnen Aufgaben an die Texte in einem Schulbuch?

c. Werden bei den Aufgaben immer wieder Inhalte und Techniken vorausgesetzt, die Du nicht selbstverständlich kennst und beherrschst?

d. Ist Dir die wiederholte graphische Interpretation (Dichtefunktion - Normalverteilung) hilfreich?

e. Lenken Dich die geometrischen Darstellungen der Normalverteilung eher vom Thema ab?

#### 3) Fragen zum Taschenrechnereinsatz

a. Siehst Du das Verhältnis von ‚Rechnen per Hand‘ und PC Anwendung für ausgewogen an?

b. Ist der zusätzliche Einsatz eines Taschenrechners für zwischenzeitliche Rechnungen bei einzelnen Aufgaben für Dich verwirrend?

#### 4) Fragen zur Normalverteilungspalette

- a. Wie hilfreich sind Dir die vorbereiteten Paletten bei der Problemlösung?
- b. Ist es nicht eher so, dass Paletten die dahinterstehende Mathematik zu sehr verschleiern?
- c. Könntest Du die einzelnen Aufgaben auch ohne Zuhilfenahme der Paletten, also mit den ‚puren‘ Mathematica Funktionen lösen?

Auf Grund der Kleinheit der Klasse, 15 Schüler, läßt sich nur eine qualitative Analyse, ein Stimmungsbild der Schüler zur Normalverteilungspalette und zum Normalverteilungsnotebook skizzieren:

In der ersten Frage, wo es um die didaktische Prinzipien: Experimentieren, Argumentieren, Üben und Festigen im Normalverteilungsnotebook ging, war ein hoher Grad der Akzeptanz bei allen Parametern festzustellen. Das unterstreicht die Behauptung, dass CAS Freude an mathematischer Arbeit wecken [Fuchshab].

In der zweiten Frage, der Mehrperspektivität d.h. Frage nach den Repräsentationsformen im Notebook, fand der überwiegende Teil der Schüler die symbolische Repräsentation als hilfreich [Bruner]

Die Frage nach dem Vergleich von Erläuterungstexten mit Texten im Schulbuch konnte von den Schülern nicht wirklich angestellt werden. Einzelne Äußerungen sprechen dafür, dass selten mit Schulbüchern gearbeitet wurde.

Die Ergebnisse sprechen ganz deutlich dafür, dass Schüler, obwohl in der Phase der symbolischen Operationen - siehe symbol. Repräsentation - noch immer stark grafische Repräsentationen einfordern.

In der dritten Frage zur Parallelität / Interferenz zweier Hilfsmittel Notebook und Standardraschenrechner, zeigt sich deutlich, dass die beiden Werkzeuge nicht als Gegensatz, sondern vielmehr als wunderbare Ergänzung angesehen werden.

In der vierten Frage zu den Paletten [Dominik],[Simonovits1] schätzen die Schüler die bequemere Form der Eingabe durch die Unterstützung von Paletten (spezielle Menüs mit einzelnen Knöpfen für spezifische Aufgaben) in besonderer Weise.

Wenige meinen, dass Paletten die dahinterstehende Mathematik „versteckt“ d.h. Mathematik als Black Box auftritt [Buchberger]. So wie der TR die Wurzel aus 2 ausrechnet und der Algorithmus nicht offen liegt. Da die Buttons der Normalverteilungspalette die Handrechnung quasi in Häppchen aufteilt, dürfte der Schüler auch die Handrechnung nicht ganz verstanden haben.

Manche bezeichnen als Folge ihre Fähigkeit, die Aufgaben mit den ‚puren‘ *Mathematica* Funktionen lösen könnten, als nicht ausreichend.

Das ist ein wichtiges Statement von einigen Schülern. Offensichtlich kann man mit den Paletten das Verstehen der Mathematik mehr in den Vordergrund rücken und *Mathematica* mit seiner Komplexität in den Hintergrund.

## 2.2 Evaluation des computerunterstützten Projektunterrichts mit Projektpräsentation, Fragebogen 2 (Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller)

Das Ziel des Fragebogens war es, ein Stimmungsbild der Klasse zum computerunterstützten Mathematikunterricht mit MD zu skizzieren.

Am 4. März 2005 besuchte Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller den Projektunterricht in der 5bk. Da die Klasse nur 2 Wochenstunden Mathematik hat, gibt es eine Doppelstunde Mathematik.

Am Ende der Doppelstunde teilte er den Fragebogen aus, der ausschließlich von ihm stammt. Dann gab es ein kurzes Gespräch mit den Schülern ohne meine Anwesenheit.

Hier ist der 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.
- 2) Ich glaube, Mathematik wird in meinem späteren Berufsleben eine größere Rolle spielen
- 3) Prinzipiell finde ich den computerunterstützten Unterricht gut.
- 4) Der Computer hilft mir, Mathematik besser zu verstehen.
- 5) Ich finde das Arbeiten mit Notebooks und Paletten verwirrend.
- 6) Ich glaube, ein guter Lehrer könnte mir Mathematik ohne Computerhilfe besser beibringen
- 7) Der heutige Unterricht war typisch für den computerunterstützten Unterricht bei Professor Simonovits
- 8) Ich habe im Internet gelegentlich schon nach anderen Lernhilfen für Mathematik gesucht

Zum Schluss: Gib Deinem Mathematik Lehrer eine Note!

Die Resultate habe ich dem Evaluationsbericht von Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller entnommen:

*Eine kurze Erhebung des Stimmungsbildes in der Klasse per Fragebogen und Gruppengespräch ergab folgendes. Die SchülerInnen stehen der Mathematik indifferent gegenüber. Die meisten interessieren sich weder besonders für Mathematik, noch finden sie diesen Gegenstand besonders uninteressant. Stärker ausgeprägt ist die Auffassung, dass Mathematik in ihrem späteren Berufsleben wohl keine besondere Rolle spielen wird. Sie heißen den computerunterstützten Unterricht prinzipiell willkommen und bewerten ihn sehr positiv.*

*Zur Frage, ob der Computer nun helfe, Mathematik besser zu verstehen, haben die SchülerInnen keine ausgeprägte Meinung. Sie glauben aber eher nicht, dass ein sehr guter Lehrer ihnen Mathematik ohne Computerhilfe besser beibringen könnte. Ihrem eigenen Mathematik-Lehrer gaben sie die Note "gut". Außerdem bestätigten sie einhellig, dass die von mir visitierte Unterrichtsstunde typisch war.*

*Den SchülerInnen selbst bereitet der Umgang mit dem Computer und M@th Desktop nicht die geringsten Schwierigkeiten. Sie sind auch tatsächlich schon seit mehreren Jahren den Umgang mit dem Computer gewöhnt. Früher mussten sie Mathematica Befehle direkt eingeben, das sei eher lästig gewesen, aber mit M@th Desktop und dem daraus resultierenden Arbeitsstil sind sie sehr zufrieden. Sie haben das Gefühl, damit ein gutes Werkzeug für die mathematische Problemlösung bekommen zu haben und sie glauben, es gut anwenden zu können.*

Das ist ein Snapshot von der Evaluation in der 5bk Klasse. Der Evaluator nimmt die Rolle eines aufmerksamen, unauffälligen Teilnehmers im Unterricht ein.



Am 18.3.2005 präsentierten die Schüler ihr Statistikprojekt. Der Evaluator Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller war auch in dieser Doppelstunde anwesend [AP, CCdiSLS, CMcCG]. Er schreibt in seinem Evaluationsbericht:

*Die Arbeiten wurden in Kleingruppen von je zwei SchülerInnen durchgeführt und sollten eine typische Anwendung der Normalverteilung zeigen. Die Aufgabenstellung war von den SchülerInnen selbst zu wählen. Die Problemstellung, die Theorie, und die Problemanalyse war in einem M@th Desktop Arbeitsblatt darzustellen. Die Präsentation bestätigte die positive Beurteilung der Klasse durch Herrn Dr. Simonovits.*

*Die Projektarbeiten wurden durchwegs mit Begeisterung und Engagement vorgetragen, die Freude an der optisch eleganten Präsentation mit Hilfe von M@th Desktop war deutlich spürbar. Die SchülerInnen wählten sich interessante und originelle Aufgabenstellungen, wie z.B. die Verteilung der Ping-Werte in Computer-Netzwerkspielen, den Zusammenhang zwischen Gesundheitsausgaben und Lebenserwartung in den einzelnen Staaten der Erde, die finanzielle Situation der Studierenden, etc. Die Analyse der Daten erfolgte mathematisch-numerisch, die Erläuterung der Resultate erfolgte vorwiegend mit Hilfe der grafischen Darstellungsmöglichkeiten, die M@th Desktop bietet.*

## **2.3 Der Evaluationsbericht (Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller), Fotogalerie**

Die Evaluierung des Projektes und der Software von Seiten des Univ.-Prof. Dr. Bernd Thaller ist ausführlich und spannend zu lesen. Er umfasst knapp drei Seiten. Das ist seine Zusammenfassung:

- (1) Die e-Learning Sequenzen zur Normalverteilung stellen eine nützliche und ansprechende Unterrichtshilfe dar.*
- (2) Der Computer ist kein Werkzeug, um Unterrichtszeit einzusparen. Die Kombination konventioneller und computerunterstützter Unterrichtsphasen erfordert eigentlich zusätzliche Unterrichtszeit.*
- (3) Der Wechsel der Unterrichtsformen zwischen der konventionellen und der computerunterstützten Unterrichtsform ist ein wesentliches Element des Unterrichtserfolges. Dadurch wird es möglich, denselben Lerninhalt mit Hilfe völlig verschiedener Schüleraktionen zu erarbeiten. Außerdem wird dadurch das Aufmerksamkeitsniveau und die Zufriedenheit der SchülerInnen gesteigert.*
- (4) Die Software ermutigt die SchülerInnen, bei der Lösung von Aufgaben symbolische, numerische, grafische und textuelle Darstellungsformen in einem ausgewogenen und dem jeweiligen Zweck angemessenem Verhältnis zu wählen.*

Klicke hier, um eine [genaue Beschreibung](#) und zusätzliche Details zu lesen.

Fotogalerie: Klicke hier um die [13 Fotos](#) vom Projektunterricht und der Evaluation zu sehen.

Eine persönliche Schlußbemerkung:

Das Projekt ist von der Klasse ganz gut aufgenommen und durchgeführt worden. Dafür habe ich mich auch bei der 5bk bedankt.

Die Matura einige Monate später haben alle Schüler der Klasse bestanden.

### 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](http://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.