



DER PC IM MATHEMATIKUNTERRICHT

**Sonja Draxler, Herta Jungwirth-Klucaric, Reinhard Predl-Gallen,
Reinhard Simonovits, Hans Wilding**

**Bundeshandelsakademie und Bundeshandelsschule,
Bundeshandelsakademie für Berufstätige
Grazbachgasse 71, 8010 Graz**

Graz, 2002

INHALTSVERZEICHNIS

1	THEMENSTELLUNG UND ZIELE.....	1
1.1	Was führte zum Projekt?.....	1
1.2	Was sind die Herausforderungen, Ziele und Erwartungen?.....	1
1.3	Wer ist beteiligt, und vom Projekt betroffen?.....	1
2	DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES	3
2.1	Erstellung eines Fragebogens	3
2.2	Warum wurde genau dieser Weg eingeschlagen?.....	3
3	ERGEBNISSE	4
3.1	Wie ändert sich die Rolle der Lehrer/innen durch den PC-Einsatz?	4
3.2	Wie ändern sich die Aufgabenstellungen durch den PC-Einsatz?	5
3.3	Wie gehen „normal begabte“ Schüler mit interaktiven Lerneinheiten um? Wo liegen da die Schwierigkeiten?.....	5
3.4	Welche mathematischen Fertigkeiten können auf den PC ausgelagert werden? Was müssen Schüler/innen unbedingt händisch rechnen können? ..	6
3.5	Wann ist der Einsatz von Excel, wann der von Mathematica sinnvoll?	6
3.5.1	Mathematica ist sinnvoll einzusetzen	6
3.5.2	Excel wird verwendet,	7
3.6	Vor- und Nachteile des PC-Einsatzes?	7
3.6.1	Vorteile:	7
3.6.2	Nachteile:	8
4	ERKENNTNISSE UND REFLEXIONEN.....	9
4.1	Erfahrungen aus der Literatur	9
4.2	Welche Ereignisse im Projekt haben Ihr Denken bzw. auch Ihr Handeln maßgeblich beeinflusst?	10
4.3	Was sind alte und neue Herausforderungen?.....	12

4.3.1	Was würden Sie beim Projekt wieder so machen, was ändern?.....	12
4.3.2	Welche Rolle spielte der Erfahrungsaustausch unter Kollegen und Kolleginnen? Welche das Feedback von IMST-Betreuer/innen?	12
4.3.3	Was machen Sie jetzt anders als früher?	12
4.3.4	Was hat sich in der Zusammenarbeit mit Kolleginnen verändert?	13
4.3.5	Wie sehen Sie die ursprünglichen Ziele heute?	13
5	AUSBLICK	14
5.1	Welche Ziele sehen Sie heute?	14
5.2	In welche Richtungen geht es jetzt weiter?	14
5.3	Was ist geplant?	14
6	LITERATUR.....	15

ABSTRACT

Im Laufe des Schuljahres 2001/2002 wurde untersucht, wie sich der Einsatz des Computers auf den Mathematikunterricht an der Handelsakademie Grazbachgasse auswirkt. Es konnte gezeigt werden, dass einerseits durch Wegfall lästiger Rechenoperationen eine wesentliche Arbeitserleichterung für Schüler/innen eintritt, dass Modellierung und Visualisierung erleichtert werden, und dass Spielraum für „kreatives“ Problemlösen durch den Einsatz interaktiver Lerneinheiten geschaffen wird, dass aber andererseits der Einsatz des Computers am Anfang viel Zeit braucht und Schüler/innen an das Arbeiten im Team und mit den Lerneinheiten gewöhnt werden müssen. Die genaue Handhabung der exakten mathematischen Formelsprache macht vielen Schüle/innen Probleme.

1 THEMENSTELLUNG UND ZIELE

1.1 Was führte zum Projekt?

Schon seit einigen Jahren wird an der BHAK Grazbachgasse der PC im Mathematikunterricht verwendet. Daher stellte sich automatisch die Frage, welche Vor- bzw. Nachteile diese Unterrichtsinnovation mit sich bringt. Eingesetzt werden an der Tagesschule die Programme *Mathematica* und *Excel*, an der Abendschule wird nur *Excel* verwendet.

1.2 Was sind die Herausforderungen, Ziele und Erwartungen?

Die Umstellung auf einen Mathematikunterricht, in dem der Computer genutzt werden soll, verlangt einige Veränderungen. Es stellt sich die Frage nach neuen Bildungsinhalten, da der Computer unter anderem Grundtechniken übernimmt und so weiterführende und praxisnahe Aufgaben ermöglicht. Bei der Diskussion um Lerninhalte, die vom Computer übernommen werden und somit „handwerklich“ vernachlässigt werden können, handelt es sich um eine Diskussion um den Mathematikunterricht überhaupt. Die ständige und grundlegende Herausforderung war für uns daher das kritische Hinterfragen des PC-Einsatzes im Mathematikunterricht.

Unser Ziel war es, zu untersuchen, was der Einsatz des Computers im Mathematikunterricht zur Grundbildung beitragen kann. In weiterer Folge ergibt sich daraus aber auch die folgende Fragestellung: Welche „Grundbildung“, speziell welche mathematische Grundbildung ist notwendig, um den PC sinnvoll zu verwenden?

Wir erwarten erstens, dass durch den PC-Einsatz eine Veranschaulichung der mathematischen Probleme ermöglicht wird und damit ein besseres Verständnis erzielt wird, zweitens hoffen wir, dass durch vermehrte Kontaktaufnahme unter den Lehrer/innen eine Übereinkunft an unserer Schule erzielt werden kann, wann und in welcher Form der PC-Einsatz im Mathematikunterricht sinnvoll ist.

1.3 Wer ist beteiligt, und vom Projekt betroffen?

An unserer Schule unterrichten sieben Mathematiklehrer/innen, fünf verwenden den PC im Unterricht. Diese fünf wurden namentlich am Anfang erwähnt. Wir benützen fast alle den PC bereits seit mehr als fünf Jahren und sind mit den interaktiven Lerneinheiten von *Mathematica* vertraut. Dabei wurde uns im Laufe der Jahre bewusst, dass der Einsatz des Computers nicht nur wesentliche Erleichterungen bei der Be-

wältigung komplexer Aufgaben bringt, sondern auch zu einer wesentlichen Änderung der üblichen Unterrichtspraxis führen muss.

Die in diesem Projekt gestellten Fragen betreffen somit alle Lehrer/innen an unserer Schule, und natürlich auch unsere Schüler/innen. Wir haben uns allerdings in diesem ersten Schritt aus zeitlichen Gründen bewusst auf eine Befragung von Kollegen/innen beschränkt.

2 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES

2.1 Erstellung eines Fragebogens

Um den Mathematikunterricht am PC zu hinterfragen, wurde ein Fragebogen zusammengestellt, der den übrigen Kollegen/innen vorgelegt wurde. Folgende Fragen wurden gestellt:

Folgende Bereiche wurden hinterfragt:

- 1) Wie ändert sich die Rolle der Lehrer/innen durch den PC-Einsatz?
- 2) Wie ändern sich die Aufgabenstellungen durch den PC-Einsatz?
- 3) Wie gehen "normal begabte" Schüler/innen mit interaktiven Lerneinheiten um? Wo liegen da die Schwierigkeiten?
- 4) Welche mathematischen Fertigkeiten können/könnten auf den PC ausgelagert werden? Was müssen Schüler/innen unbedingt händisch rechnen können?
- 5) Welche Vor- bzw. Nachteile bringt der PC-Einsatz aus der Sicht von Lehrer/innen?

2.2 Warum wurde genau dieser Weg eingeschlagen?

Dieser Weg wurde eingeschlagen, um ganz persönliche Meinungen einzuholen. Diskussionen unter den Kollegen/innen lieferten die Grundlage für die Erstellung der Fragen. Der Fragenbogen wurde den Kollegen/innen per E-Mail zugeschickt, sie hatten zwei Monate Zeit, sich die Antworten zu überlegen und dann schriftlich zu formulieren. Auf Interviews verzichteten wir, da unsere Kollegen/innen einerseits schwer erreichbar sind, andererseits wir auch Wert auf eine überlegte Formulierung legten.

3 ERGEBNISSE

Im Folgenden sind die Stellungnahmen der einzelnen Lehrer/innen zu den vorgegebenen Fragen zusammengefasst. Die teilweise widersprüchlichen Aussagen spiegeln deutlich die sehr unterschiedlichen Meinungen zu diesem Thema wider. Wir haben ganz bewusst die Aussagen der Kollegen/innen wörtlich wiedergegeben.

3.1 Wie ändert sich die Rolle der Lehrer/innen durch den PC-Einsatz?

Vorausschicken möchte ich, dass ein Unterricht im PC-Saal prinzipiell anders ablaufen muss als in einer Klasse. Ein Frontalunterricht ist aufgrund der räumlichen Situation nicht möglich. Lehrer/innen stehen im PC-Saal nicht mehr „vorne“, sondern arbeiten individuell mit einzelnen Schülerteams. Die Schüler/innen erhalten zu Beginn der Stunde bestimmte Aufgabenstellungen (z.B. ein neues Stoffkapitel mit Hilfe der interaktiven Lerneinheiten durchzuarbeiten, oder konkrete Übungsbeispiele) versuchen dann im Team, diese Aufgaben zu lösen.

- Lehrer/in ist Bildungscoach, Schüler/innen arbeiten selbstständig mit interaktiven Lerneinheiten.
- Lehrer/in regt zu neuen Experimenten an, gibt neue Denkanstöße.
- Lehrer/in lässt Schüler/innen individuell arbeiten.
- Weniger Frontalunterricht - großteils Arbeiten im Team.
- Lehrer/in wird zum Moderator (Vermittler, Anreger, Organisator), er/sie soll nicht bloß "belehren".
- Lehrer/in zeigt den Weg in neue Lernumgebungen.
- Lehrer/in kann verstärkt auf Themen eingehen, für die im normalen Unterricht keine Zeit ist, weil diese durch das händische Rechnen (z.B. Lösen von Gleichungssystemen, Integrale) weggenommen wird.
- Er/Sie kann sich mehr auf das Verständnis von Beispielen konzentrieren, indem diese noch ausführlicher erklärt und visualisiert werden.

3.2 Wie ändern sich die Aufgabenstellungen durch den PC-Einsatz?

- Abarbeiten von Kalkülen und Algorithmen wird reduziert gegenüber dem Finden von Kalkülen und Algorithmen, sowie dem Erkennen und Verarbeiten ihrer Strukturen.
- Sicherer und sinnvoller Umgang mit Rechenhilfen, d.h. Schüler/Innen überlegen, wann und ob sie den PC einsetzen, oder ob z.B. Taschenrechner und Formelheft ausreichen, das Problem zu lösen.
- Rechnen im Kontext von zur Verfügung stehenden Mitteln, d.h. Schüler/innen überlegen selbst, welches Programm sie verwenden.
- Schwerpunkt bei der Aufgabenstellung und Bearbeitung liegt in der Interpretation der Ergebnisse, nicht mehr im Abarbeiten von Kalkülen.
- Die Aufgabenstellungen sollen zum **Forschen, Interagieren, Kommunizieren** anregen.
- Der/Die Schüler/in muss Zusammenhänge überschauen.
- Die Verflechtung der Lernbereiche Analysis und analytische Geometrie wird leichter ermöglicht.
- Die Aufgabenstellungen ändern sich im Mathematikunterricht kaum, weil die Wochenstundenzahl nicht erhöht wird.
- Der einzige gravierende Unterschied in der Aufgabenstellung ist, dass die Schüler/innen wesentlich schwierigere Beispiele rechnen, als dies mit der Hand möglich ist. Die Aufgaben werden damit zwar praxisnaher, jedoch auch umfangreicher. Beispiele dafür sind die Verwendung von realistischen Funktionen, wie sie z.B. bei der Konstruktion von Bauwerken verwendet werden (Angaben dafür kann man im Internet finden).

3.3 Wie gehen „normal begabte“ Schüler mit interaktiven Lerneinheiten um? Wo liegen da die Schwierigkeiten?

- Gute Schüler/innen arbeiten motivierter, schwache fühlen sich durch den PC zusätzlich belastet; sie zeigen ein deutlich geringeres Interesse am PC-Unterricht
- Interaktive Lerneinheiten steigern den Lernerfolg guter Schüler/innen, schwache können die Lerneinheiten nicht sinnvoll nutzen
- Die genaue Handhabung der Klammer- und Beistrichsetzung, also der mathematischen „Formelsprache“ des PC's, bereitet schwachen Schüler/innen neben den mathematischen Anforderungen zusätzliche Probleme.
- Gute Schüler/innen gewinnen leichter Interesse.

- Verstärkte Kommunikation unter den Schüler/innen erleichtert den Zugang zu mathematischen Problemen.
- Ein Problem liegt darin, dass der Schüler/die Schülerin bereit sein muss, am PC zu arbeiten.
- „Normal begabte“ Schüler/innen arbeiten am PC nicht anders als "hoch begabte" Schüler/innen.
- Die Schwierigkeiten liegen im Mathematisieren, d.h. im Übersetzen des Textes in eine mathematische Sprache und im Erkennen der Zusammenhänge, weiters in der Handhabung des PCs und der für den Mathematikunterricht geeigneten Programme.

3.4 Welche mathematischen Fertigkeiten können auf den PC ausgelagert werden? Was müssen Schüler/innen unbedingt händisch rechnen können?

- Auf den PC können ausgelagert werden: Routinerechnungen: z.B. Lösen von Gleichungen höheren Grades, Lösen von Gleichungssystemen, Lösen von Algorithmen, Berechnung komplizierter Integrale, ...
- Die graphische Darstellung von Funktionen kann schnell bewerkstelligt werden
- Händisch sollte man beherrschen: einfache mathematische Rechenoperationen wie das Lösen einfacher Gleichungen, Kenntnisse der Grundlagen des Differenzierens und Integrierens.
- Durch die Auslagerung der Rechenoperationen auf den PC bleibt mehr Zeit für Erklärungen. Der Schüler/die Schülerin soll z.B. den Integralbegriff verstehen und nicht den Algorithmus nachvollziehen können.
- Prinzipiell können alle mathematischen Fertigkeiten auf den PC ausgelagert werden. Aber eines ist klar: hat der Schüler/die Schülerin das Beispiel nicht verstanden, so wird er/sie es auch am PC unmöglich lösen können. Wichtig ist es, die Rechenschritte zuerst mit der "Hand" zu auszuführen, bevor der PC eingesetzt wird. D.h. der Schüler/die Schülerin muss die Schritte, die der Computer später übernimmt, kennen und beherrschen.

3.5 Wann ist der Einsatz von Excel, wann der von Mathematica sinnvoll?

3.5.1 Mathematica ist sinnvoll einzusetzen

- bei guten Schülern/Schülerinnen

- bei genügend Stunden im PC-Saal (mehr Stunden notwendig!),
- bei entsprechender Motivation der Schüler/innen,
- bei komplexen Rechengvorgängen, die mit Excel nicht lösbar sind.

3.5.2 Excel wird verwendet,

- wenn wenig Zeit am PC zur Verfügung steht (Abendschule, speziell Fernschule und Schultypen mit reduzierter Anwesenheitspflicht),
- wenn es um die Veranschaulichung von Funktionen geht,
- wenn die Schüler/innen schwach sind und kein Interesse an interaktiven Lerneinheiten haben.

3.6 Vor- und Nachteile des PC-Einsatzes?

3.6.1 Vorteile:

- Arbeitserleichterung für die Schüler/innen durch Wegfall lästiger Rechenoperationen (Umformen von Termen, Integrieren)
- Zeitersparnis bei langen Beispielen
- Möglichkeit der schnellen graphischen Darstellung
- Raum für "kreatives" Problemlösen
- Medienkompetenz, integrativer Einsatz von Multimedia, projekt- und fächerübergreifender Unterricht kann leichter umgesetzt werden
- Verbesserung der Kommunikation im Unterricht, Vielfalt im Unterricht ist gegeben, der Lernende steht im Mittelpunkt
- Aktive Beteiligung der Schüler/innen im Unterricht, das "Ausprobieren" wird gefördert, Arbeiten in Kleingruppen fördert die soziale Kompetenz
- Algorithmisierungs- und Analysefähigkeit der Schüler/innen wird verbessert.
- Modellierung und Visualisierung wird erleichtert.
- Fehler werden durch das Rechnen am Computer vermieden, z.B. lästige Differentiations- oder Integrationsfehler. Man kann anspruchsvollere Funktionen berechnen, jede Funktion kann visualisiert und dargestellt werden. Für die Schüler/innen bleibt eine Funktion nicht länger ein unanschauliches Gebilde aus Zahlen und Variablen.

3.6.2 Nachteile:

- Zu Beginn ist viel Zeit am PC notwendig, bis alles "läuft". Daher braucht man mehr Stunden.
- Grundkenntnisse, die händisch erworben wurden, sind Voraussetzung.
- Normalerweise gibt es 13 funktionierende Geräte in einem PC-Saal und gleichzeitig bis zu 30 Schüler/innen - sinnvolles Arbeiten ist fast nicht möglich.
- Man braucht mindestens eine Doppelstunde im Computerraum, um den Unterricht am PC sinnvoll zu gestalten. Geräte machen immer wieder Schwierigkeiten andererseits stellen die Schüler die technischen "Fähigkeiten" eines Lehrers/einer Lehrerin immer wieder auf die Probe.
- In den Laptopklassen arbeiten die Schüler/innen alleine, die Interaktivität und Kommunikation leidet darunter, der PC-Einsatz kann zur Isolation führen.
- Die Software steht den Schüler/innen zu Hause nicht zur Verfügung, daher kann nicht ausreichend geübt werden (nur gegen Bezahlung oder als Buchersatz).

4 ERKENNTNISSE UND REFLEXIONEN

4.1 Erfahrungen aus der Literatur

Fachdidaktiker aus aller Welt befassen sich schon seit Jahren mit den möglichen Auswirkungen des PC-Einsatzes im Mathematikunterricht. Ein Artikel von W. Schmale (2000) trifft die gesamte Problematik kurz und prägnant mit folgender Fragestellung:

Ist der Weg das Ziel oder ist das Ziel das Ziel?

Ist der Weg, der zu einem mathematischen Ergebnis führt, wichtig, oder interessiert nur das Resultat? Ist es legitim, den Weg einfach wegzulassen? Wogegen tauscht man den Weg, welche Mathematik füllt die gewonnene Zeit?

Im Sinne eines konstruktivistischen Unterrichts (Glaserfeld 1987; Watzlawick 1984 und 1995) trainiert ein PC-Einsatz mit interaktiven Lerneinheiten Schlüsselqualifikationen wie Flexibilität im Denken und Handeln, Teamfähigkeit, Orientierung in einer Fülle an Informationen, Beherrschung von Präsentationstechniken, soziale Kompetenz und effizientes Zeitmanagement.

Nach R. Fink werden folgende verschiedene unterrichtsmethodische Gesichtspunkte zum Computereinsatz unterschieden: Der PC als

- **Medium** zur Darstellung, Demonstration und Veranschaulichung mathematischer Phänomene wie Kurven, Funktionen, Raumkurven, Flächen, Verteilungen
- **Werkzeug** zur Einübung gewisser Techniken und Fertigkeiten, zur Unterstützung des Verständnisses mathematischer Verfahren und Begriffe und zur Verringerung des Rechenaufwandes bei Beispielen und des Aufwandes bei Termumformungen
- **Tutor**, als Hilfsmittel für spezielle Lernprozesse
- **Entdecker**, als Hilfsmittel beim Entdecken mathematischer Zusammenhänge im Sinne eines experimentierenden Unterrichts, beim Entwickeln und Überprüfen von Hypothesen

Nach B. Buchberger sollte bei Einsatz des Computers im Mathematikunterricht ein White-Box/Black-Box-Prinzip angewendet werden. Es lautet: Das Unterrichten eines Gebietes der Mathematik erfolgt, grob formuliert, in zwei Phasen:

- 1.) **Die White-Box-Phase:** Das ist die Phase, in der das Gebiet dem Schüler/der Schülerin neu ist. In dieser Phase ist zur Lösung von Problemen in dem zu studierenden Gebiet die Benützung von Mathematik-Software unangebracht. Die Schüler/innen sollen das Gebiet gründlich studieren, d.h. sie sollten die Probleme, Konzepte, Theoreme, Beweise, Algorithmen, Beispiele und „händischen“ Berechnungen kennen lernen.

- 2.) **Die Black-Box-Phase:** Nachdem das Gebiet gründlich studiert worden ist, können die bei diesen Studien entwickelten Algorithmen beim späteren Studium als Black Boxes aufgerufen werden.

Literatur zu diesem Thema gibt es in großer Anzahl. Die Stellungnahmen und Ansichten der Fachdidaktiker sind mannigfaltig und spiegeln die Situation an unserer Schule exakt wider: Auf der einen Seite findet man die Verfechter des „totalen“ Computereinsatzes, die „händisches“ Rechnen als altmodisch und langweilig verurteilen und alles nur am PC machen möchten, auf der anderen Seite gibt es Lehrer/innen, die den PC-Einsatz im Mathematikunterricht immer noch verweigern.

4.2 Welche Ereignisse im Projekt haben Ihr Denken bzw. auch Ihr Handeln maßgeblich beeinflusst?

Die Diskussionen mit Kollegen und Betreuer/innen bei den IMST-Seminaren sowie die „gezwungener“ Maßes intensive Auseinandersetzung mit unserem Projekt bezüglich Grundbildung hat unser Denken und Handeln maßgeblich beeinflusst.

Im Folgenden sollen die für uns wichtigen Rückmeldungen aus dem IMST-Seminar in Zeillern aufgelistet werden. Die einzelnen Positionen gaben uns Denkanstöße und zeigten uns oft den Weg zu klareren Antworten.

- 1) *„Überlegungen: Welche Programme (Excel oder Mathematica) sind sinnvoll?“*

Die Antworten auf die entsprechende Frage im Fragebogen (3.5) zeigen, dass der Einsatz von interaktiven Mathematica-Lerneinheiten nur dann sinnvoll ist, wenn genügend Stunden zur Verfügung stehen, wenn die Schüler/innen Interesse an derartigen Lerneinheiten haben, und wenn genügend PC zur Verfügung stehen.

- 2) *„Ich finde es sehr gut, die Kollegen zu befragen und sinnvolle Einsatzmöglichkeiten zu finden.“*

Das war auch unsere Meinung.

- 3) *„Warum nicht auch Schülerbefragungen?“*

Schülerbefragungen sind aus zeitlichen Gründen nicht durchgeführt worden, es wird vielleicht im nächsten Projekt passieren. Wichtiger erschien uns zunächst einmal, die Meinung der Lehrer/innen einzuholen, um unter den Kollegen/innen eine Diskussion über dieses Thema anzuregen, und um zu einer bewussteren Verwendung des PCs zu gelangen.

- 4) *„Was hat das automatische Lösen von Integralen mit Grundbildung zu tun? Was nützt mir das Resultat?“*

Unserer Meinung nach gehört das Lösen von komplizierten Aufgaben nicht zur Grundbildung. Es ist wichtiger, das Resultat interpretieren zu können. Daher kann die Berechnung des Integrals auf den PC ausgelagert werden.

- 5) *„Kann über dieses Projekt eine klare Aussage gemacht werden über Grundbildungsinhalte der Mathematik?“*

Gibt es überhaupt klare Aussagen dazu? Wir glauben, dass „Grundbildung“ nicht eindeutig definierbar ist, oder würde es sonst das Schwerpunktprogramm „Grundbildung“ im Rahmen von IMST² geben?

Vereinfacht könnte man vielleicht sagen, dass Fertigkeiten, die auf den PC ausgelagert werden können, nicht zur Grundbildung zu zählen sind. Mathematische Grundbildung umfasst unter anderem die Fähigkeit, mathematisch zu denken, Querverbindungen herstellen zu können, Alltagsprobleme mathematisch zu betrachten. Diese Fähigkeiten können nicht vom PC übernommen werden. Der PC ist somit nur ein weiteres Hilfsmittel für den Unterricht, um mehr Zeit zur Schulung dieser Fähigkeiten (Textinterpretation, praktische Beispiele) zu haben.

Als eines der Ergebnisse unseres Projektes kann man vielleicht sagen, dass in Zukunft sicher viele Rechenoperationen selbstverständlich vom Computer durchgeführt werden, so wie einst der Taschenrechner den Rechenschieber und das Logarithmenbuch ersetzte. Keiner konnte sich vor dreißig Jahren vorstellen, so einfach Wurzeln, Logarithmen oder Winkelfunktionen berechnen zu können. Wir stehen jetzt an der Schwelle zu einer nächsten Stufe in der Entwicklung des Mathematikunterrichts.

- 6) *„Welche Art von Aufgabenstellungen werden bei Einsatz von Mathematica verwendet? Was gefällt Schülern/innen, was macht Schwierigkeiten?“*

Die Aufgabenstellungen können etwas realistischer sein: keine geschönten Zahlen, Funktionen höheren Grades können verwendet werden, in der Statistik können größere Datenmengen bearbeitet werden, usw.

Schüler/innen gefällt: ausprobieren, variieren von Parametern, schnelles Ergebnis (Wegfallen langwieriger Umformungen), graphische Darstellung von Funktionen, Flächen, Volumina.

Was macht den Schülern/innen Schwierigkeiten: mathematischer Formalismus, exakte Zeichensetzung, Interpretationen der Resultate, Schreiben sinnvoller Antwortsätze, genaues Lesen der Anweisungen, selbständiges Erarbeiten der Lerneinheiten.

- 7) *„Wie wirkt sich der PC-Einsatz auf die Leistungen der Schüler/innen aus? Schularbeiten sind doch schriftlich?“*

Der Einsatz des Computers wirkt sich ganz unterschiedlich aus: Manche Schüler/innen arbeiten lieber am PC, sie sind dadurch wesentlich stärker motiviert, können ihre Kreativität besser zum Ausdruck bringen. Andere Schüler/innen rechnen lieber händisch, sie haben kein Vertrauen in den PC. Sie müssen zunächst alles händisch rechnen können und verstanden haben.

Schularbeiten werden am PC geschrieben, die Schüler/innen arbeiten in Zweiertteams. Die Arbeiten werden üblicherweise ausgedruckt oder auf Diskette bzw. Festplatte gespeichert. Wesentlich ist dabei, dass die Schüler/innen lernen, ihre Arbeiten lückenlos zu dokumentieren.

- 8) *„Gezielte Fragestellungen: Nach welchen Kriterien erfolgt das Fragestellen? Gibt es dazu Vorlagen?“*

Es gibt keine Vorlagen zu den Fragestellungen, sie ergeben sich aus der Situation beim Erarbeiten eines neuen Stoffgebietes.

- 9) *„Grundbildung heißt für mich: Was müssen auch schlechte Schüler/innen auf jeden Fall können!?“*

Stimmt: Zur Grundbildung gehört für uns das Erkennen und Lösen mathematischer Probleme, dabei ist die Methode (d.h. ob mit oder ohne PC) nicht wesentlich. Die Frage ist nur: Welches sind die grundlegenden Probleme im Mathematikunterricht? Ob mit oder ohne PC – diese Frage sollte wirklich diskutiert werden!

- 10) *„Möglichkeiten zu überlegen, was in Mathematik gelernt werden soll, wenn Mathematica einem das Rechnen abnimmt!“*

Antworten auf diese Frage findet man am ehesten unter Punkt 3.4. Wir versuchen an unserer Schule derzeit, komplexe Rechenoperationen auf den PC auszulagern, um z.B. mehr Zeit für das Lesen von Texten verwenden zu können, oder für die Diskussion und Interpretation von Ergebnissen.

4.3 Was sind alte und neue Herausforderungen?

4.3.1 Was würden Sie beim Projekt wieder so machen, was ändern?

Wir würden wieder einen (vielleicht noch etwas umfangreicheren) Fragebogen erstellen. Dazu würden wir noch von allen Kollegen/innen Musterkapitel zu einem vorgegebenen Thema erstellen lassen, anschließend anhand dieser Beispiele eine gemeinsame Diskussion zum Thema Grundbildung führen.

4.3.2 Welche Rolle spielte der Erfahrungsaustausch unter Kollegen und Kolleginnen? Welche das Feedback von IMST-Betreuer/innen?

Der Erfahrungsaustausch mit den Kollegen/innen war Grundlage dieses Projektes.

Das Feedback von IMST-Betreuer/innen führte zu einer weiteren Reflexion des Themas „Grundbildung“, wie in Kapitel 4.2 gezeigt wurde.

4.3.3 Was machen Sie jetzt anders als früher?

Wir versuchen, den PC-Einsatz im eigenen Unterricht bewusster zu gestalten und genauer zu reflektieren. Durch gemeinsame Diskussionen versuchen wir, zumindest teilweise eine Annäherung in unseren Ansichten zu erreichen.

4.3.4 Was hat sich in der Zusammenarbeit mit Kolleginnen verändert?

Wir führen in der Schule vermehrt Diskussionen über einen sinnvollen Einsatz des PCs im Unterricht.

4.3.5 Wie sehen Sie die ursprünglichen Ziele heute?

Wir finden, dass es wichtig war, die Frage nach den Vor- und Nachteilen des PC-Einsatzes zu stellen. Es wurden die oft sehr unterschiedlichen Ansichten der einzelnen Kollegen/innen diskutiert, und es konnten leichte Annäherungen in der Anschauung über den Einsatz des Computers getroffen werden.

Die Gedanken der einzelnen Kollegen/innen wurden durch die Projektarbeit schriftlich formuliert, damit auch gegenseitig stärker bewusst gemacht.

Die Inputs durch das IMST-Team waren wichtig und führten zu weiteren Denkanstößen.

5 AUSBLICK

5.1 Welche Ziele sehen Sie heute?

Eines der Hauptziele bleibt unverändert die Frage nach einem überlegteren PC-Einsatz und nach mehr Kommunikation unter Lehrern/innen. Ein Ziel ist es auch, eine Hilfestellung für Neueinsteiger/innen bzw. Lehrer/innen zu geben, die zum ersten Mal mit PC unterrichten wollen. Das könnte in der Entwicklung eines Netzwerkes bestehen, das zuerst innerhalb der Schule erprobt wird, und dann durch eine Weiterverbreitung an Kooperationsschulen mit Hilfe von IMST² auch anderen Lehrern/innen zur Verfügung gestellt werden könnte.

5.2 In welche Richtungen geht es jetzt weiter?

Unserer Meinung nach ist dieses Thema noch lange nicht ausgeschöpft, die Fragestellungen werden also dieselben bleiben:

Wie weit sollen Schüler/innen noch händisch rechnen können? Was kann an den PC ausgelagert werden? Inwiefern hängt das mit Grundbildung zusammen? Gibt es erste Antworten?

5.3 Was ist geplant?

- Es könnte eine Schülerbefragung durchgeführt werden.
- Gemeinsame Entwicklung von Beispielsammlungen: Welche Beispiele demonstrieren den sinnvollen Einsatz des PCs?
- Vergleich händisches Rechnen – Excel – Mathematica anhand ausgewählter Beispiele, z.B. zum Thema Kosten- und Preistheorie.

6 LITERATUR

- Buchberger B.: Teaching Math by Math Software: Newton´s Method as an Example of the White Box / Black-Box Principle, RISC Linz 1992*
- Fink R.: „Auf Mathematica basierende Entwicklung von Lerneinheiten mit [M@th Desktop](#) auf dem Gebiet der Differentialrechnung“. Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz 2001*
- Glaserfeld E.: Abschied von der Objektivität. In: Watzlawick, P. und Krieg P.: Das Auge des Betrachters. Piper: München 1991*
- Schmale W.: „Computereinsatz im Mathematikunterricht“. <http://www.uni-oldenburg.de/math/personen/schmale/heimseite.html>. 2000*
- Watzlawick P. (Hrsg.): Wie wirklich ist die Wirklichkeit. Piper: München 1984. 12. Auflage*
- Watzlawick P. (Hrsg.): Die erfundene Wirklichkeit. Piper: München 1995. 9. Auflage*