



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“**

EXPERIMENTELLE MATHEMATIK

Michael Kugler

**Christian Krusz, Monika Riess
TGM, HTBLVA Wien 20**

Wien, August 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Die Ausgangssituation:	5
1.2 Projektziele	5
1.3 Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler	5
2 AUFGABENSTELLUNG	6
3 METHODEN/DURCHFÜHRUNG/UMSETZUNG	7
3.1 Organisatorisches	7
3.2 Praxisbeispiel: Vergrößern und Drehen eines Bildes	7
3.3 Weitere unterrichtete Inhalte	8
3.3.1 Differentialgleichungen.....	8
3.3.2 Audio-Signalverarbeitung.....	9
3.3.3 Bildbearbeitung	9
3.4 Umfragen	12
4 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK	13
4.1 Rückmeldungen	13
4.2 Wie bin ich auf die Uni vorbereitet?	13
4.3 Zeitaufwand	13
4.4 Wahl der Aufgaben, Spaßfaktor.....	13
4.5 Portfolio und Leistungsbeurteilung.....	14
4.6 Fazit	14
4.6.1 Bedeutung für den Lehrer	14
4.6.2 Bedeutung für die Schülerinnen und Schüler.....	14
4.6.3 Visionen	14
5 ANHANG	16
5.1 Files	16
5.2 Umfragedaten der 4. Jahrgänge	16
5.3 Literatur.....	22

ABSTRACT

Experimentelle Mathematik ist ein Versuch Schülern der 4. und 5. Klasse einer HTL, in diesem Fall der höheren Abteilung für Informationstechnologie, Mathematik und vor allen ihre Anwendung im Ausbildungszweig experimentell erleben zu lassen. Ausgehend von den Grundsätzen des radikalen Konstruktivismus werden authentischen Aufgabenstellungen in einer geänderten Lernumgebung den Schülerinnen und Schüler zur Verfügung gestellt. Experimentell ist die Mathematik auch deshalb, weil die Schülerinnen und Schüler die Antworten auf ihre eigenen Fragen mit Hilfe des eigenen PC (Notebook) erhalten können.

Schulstufe: 3. 4. 5. Jahrgang HTL
Fächer: Angewandte Mathematik
Kontaktperson: Mag. Michael Kugler
Kontaktadresse: michael.kugler@tgm.ac.at

1 EINLEITUNG

1.1 Die Ausgangssituation:

Die Abteilung Informationstechnologie ist eine relativ junge Abteilung. Sie startete österreichweit vor 5 Jahren, so dass heuer (Frühjahr 2006) die ersten Absolventen maturierten. Für die angewandte Mathematik bedeutete das, dass es keine Anhaltspunkte gab, welche Inhalte im Bereich der Anwendung zu unterrichten sind. Am TGM werden die Schwerpunkte Medientechnik und Systemtechnik angeboten, wobei die Klassen nicht typenrein sind, d.h. es kommen in einigen Klassen beide Ausbildungszweige gemeinsam vor.

Ab dem dritten Jahrgang werden die Klassen als Schulversuch „Notebookklassen“ geführt. Das bedeutet, dass jede Schülerin, jeder Schüler sein eigenes Notebook besitzt, der Lehrer auf eine funktionierende Infrastruktur zurückgreifen kann. Es ergibt sich damit die Möglichkeit sehr intensiv den Rechner im Unterricht und auch außerhalb des Unterrichtes einzusetzen.

Als Software steht Mathematica für die 3., 4. und 5 Jahrgänge in Form eines Schulbuches (Math School Help) zur Verfügung. (Mathematica ist ein professionelles Computeralgebrasystem (CAS) mit dem alle Anforderungen an „PC und Mathematik“ erfüllt werden können.)

1.2 Projektziele

- Intensive Nutzung des eigenen PC in Fach Angewandter Mathematik
- Sinnvolle Auslegung des Lehrplanes durch Wahl authentischer Aufgabenstellungen
- Eigenständiges Arbeiten im Sinne der LBVO (Leistungsbeurteilungsverordnung) ermöglichen
- Erstellen eines e-Portfolios als Leistungsnachweis
- „Mathematik ist ein Gegenstand der Spaß macht“

1.3 Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler

In den dritten Jahrgängen wird das CAS-Paket Mathematica eingeführt, damit sind in den vierten Jahrgängen Vorkenntnisse vorhanden. Durch geeignete Wahl der Aufgaben (Differentialgleichungen eignen sich dafür recht gut, weil sie mit sehr einfachen Beispielen beginnen.) wird den Schülerinnen und Schüler die Handhabung von Mathematica näher gebracht.

2 AUFGABENSTELLUNG

Durch die Wahl geeigneter Aufgabenstellungen und Schaffung einer entsprechenden Lernumgebung, sollen die Schüler wieder mehr Spaß an der Mathematik (Angewandten Mathematik) haben.

Erreicht soll dies durch geeignete Aufgabestellungen werden, die dem radikalen Konstruktivismus folgend die intrinsische Motivation heben (siehe Anhang). Der Einsatz des eigenen Notebooks und die Verwendung elektronischer Lernplattform sollen die eigene Wissenskonstruktion erleichtern.

Die Umsetzung der theoretischen Grundlagen in funktionierende Programme mit einer für die Schülerinnen und Schüler typischen Beschreibung der gewonnenen Erkenntnisse runden das didaktische Konzept ab.

3 METHODEN/DURCHFÜHRUNG/UMSETZUNG

Mit Hilfe der experimentellen Mathematik wurden drei 4. und ein 5. Jahrgang ein ganzes Schuljahr unterrichtet. Dabei wurden die Bereiche Differentialgleichungen, Bildverarbeitung, digitale Signalverarbeitung – Audio, behandelt.

Bei allen Programmierarbeiten der Schülerinnen und Schüler wurde auf die vernünftige Kommentierung der Programmsequenzen großer Wert gelegt, da nur diese einen Rückschluss auf die eigene Lernarbeit zulassen. Den Schülerinnen und Schülern war klar, dass es Programmteile leicht zu kopieren sind. Eigene Leistung kann daher nur durch eigene Kommentarzeilen entstehen. (Das Erstellen des Kommentars ist keine triviale Sache und Bedarf oft der Mithilfe der Lehrkräfte.)

Jede Klasse hat 2 Stunden Mathematik in der Woche mit einem einstündigen Teiler. D.h. in jeder zweiten Woche waren zwei Lehrer für die Betreuung der Schüler zu Verfügung.

3.1 Organisatorisches

In jeder Unterrichtswoche hatten die Schüler ihre Arbeiten aus der Unterrichtsstunde (bzw. und der Übungen zu Hause) auf der Lernplattform abzulegen. In jedem Semester wurde von jedem Schüler ein Portfolio (eine saubere Zusammenstellung der in diesem Semester erzeugten Files) erstellt, das den folgenden Regeln entsprechen musste:

- Es wurde vom Schüler selbst erstellt.
- Alles was im Portfolio steht, wurde auch verstanden, weil das Portfolio der Schüler selbst gemacht hatte.
- Der Schüler soll auf Portfolio stolz sein, weil er alles darin verstanden hat.

Die vom Gesetz her vorgeschriebene Schularbeit wurde durchgeführt, der Stellenwert dieser Arbeit wurde jedoch auf ein absolutes Minimum reduziert. (Etwa im Rang einer Abgabe im Rahmen des regulären Unterrichtes.)

Bei allen Programmierarbeiten der Schülerinnen und Schüler wurde auf die vernünftige Kommentierung der Programmsequenzen großer Wert gelegt, da nur diese einen Rückschluss auf die eigene Lernarbeit zulassen.

Die Notengebung erfolgte mit den Schülerinnen und Schüler im Rahmen eines persönlich gehaltenen Gespräches auf Basis des erstellten Portfolios in dem die/der Schülerinnen/Schüler ihren/seinen Notenwunsch verteidigen musste.

3.2 Praxisbeispiel: Vergrößern und Drehen eines Bildes

Aufgabenstellung:

Ein beliebiges Grauwertbild ist um einen beliebigen Faktor zu vergrößern und um einen beliebigen Winkel zu drehen.

Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler zu diesem Zeitpunkt:

Die Schülerinnen und Schüler kennen den Aufbau eines Bildes und seine Darstellung in Mathematica. Sie sind in der Lage die das Bild beschreibende Matrix aus einem Bild zu extrahieren, sie können diese Matrix auch als Bild interpretiert anzeigen. Es gibt auch kein Problem mehr einen „für alle Pixel des Bildes“ Algorithmus zu programmieren.

Der Theorieteil

Um ein vergrößertes Bild zu erzeugen, benötigt man eine neue Matrix, die mehr Zeile und Spalten hat als das Originalbild. Diese neue Matrix ist nun mit Daten so zu füllen, dass als Bild angezeigt, diese Matrix dem Original ähnlich sieht, nur halt größer. Das Bestimmen der Werte erfolgt mit Hilfe der linearen Interpolation.

Im traditionellen Stil (also Lehrer steht vorne und erzählt) wird die Idee der linearen Interpolation näher gebracht. Jedes Pixel der neuen Matrix hat eine (nicht ganzzahlige) Entsprechung im originalen Bild. Gemeinsam mit den Schülern wurden verschiedene Methoden entwickelt um einen Grauwert zu bekommen. Es gibt dabei keine "richtige" Lösung, vielmehr hat jede der Lösungen ihre Vor- und Nachteile.

Die Schüler am „Konstruieren“

Nach dieser Einführung sind die Schüler am Werk und versuchten den an der Tafelbesprochenen Algorithmus in ein lauffähigen Mathematica Script zu übersetzen. Nur wenn der Algorithmus verstanden wurde, waren der einzelne Schüler in der Lage das Script zu erstellen. Auftretende Problem wurden vom Lehrer im individuellen Gespräch behandelt, und je nach der Art und Tiefe der Problemstellen entsprechend beantwortet. Selbstverständlich durften sich den Schüler auch gegenseitig die Fragen stellen und beantworten. Dies ist sogar erwünscht, da jede Kommunikation über das Thema zum Verständnis beiträgt.

Feedback, oder "Wann bin ich fertig?"

Im Gegensatz zu normalen Hausübungen erwarten die Schüler, dass sie eine Rückmeldung über ihre Arbeiten bekommen. Wir haben die Schülerinnen und Schüler in diesen Teil eingebunden und auf diese Art Ressourcen für Schwächere Schüler zu gewinnen.

Durch das freie Arbeiten entschied jeder Schüler selbst, wann die Arbeit fertig war. Unsere Arbeit in diesem Zusammenhang bestand darin Extreme zu finden und mit den Schülerinnen und Schüler darüber zu sprechen. Während gute Schüler nie fertig sind (es gibt immer noch etwas das es zu verbessern gilt), sind die schlechten zu früh fertig. Besonders für leistungsschwache Schüler galt es den Grund herauszufinden und entsprechend helfend einzugreifen.

3.3 Weitere unterrichtete Inhalte

3.3.1 Differentialgleichungen

Das dritte Newtonsche Gesetz („Kraft ist Masse mal Beschleunigung“) ist eine in ihrer trivialen Form einfach zu verstehende und numerisch behandelbare DG. Die auf die Masse wirkende Kraft kann jedoch beliebig komplex gemacht werden, so dass

sich für die Schülerinnen und Schüler je nach Lernfortschritt verschiedene Aufgabenstellungen ergeben.

Begonnen wurde in den 4. Jahrgängen mit der Simulation des freien Falles nach unten. Beim „Verbessern“ wurde der senkrechte Wurf durch einen schiefen Wurf ersetzt. Dabei wurden die Kenntnisse über die Grundlagen der Vektorrechnung wiederholt. Durch Implementieren der Luftreibung entstehen gekoppelte Differentialgleichungen, die nicht mehr analytisch berechnet werden können. (Zu simulieren war die Flugbahn der „dicken Berta“ einer Kanone aus dem 1. Weltkrieg, und die Ergebnisse der Simulation mit den Daten aus dem Internet zu vergleichen.)

Den Abschluss dieses Zyklus bildete die Bearbeitung eines frei gewählten Beispiels aus einem vorgegeben Pool' von Aufgabenstellungen. (Bewegung eines Pendels, die Bewegung eines Kometen um die Sonnen, das „3-Körper“-Problem....)

3.3.2 Audio-Signalverarbeitung

Digitale Audiosignale sind Zahlenfolgen. Diese lassen sich mit den Methoden der Signalverarbeitung bearbeiten. Bearbeitete Zahlenfolgen lassen sich wieder am PC abspielen, so wurde die Signalverarbeitung hörbar.

Begonnen wurde mit der „Anatomie“ eines digitalen Audiosignals, damit sich gerechnete Audiosignale auch wieder anhören lassen. Anschließend wurde die Abtastung eines Signals, und den damit verbundenen Eigenschaften wie Abtastfrequenz und Nyquist Theorem behandelt. Im nächsten Schritt wurden einfache Differenzgleichungen auf diese Zahlenfolgen angewandt. Selbstverständlich sahen und hörten sich die Schülerinnen und Schüler das Ergebnis an und beschrieben ihre Erkenntnisse. Durch Einführung der Faltung und der damit der Filterkoeffizienten wurde das Interesse an der Gestaltung der Filterung (z.B. Ich will einen Hochpass!) geweckt. Die Einführung der z-Transformation als Designwerkzeug für digitale Filter bildete den Abschluss der Audio-Signalverarbeitung im 5. Jahrgang.

3.3.3 Bildbearbeitung

Die Bildverarbeitung „passt“ in mehrere Bereiche des Lehrplanes. Zu einem sind digitale Bilder durch Matrizen beschreibbar, zum anderen sind es, zwar diskrete aber doch, Funktionen in zwei Variablen. Zu guter letzt gibt es in den HTL Lehrplänen den Zusatz: „Anwendungen aus dem Fachgebiet“.

Im Folgenden werden wir an Hand der Bildbearbeitung den genaueren Aufbau, wie wir experimentelle Mathematik sehen, zeigen:

3.3.3.1 Manipulation der einzelnen Bildpunkte (Erzeugung eines Grauwertbildes aus einem Farbbild, Ändern des Kontraste, Farbauszüge.)

Pixel haben eine Farbe

Das erste Problem das auftrat, ist die Farbe der Bilder. Färbige Bilder sind streng genommen nicht einfache Funktionen in zwei Variablen, die einen Funktionswert haben sondern drei Werte, die die Farben rgb(rot-grün-blau) darstellen.

Die erste Aufgabe ein rgb-Bild wird ein sw-Bild. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler bestand nun darin für jedes Pixel aus den drei Farbwerten einen Wert, der am „besten“ die Helligkeit repräsentiert, zu bestimmen, und dies für alle Pixel des Bildes zu tun um anschließend dieses Bild anzuzeigen. Die Schülerinnen und Schüler waren sehr phantasievoll im „Erfinden“ derartiger Zuordnungen, das ging vom Maximalwert, den Mittelwert bis zur Norm der drei Zahlen.

In dieser Phase war es die Aufgabe des Lehrerteams den Schülerinnen und Schüler zu vermitteln, welche Möglichkeiten es für diese Zuordnung gibt und welche Eigenschaften damit verbunden sind.

Die Visualisierung ist hier ein wesentliches Element, da dadurch neben der formalen Darstellung als „Formel“ auch noch die Interpretation als Bild möglich ist. (Ohne PC geht das nicht!)

3.3.3.2 Manipulation eines Bildpunktes in Abhängigkeit seiner unmittelbaren Umgebung (Kantenerkennung durch diskretes Differenzieren des Bildes, Weichzeichner, Filtern mit speziellen Faltungskernen)

Pixel haben Nachbarn

Die nächste Form der Bildbearbeitung verwendet nicht nur die Information des Farbwertes (bzw. Grauwertes) eines Pixel, sondern bezieht auch die unmittelbaren Nachbarn ein.

Zum Einstieg in dieses Kapitel verwendeten wir einen einfachen Glättungsfilter. Für diesen müssten die Schülerinnen und Schüler ein neues Bild erstellen. Jedes Pixel des neuen Bildes am Ort (x,y) errechnet sich aus dem Mittelwert der drei Pixel des Originalbildes an den Stellen $(x-1,y)$, (x,y) , $(x+1,y)$. Die Schülerinnen und Schüler hatten nun die Möglichkeit die Formel des „Filters“ selbstständig zu verändern und die Ergebnisse darzustellen und zu kommentieren.

Wird als „Filterformel“ die Differenz zweier Pixelwerte verwendet, so entspricht dies einer partiellen Ableitung. Je nach dem welche Differenz verwendet wird, ändert sich das Ergebnisbild, es werden die senkrechten, bzw. die waagrechten Kanten deutlich sichtbar. (Oft erscheint das Bild sehr flau, also schwacher Kontrast; die meisten Schülerinnen und Schüler hatten damit aber kein Problem, da sie die Erfahrungen von früher (Grauwertmanipulation) verwenden konnten.

Damit alle Kanten unabhängig von ihrer Orientierung dargestellt werden ist der Begriff des totalen Differentials notwendig. Um einen neuen Pixelwert zu bekommen, müssen im Originalbild die Umgebungspixel mit speziellen Werte multipliziert und anschließend addiert werden. Wenn die Schülerinnen und Schüler bisher alles selber programmiert haben, war dieser Schritt auch kein Problem mehr.

Diese speziellen Werte können wieder als Matrix (der so genannte Faltungskern) geschrieben werden; der Vorgang des Multiplizierens und anschließender Addition

wird als Faltung bezeichnet. Mathematica hat für die Faltung eine eigene Routine, so dass die Berechnung des neuen Bildes mit relativ wenig Aufwand verbunden ist.

Für die Schülerinnen und Schüler gab es nun die Möglichkeit sich mit verschiedenen Faltungskernen und ihren eigenen Bildern zu „spielen“.

Neben der Suche im Internet nach „Schönen“ Faltungskernen, wurden Faltungskerne gesucht, die verschiedene Filter im Bildverarbeitungsprogrammen (z.B. Adobe-Photoshop) entsprechen. (z.B. der Gaußsche Weichzeichner, Kantenschärfung)

(Bemerkung: Die Entwicklung derartiger Faltungskerne ist Teil der digitalen Signalverarbeitung und ist zu diesem Zeitpunkt nicht vorgesehen, da wesentliche mathematische Inhalte fehlen.)

3.3.3.3 Manipulation des ganzen Bildes (Vergrößern eines Bildes, Drehen des Bildes,...)

Die Grenzen der Bilder sind variabel

Im dritten Teil der Bildverarbeitung wird das Bild als Ganzes gesehen. Im Zentrum steht die Frage: Wie lässt sich ein Bild vergrößern, wie lässt sich ein Bild um einen bestimmten Winkel drehen. Wäre das Bild eine stetige und nicht eine diskrete Funktion, so gibt es kein Problem. Da uns beim Vergrößern eines Bildes nur selten die richtigen Pixelinformationen zur Verfügung stehen, müssen diese aus den Originaldaten interpoliert werden. Begonnen wird mit der linearen Streckung eines Bildes in einer Richtung. An Hand dieses Beispielen erfahren die Schülerinnen und Schüler, was die lineare Interpolation ist. (Für die besseren Schülerinnen und Schüler wurde die lineare durch die kubische Interpolation ersetzt, auch diese finden sie z.B. im Photoshop, wenn die Bildgrößen verändert werden.)

Zu diesem Zeitpunkt war es für die Schülerinnen und Schüler kein Problem mehr „für alle Pixel“-Algorithmen zu programmieren. Es ergab sich auch fast schon automatisch, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig dies für beide Richtungen machen, und somit ein Bild in beiden Dimensionen beliebig vergrößern können. (Es ist erstaunlich festzustellen, wie genau sich manche Schülerinnen und Schüler sich das Ergebnis ansehen, und Kritik an der Methode üben!)

Beim Drehen des Bildes braucht das Erklären der Methode ein wenig mehr Zeit. Den Schülerinnen und Schüler war relativ bald klar, dass es mit Winkelfunktionen zu gehen hat. Triviale Formeln zu finden, die den ursprünglichen Ort des gedrehten Pixels bestimmen wurden bald gefunden. Diese Formeln aber so zu verändern, dass die Ausführungszeit ein Minimum wird dauert, liefert dafür bei den Schülerinnen und Schüler ein echtes AHA Erlebnis.

3.3.3.4 spezielle Aufgabenstellungen, die nicht in die obigen Kategorien hineinfallen (Mustererkennung, automatische Kontrastbearbeitung,)

Den Abschluss der Bildverarbeitung machten einige spezielle Aufgabenstellungen, die den Schülerinnen und Schüler einiges an der algorithmischen Umsetzung abverlangte.

Wie erstellt man aus einem Grauwertbild ein Falschfarbenbild? Die Schülerinnen und Schüler hatten die Aufgabe, sich zu überlegen, wie aus einer Information drei Farbwerte erzeugt werden können.

Die zweite Aufgabe aus dieser Serie war es eine sogenannte Coocurrence Matrix zu erzeugen, die eine Darstellung der Grauwerte in Bezug auf ihrer Nachbarschaft ermöglicht. Wie oft kommt ein Pixel mit der Helligkeit a (aufgetragen auf der waagrechten Achse) als rechter Nachbar mit der Helligkeit b (aufgetragen in der senkrechten Achse) vor. Interessant war dabei zu betrachten, wie die Schülerinnen und Schüler das entstandene „Bild“ interpretierten.

Den Abschluss des Semesters bildete die automatische Histogrammanpassung eines Grauwertbildes. (Die Grauwerte des Bildes sind so zu verändern, dass das Summenhistogramm eine Gerade ergibt.)

3.4 Umfragen

Im zweiten Semester führten wir eine Umfrage durch. Unmittelbar nach der 2. Schularbeit baten wir unsere Schülerinnen und Schüler der 4. Jahrgänge uns zwei kurze Fragen zu beantworten. Den Schülerinnen und Schüler wurde die Teilnahme daran freigestellt, ebenso, ob sie ihre Antworten anonym oder mit ihren Namen versehen wollen.

- Wie gefällt dir jetzt der Unterricht in Angewandter Mathematik?
- Wie ist es dir bei der Schularbeit ergangen?

Zur Schularbeit ist zu sagen, dass jeder Klasse eigene Aufgabenstellungen aus der Gruppe „spezielle Aufgabenstellungen“ (siehe oben) gestellt wurden. Die Antworten der Schülerinnen und Schüler finden sich im Anhang. (Anonyme Texte wurden mit annXX bezeichnet, die anderen Namen wurden anonymisiert)

4 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

Zu den einzelnen Kritikpunkte der Schülerinnen und Schüler:

4.1 Rückmeldungen

Die Erwartungshaltung der Schülerinnen und Schüler über eine Rückmeldung ihrer geleisteten Arbeit ist wesentlich höher als im traditionellen Unterricht. Eine ständige (d.h. wöchentlich) Rückmeldung ist nicht möglich. Wir versuchten in regelmäßigen Abständen globale feed-back zu geben. Für eine von den meisten Schülerinnen und Schüler gewünschten intensive Rückmeldung reicht nicht die Zeit nicht. Für das nächste Schuljahr ist es geplant, die Schülerinnen und Schüler einen Teil dieser Arbeit übernehmen zu lassen. Die Lernplattform Moodle könnte dabei hilfreich sein.

4.2 Wie bin ich auf die Uni vorbereitet?

Die Schülerinnen und Schüler haben in dieser Frage zwei genau konträre Positionen. Zum einen sind einige der Ansicht, dass diese Art des Unterrichtes sie gut darauf vorbereitet, andere haben Angst, dass ihnen die rechentechnischen Fähigkeiten fehlen werden.

Da es seitens der Universitäten auch keine klare Anforderungsprofile an Studienanfänger gibt, kann diese Frage zur Zeit nicht eindeutig beantwortet werden.

Eine höhere Motivation sich mit Mathematik zu beschäftigen, kann zumindest die Bereitschaft ein naturwissenschaftliches Studium zu beginnen erhöhen.

4.3 Zeitaufwand

Viele Schülerinnen und Schüler beklagen den Zeitaufwand den sie mit dieser Form des eigenständigen Unterrichtes haben. Da der direkte Vergleich mit früheren Jahrgängen fehlt, es auch keine Angaben über die weiteren Aktivitäten in den anderen Gegenständen gibt, ist diese Aussage eher mit Vorsicht zu sehen.

Da derartige Aussagen auch schon früher gekommen sind, haben wir den Kontakt zu den anderen Klassenlehrkräften gesucht um festzustellen, ob, und wenn ja, in welcher Form diese Kritik an der Belastung stimmt. Je nach Situation haben wir anschließend mit den Schülerinnen und Schüler darüber gesprochen.

4.4 Wahl der Aufgaben, Spaßfaktor

Die Rückmeldungen lassen den Schluss zu, dass die Schülerinnen und Schüler mit der Wahl der Aufgaben zufrieden waren. Die öfters vorkommende Formulierung „gut gewählt“ lässt auch auf darauf schließen, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit den Beispielen identifizieren konnten. Damit sehen wir eine der Hauptforderungen in der konstruktivistischen Didaktik nach authentischen Aufgabenstellungen erfüllt. Weiters sehen wir in der Mehrzahl der Fälle ein gestiegenes Interesse sich mit den Aufgaben eigenständig zu beschäftigen. Diese gestiegene intrinsische Motivation ist ebenfalls eine der Notwendigkeiten um nachhaltiges Lernen zu erreichen.

4.5 Portfolio und Leistungsbeurteilung

Alle Schülerinnen und Schüler haben ein Portfolio abgegeben. Für die meisten Schülerinnen und Schüler war es sehr erstaunlich, wie viel in diesem Schuljahr von ihnen geleistet wurden.

Die Selbstbeurteilung wurde auch im ersten Semester durchgeführt und war für viele der Schülerinnen und Schüler sehr unangenehm. Zu Ende des zweiten Semesters hat sich diese Einstellung geändert, da die Schülerinnen und Schüler im eigenen Portfolio ein „gutes“ Argument in den Notenverhandlung hatten.

4.6 Fazit

4.6.1 Bedeutung für den Lehrer

Neuartige Aufgabestellungen erfordern neue Vorbereitungen, im konkreten bedeutet dies das Erlernen einer Programmiersprache (des Computeralgebrasystemes). Es bedeutet auch, dass die Aufgaben die den Schülerinnen und Schüler gegeben werden selber programmiert werden. Nur so lässt sich der Zeitaufwand für die Schülerinnen und Schüler abschätzen. Es erfordert auch das Abstandnehmen von „lieb gewonnen“ Beispielen und Techniken. Gewinnen kann man dadurch wieder die Freude am Unterrichten der Mathematik, ein burn out kann damit vermieden oder bekämpft werden.

4.6.2 Bedeutung für die Schülerinnen und Schüler

Für die Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit dem Computer eine Selbstverständlichkeit (Wenn es darum geht, ein neues Spiel zu spielen, funktioniert der PC immer!). Die wesentlichen Inhalte der Mathematik können auch mit Beispielen aus der Welt der Jugendlichen vermittelt werden. Durch die erhöhte Motivation ergibt sich auch eine geänderte, ins positive verschobene Einstellung zur Mathematik, und das kann in einer technisch dominierten Welt kein Fehler sein.

4.6.3 Visionen

Der Einsatz den eigenen Notebook im Unterricht läßt neue Möglichkeiten im Unterricht zu. Um zu diesen Möglichkeiten zu kommen, wird es in der Zukunft notwendig sein sich den folgenden Fragen zu stellen.

- Warum unterrichten wir das, was wir derzeit unterrichten?
“Sind nur rechenbare Beispiele für der Unterricht geeignet“
- Was ist der Sinn des Gegenstandes Angewandte Mathematik?
“Über welche Anwendungen sprechen wir denn?“
- Welchen Stellenwert haben Bildungsstandards?
“Soll der PC bei den Bildungsstandards eine Rolle spielen?“

Aus der Sicht einer konstruktivistischen Didaktik ergibt sich für den Unterricht folgende Anforderungen:

- Authentische Aufgabenstellungen
“Um Schüler zu faszinieren, müssen es die Aufgaben sein, die die Faszination ausüben.“
- Lernumgebung
“Seit einigen Jahren gehören auch elektronische Umgebungen dazu, wie sie am besten einsetzen?“
- Rollenwechsel
“Der Lehrer wird zum Coach, doch wie geht man damit um?“

5 ANHANG

5.1 Files

- 1.) Das im Dokument beschriebene Mathematica file als .pdf zum leichteren lesen und als .nb zum direkten Bearbeiten in Mathematica. (Das Zusammenspiel von Word mit anderen Programmen ist nicht immer in der gewünschten Form möglich.)
- 2.) Eine kleine Gedankensammlung von mir zum Thema „Konstruktivismus“.

5.2 Umfragedaten der 4. Jahrgänge

Frage 1: Wie gefällt mir der Unterricht?

Frage 2: Wie war die Schularbeit?

KNAM

1.) die Art wie der Unterricht gehalten wird, ist meiner Meinung nach gut. Auf selbstständiges Arbeiten zu setzen fordert mich, aber die Art, wie auf Fragen eingegangen wird, finde ich nicht so gut. Da sie meistens auf nur auf spezifische Fragen eingehen. Oft wenn ich eine eher allgemeine Frage habe, sagen Sie, ich soll mich genauer beschäftigen -> aber wie wenn ich teilweise Allgemein stecken bleibe. (bei mehreren Drängen helfen Sie mir aber dann doch)

Der offene Unterricht ist für mich eine ziemlich gute Idee und kann eigentlich nicht viel negatives sagen, nur, dass ich gerne genauere Erläuterungen hätte.

2.) Ziemlich schlecht. Was aber nicht an der Angabe lag, diese war eigentlich mit Hilfe des Portfolios (und auch Mathematica-Hilfe) zu schaffen. Ich brauche nur leider ziemlich lange für Mathe, Programmieren etc., bis ich darauf komme wie genau ich das angehe. (meine Arbeitszeit fürs Portfolio ist ziemlich hoch, wenn ich ziemlich hoch meine, dann meine ich enorm hoch ☺)

ANN01

1.) Der Unterrichtsstil war eine enorme Umstellung. Das soll nicht negativ sein, einfach anders. Anfang des Jahres habe ich mir etwas schwer getan, dass ich selbstständig arbeite.

Sehr positiv sehe ich, dass Hausübungen und Abgaben über das Schuljahr mehr gewichten als ein einziger Tag (Schularbeit)

2.) Ich habe mir schwergetan, obwohl ich die beiden anderen Schularbeiten (Klasse A+B) detailliert analysiert habe.

FISV

1.)+ viel Platz für Kreativität

- zu plötzliches Eintauchen in einen neuen Lehrstoff (kaum Erfahrungen vorher gehabt was die Art dieser Arbeit angeht.

+ gute Hilfestellung im und außerhalb des Unterrichts via Email

- Keine Kontrolle der Arbeit

2.) - Ich finde die Form der Schularbeit nicht geeignet, da es von Schüler zu Schüler extrem schwanken kann.

- Ich sehe die Schularbeit wie das Arbeiten eines neuen Stoffgebietes auch wenn es nicht so extrem ist.

- Man musste hierbei Dinge einsetzen die wir gelernt haben sollten jedoch kann es sein das ein Schüler ganz andere Wege vorher gefunden hat und unbedingt darauf besteht darauf aufzubauen auch wenn sie hierfür völlig falsch sind.

FELA

1.) Prinzipiell fand ich das Thema des Unterrichts sehr interessant. Die Stunden wurden zum Programmieren genutzt und die nötigen „Formelanstöße“ fand ich auch gut (nicht zu viel und nicht zu wenig)

Ein Kritikpunkt ist das etwas niedrige Feedback der Professoren zu den eigenen Files (ja ich weiß es sind 100000 files) aber 1 x im Semester wäre ein Feedback schon angebracht gewesen)

2.) Sehr gut, ich hatte genug Zeit und zu kompliziert war die Aufgabenstellung auch nicht.

Erweiterungsmöglichkeiten der Funktionalität waren evtl. nicht so offensichtlich.

FIST

1.) Meiner Meinung nach fördert diese Art von Unterricht die Mathematisch stärken.

Also ich persönlich weis das ich Mathematisch schlecht bin. Es lag mir noch nie und dieses freie vollkommen selbst überlegen fällt mir wahnsinnig schwer. Ich hätte lieber fest vorgegebene regelnSchritt für Schrittdinge.

Also kurz gesagt denke ich das es für die stärkeren besser als für die schwächeren.

2.) Ich glaube meine Schularbeit sagt alles ☹.

WILM

1.) Ich fand den Unterricht generell um einiges interessanter als einen Normalen Mathe- Unterricht.

Vor allem das man am „Ende“ einer Arbeit ein „sichtbares“ Ergebnis hat.

2.) Anfangs sehr gut ich hatte eine ziemlich gute Vorstellung wie ich den Großteil der Aufgabe implementieren will.

In der Mitte der Schularbeit hatte ich einen Denkfehler der mich den Großteil der Schularbeit beschäftigte, kurz vor Schluss kam mir die Idee was ich falsch gemacht hatte bei meiner Zählschleife. Leider war die Zeit dann schon am Ende und ich konnte meine Idee nicht mehr umsetzen. Generell tue ich mir bei Aufgaben über einen längeren Zeitraum leichter, da man mehr Zeit zum Denken und ausprobieren hat und nicht wie ich bei dieser Schularbeit kurzfristig auf der „Leitung“ steht.

BIES

1.) einerseits finde ich es gut das man sich viel selbst suchen und lernen muss „learning by doing“. Doch wenn man einmal fehlt hat man es schwer zu folgen; aber ansonsten angenehm

2.) Es ist mir beim ersten Teil recht gut gegangen (Gamma-Wert-Verändern). Doch beim Histogramm hätte ich noch etwas mehr Zeit gebraucht. Durch einen Denkfehler habe ich es dann leider nicht ganz geschafft.

SCHD

1.) Mit dem Unterricht bin ich recht zufrieden, das System ist gut

2.) Bei der Schularbeit bin ich ziemlich in Panik verfallen, habe meines Erachtens recht wenig erreicht und ein schlechtes Gefühl.

Dies ist jedoch wohl eher meine Schuld als die des Unterrichts / der Lehrer.

HANT

1.) Ich fand das 1.Semester interessanter als das 2..Ich fand die Themen besser und es war auch für mich ein bisschen logischer als die Bildbearbeitung. Man konnte sich unter den alten Themen mehr vorstellen als bei dem Neuen.

Vom Unterricht hätte ich mir mehr Vortrag erwartet, da viele Themen für mich zu komplex waren, um selbst darauf zu kommen. Auch finde ich wäre eine Gruppenarbeit wie im 1.Semester besser, um einzelne Probleme mit einem Kollegen zu besprechen.

2.) Ich würde sagen sehr schlecht, im Nachhinein ärgere ich mich sehr, da mir jetzt einiges klarer ist als bei der Schularbeit. Leider hatte ich einige Probleme beim Umsetzen in Mathematica. Ich hatte im Kopf die Art und Weise wie ich es lösen werde, doch es scheiterte an der Umsetzung.

Besser fand ich die 1.Schularbeit, denn wenn man sich mit seinem Portfolio beschäftigt hatte, konnte man die Aufgabe lösen. Die heutige Aufgabe war auch lösbar, aber ich habe mich vielleicht zu dumm angestellt.

SCHS

1.) Das erste Halbjahr gefiel mir recht gut da die Portfoliothemen sehr interessant waren und der Stoff nicht nur Mathematik sondern auch Physik beinhaltet hat.

Das zweite Halbjahr gefiel mir weniger. Es war zwar teils auch interessant, jedoch finde ich, dass der Stoff um einiges schwieriger war und nicht mehr sehr viel mit Mathematik zu tun hatte. Vor allem im Vergleich zu 4.Klassen in anderen Abteilungen bzw. Schulen. Außerdem finde ich, dass das Programmieren nicht so stark in den M-Unterricht eingebaut werden sollte, da es in anderen Schulen (HTL's) auch nicht verlangt wird.

2.) Mir ging es bei der Schularbeit nicht so gut, da ich mir mit dem Thema eher schwer tat.

MART

1.) Ich finde den Unterricht sehr interessant (Bild und hoffentlich bald Soundbearbeitung). Außerdem gefällt es mir selbst herauszufinden wie die Bildbearbeitung funktioniert.

2.) Bei der Schularbeit hatte ich nur eine Fehlerquelle, die ich nicht beheben konnte, doch es hat trotzdem funktioniert. Am besten hatte ich eigentlich Spaß dabei

REIA

1.) Eigentlich eh ganz okay, aber einfachere Erklärungen wären hilfreich.

2.) Die Funktion sollte stimmen, jedoch habe ich einen kleinen Fehler übersehen und dadurch werden jetzt nur Fehlermeldungen ausgegeben.

POLS

1.) Im Großen und Ganzen fand ich den Unterricht bisher recht interessant. Nur wären umfassendere theoretische bzw. praktische Erklärungen gut. Für mich persönlich eher theoretische. So dass man mit etwas Eigenarbeit das nötige Verständnis bekommt, dass für die praktische Umsetzung nötig ist

2.) Das Histogramm kam unerwartet war jedoch nach Erklärung zu schaffen. Die Zeit war zu knapp da man nachdem das Programm erstellt hatte (fehlerfrei) für etwaige Erkenntnisse ja auch noch mit verschiedenen Werten testen und die Ergebnisse analysieren muss. Dafür war m.M.n. zu wenig Zeit vorhanden. Das führte dazu, dass meine theoretischen Erkenntnisse recht karg ausfielen

ann1:

Allgemein gefällt mir der Unterricht gut, meine Fragen können immer beantwortet werden

Fürs nächste Jahr wäre es vielleicht besser eine Explizite Aufgabe für die Hausübung zu bekommen, die man zu lösen hat. Denn sonst, so wie jetzt fehlt oft Motivation etwas zu machen, bzw. weiß man gar nicht was.

Wenn Skizzen auf der Tafel gezeichnet werden (a laa "kommst amal raus") sind diese meist zu klein, so dass am Ende eigentlich nichts mehr zu erkennen ist, als ein paar Striche und Pfeile, insbesondere dann, wenn man zu seinem Platz zurückkehrt und noch weiter weg sitzt.

zur Schularbeit:

diese Schularbeit fiel mir sehr leicht, nach einigen Nachfragen war auch die Aufgabenstellung klar.

Ich wäre eigentlich recht schnell fertig gewesen (wenn ich nicht lange nach einem Fehler gesucht hätte, wo ich auf das 0te Element zugreife) Für Leute dies es schnelle geschafft hätten wäre vielleicht noch ein Zusatzbeispiel möglich gewesen (meiner Meinung nach nicht unbedingt erforderlich)

ann2:

1.) gut freies Arbeiten

2.) Schlecht durch da freie Arbeiten kann es sein dass man sich in Probleme verfängt und von selbst nicht rauskommt

ann3:

Das Arbeiten an praxisnahen Beispielen fördert die eigenständige Beschäftigung und das Interesse am Unterricht. jedoch vergisst man mit der Zeit allmählich die Grundlagen, wenn man den Stoff außerhalb des Unterrichts nicht wiederholt.

Generell eine gute Vorbereitung auf das Studium

SA: Die Schularbeit war in meinen Augen relativ einfach. Im Vergleich zum anderen System finde ich, dass die stärkere Gewichtung der kontinuierlichen Arbeit besser ist, da die Leistung somit besser nachvollziehbar ist.

BEDA

1.) Ich finde, dass Mathematica ein interessantes Werkzeug ist, mit dem man viele Vorgänge in der Physik und der EDV besser versteht. Jedoch habe ich Angst, dass wenn ich studieren gehe, meine Studienkollegen nachhinken was z.B. die Wahrscheinlichkeitsrechnung angeht.

2.) die Aufgabenstellung war an die Zeit die wir dafür hatten angepasst, Sie forderte das Grundverständnis eines Bildaufbaues in Mathematica.

ann4:

1.) Ich finde die Bildbearbeitung war zwar interessant, aber die Grundlagen wurden am Anfang nicht ausreichend erklärt. Ich hätte mir zumindestens viel leichter getan, wenn die Grundlagen von Anfang an verstanden hätte.

2) Die Schularbeit war von der Durchführung her eigentlich relativ einfach. Die Kommentare zum Ergebnis waren schwer, da wir nur beschreiben konnten was uns auffiel und bei manchen Bildern war das nicht viel.

ann5:

1) feedback Unterricht

-Zeitdruck zu groß Enormer Zeitaufwand!

+Interessant+ nützlich

2) Feedback Schularbeit

+gutgewähltes Thema

ZELB

Unterricht

Die Form des Unterrichts fördert das eigenständige Arbeiten. Dadurch entstehen jedoch teilweise große Differenzen bei den einzelnen Schülern. Oft müssen viele kleine Details erarbeitet werden, die zwar viel Zeit einnehmen, jedoch im Nachhinein den Aufwand nicht widerspiegeln. Ich kann mir vorstellen, dass dadurch die Bewertung um einiges schwerer fällt.

Schularbeit:

Das Beispiel war gut gewählt und mit ausreichend Vorwissen leicht realisierbar. die Bewertung stelle ich mit jedoch hier aus gleichem Grund schwer vor.

konkretere Ziele bzw.: kein "offenes" Ende würden möglicherweise die Bewertung erleichtern.

ann6:

1.) Mathe Unterricht

Anfangs war es etwas mühsam, vor allem weil das Programm (Mathematica) einfach nicht wollte. Mathe ist mehr das was es einmal war! Und auch wenn ich das mathematische verstanden habe, ist es einfach an den mangelnden Mathematica-Kenntnis???. Somit an der Implementierung gescheitert. dadurch hats auch lange als Motivation gefehlt.

Wenn man sich aber mal erst etwas mit Mathematica auseinandersetzt und zurecht findet, macht die Sache auch mehr Spaß.

blöd ist, dass sich fast niemand traute grundlegende Fragen zu stellen bzw. diese auch nicht akzeptiert geschweige denn beantwortet wurden.

Somit waren viele von uns sehr oft ratlos und auch verzweifelt. Vor allem Feedback und Fehlerkorrektur der Abgaben fehlten meiner Meinung nach

2.) Schularbeit

Nachdem ich mich in letzte Zeit sehr intensiv mit Mathematica und Bildbearbeitung beschäftigt habe, war die Aufgabe nicht schwer zu lösen. Und auch sehr interessant.

MAUB

1.)Anfangs fand ich die Unterrichtsmethode nicht ideal. Aber sobald man anfängt etwas zu verstehen und sich damit beschäftigt, werden die Vorteile klar.

vorher habe ich mich noch nie so ausführlich mit Hausaufgaben (in Mathe) beschäftigt uns so viel verstanden. Im allgemeinen lerne ich jedoch besser durch selbstständige (und praxisorientierte) Beschäftigung mit dem Thema. ein bisschen mehr feedback und Möglichkeiten zu Vertiefung wären wünschenswert. Wie gut die anderen damit klar kommen hängt individuell davon ab, ob jemand besser selbstständig oder per Frontalunterricht lernen. Ich bevorzuge ersteres.

2.) Schularbeit

Zur Schularbeit hatte ich wieder ein Beispiel erwartet, mit dem überprüft wird, ob man das Portfolio selbst gemacht oder verstanden hat. Aber das Schularbeitsbeispiel war trotzdem eine interessante Herausforderung und nicht übermäßig schwer.

HERB

1.) + freies Arbeiten, Kreativität gefördert, guter Überblick über die Grundlagen der Implementation gewisser Algorithmen/Funktionen "warum "Photoshop so langsam/schnell ist"

- wenig Grundwissen durch freies Arbeiten ist unklar welches Lernziel erreicht werden soll

"persönliche Kritik" mir war generell unklar, was die "Ziele" sind, und wann eine Arbeit als "fertig" angesehen werden kann.

2.) Konnte weite Teile wieder verwenden, Bei der Aufgabenstellung wusste ich nicht, was ich als "extra" machen könnte.

5.3 Literatur

- R. ARNOLD AND H. SIEBERT(2003).Konstruktivistische Erwachsenenbildung. Von der Deutung zur Konstruktion von Wirklichkeit).Schneider Verlag Hohengehren.
- W. BRANDL(1997).Lernen als konstruktiver Prozess: Trugbild oder Wirklichkeit..<http://www.stif2.mhn.de/konstr1.htm>
- FÖRSTER, GLASEFELD, HEJL, SCHMIDT, AND WACLAVICK(1995).Einführung in den Konstruktivismus.Piper.
- C. T. FOSNOT(2005).Constructivism Revisited: Implications and Reflections).<http://www.odu.edu/educ/act/journal/vol16no1/fosnot.pdf>
- E. VON GLASERSFELD(2005).Radikaler Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme..Suhrkamp.
- E. GLASERSFELD(1992).Konstruktion der Wirklichkeit und des Begriffs der Objektivität).
- R. C. GONZALEZ AND R. E. WOODS(2003).Digital Image Processing..Prentice Hall.
- J. R. JOHNSON(1991).Digitale Signalverarbeitung. Mit vielen Aufgaben und Übungsbeispielen.Hanser Fachbuchverlag.
- D. MAIR(2006).E-learning- das Drehbuch: Handbuch Für Medienautoren und Projektleiter.Springer.
- H. R. MATURANA, F. J. VARELA, AND K. LUDEWIG(1990).Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens..Goldmann.
- B. NEUMANN(2004).Bildverarbeitung für Einsteiger. Programmbeispiele mit Mathcad.Springer, Berlin.
- NIEGEMANN, HESSEL, HOCHSCHEID-MAUEL, ASLANSKI, DEIMANN, AND KREUZBERGER(2004).Kompendium E-learning.Springer.
- NN().KonstruktivistischeLerntheorie).<http://www.coforum.de/?2627>
- PIAGET(2003).Meine Theorie der geistigen Entwicklung (2003).Beltz Taschenbuch, Fatke.
- K. REICH(2006).Konstruktivistische Didaktik. Mit CD-ROM. Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool).Beltz.
- A. RIEGLER().Link-Sammlung zu Radikaler Konstruktivismus.<http://www.univie.ac.at/constructivism/paper.html>
- H. SIEBERT(2005).Pädagogischer Konstruktivismus.Beltz Taschenbuch.
- TERGAN AND SCHENKEL(2004).Was macht e-learning erfolgreich?: Grundlagen und Instrumente der Qualitätsbeurteilung.Springer.
- K. D. TÖNNIES(2005).Grundlagen der Bildverarbeitung.Pearson Studium.
- P. WATZLAWICK(2006).Die erfundene Wirklichkeit.Piper.

