



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

S1 „Lehren und Lernen mit Neuen Medien“

**Auswirkungen des Einsatzes
Neuer Medien im Mathematikunterricht
auf Motivation und mathematisches
Verständnis der Schüler/innen**

ID 659

Mag. Gottfried Gurtner

**HLW für Kommunikations- und Mediendesign
des Schulvereins der Kreuzschwestern Linz**

Linz, Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	5
1 EINLEITUNG	6
1.1 Beschreibung der Schule	6
1.2 Beschreibung der Projektklasse.....	6
1.3 Motivation für das Projekt.....	6
2 ZIELE UND ERWARTUNGEN	7
2.1 Ausgangssituation.....	7
2.2 Projektziele	8
2.3 Persönliche Ziele	8
2.4 Untersuchungsfragen.....	8
2.5 Erwartungen.....	9
3 PROJEKTVERLAUF	10
3.1 Verwendung von EXCEL	10
3.1.1 Einsatz im Unterricht.....	10
3.1.2 Eigenständiges Arbeiten	11
3.2 Lernplattform Moodle	11
3.3 Lernpfad zur Differentialrechnung.....	13
3.4 Verwendung des CAS Derive	15
3.5 Einsatz der Software GeoGebra	15
3.6 Evaluationsmethoden	15
4 EVALUATION UND ERGEBNISSE	16
4.1 Motivation im Mathematikunterricht	16
4.1.1 Fragebogen zur Motivation	17
4.1.2 Motivationsverlauf	18
4.2 Einsatz Neuer Medien.....	21
4.2.1 Einsatz von EXCEL.....	21
4.2.2 Lernpfad zur Differentialrechnung.....	21
4.2.3 Interviews.....	22
4.2.4 Fragebogen zum Computereinsatz.....	23

4.2.5	Fragebogen zum Softwareeinsatz	24
4.3	Leistungsfeststellungen.....	24
5	DISKUSSION UND INTERPRETATION.....	26
5.1	Motivation im Mathematikunterricht	26
5.1.1	Zeitlicher Verlauf der Motivation.....	26
5.1.2	Einfluss motivierender Faktoren.....	27
5.2	Einsatz Neuer Medien.....	28
5.2.1	Einsatz von EXCEL.....	28
5.2.2	Verwendung von Moodle	28
5.2.3	Einsatz des Lernpfads „Differentialrechnung“	29
5.2.4	Verwendung des CAS Derive	30
5.2.5	Einsatz der Software GeoGebra	31
5.3	Lernergebnisse	32
5.4	Resümee und Ausblick	32
6	LITERATUR.....	33
7	ANHANG	34
7.1	Fragebögen.....	34
7.1.1	Fragebogen zur Motivation	34
7.1.2	Fragebogen zu eLearning.....	35
7.1.3	Fragebogen zum Softwareeinsatz	37
7.2	Interviews.....	39
7.2.1	Interviewfragebogen	39
7.2.2	Transkription von Interview 1	40
7.2.3	Transkription von Interview 2	42
7.2.4	Transkription von Interview 3	44
7.2.5	Transkription von Interview 4	47
7.2.6	Sichtweise und Kommentar des Interviewers	50
7.3	Materialien	51
7.3.1	Wiederholung Sparbuch.....	51
7.3.2	Wiederholung Prämiensparen.....	51
7.3.3	Wiederholung Kredittilgung	51
7.3.4	Bausparen.....	51
7.3.5	1. Schularbeit	51

7.3.6 Wiederholung 1	51
7.3.7 Wiederholung 2.....	51
7.3.8 Wiederholung 3.....	51
7.3.9 Wiederholung mit Derive.....	51
7.3.10 Arbeitsauftrag mit GeoGebra	51
7.3.11 GeoGebra-Applet zum Cournotschen Punkt.....	51
7.3.12 GeoGebra-Applet zum Betriebsoptimum	51
7.3.13 2. Schularbeit	51

ABSTRACT

Ziel dieses Projekts war es, eine dritte Klasse einer Höheren Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe stärker für den Mathematikunterricht zu motivieren. Da es sich um eine Notebookklasse handelt, wurde versucht durch praxisorientierte Aufgabenstellungen und Computereinsatz mehr Interesse für Mathematik zu wecken. Finanzmathematische Aufgabenstellungen wurden mittels Tabellenkalkulation gelöst, Informationen und Daten wurden über die Lernplattform Moodle ausgetauscht und eLearning wurde anhand eines Lernpfades erprobt. Mit Hilfe dynamischer Geometriesoftware wurden die Grundbegriffe der Differentialrechnung veranschaulicht und das Gelernte auf Fragestellungen der Wirtschaftsmathematik angewandt, wobei das Computeralgebrasystem Derive die Berechnungen erleichterte.

Schulstufe: 11

Fächer: Mathematik und Angewandte Mathematik

Kontaktperson: Mag. Gottfried Gurtner

Kontaktadresse: g.gurtner@eduhi.at

1 EINLEITUNG

Ich unterrichte seit 13 Jahren am Schulzentrum des Schulvereins der Kreuzschwestern Linz¹, einer katholischen Privatschule, die Gegenstände Mathematik und Chemie. Ich bin Stammlehrer am Gymnasium der Kreuzschwestern und an der HLW für Kommunikations- und Mediendesign mitverwendet.

1.1 Beschreibung der Schule

Die HLW wurde vor 6 Jahren als neuer Schultyp des Schulzentrums der Kreuzschwestern gegründet. Beim Ausbildungsschwerpunkt „Kommunikations- und Mediendesign“ handelt es sich um einen Schulversuch. Die drei Schwerpunkte dieses Schulversuches sind Allgemeinbildung, betriebswirtschaftliche Ausbildung und Berufsbildung im Bereich Kommunikations- und Mediendesign mit dem Schwerpunkt Webdesign.

Details finden Sie auf der Schulhomepage <http://mediendesignschule.at>.

Derzeit umfasst die HLW 8 Klassen.

1.2 Beschreibung der Projektklasse

Die Projektklasse ist eine 3. Klasse HLW mit 18 Schülern/innen (12 Mädchen, 6 Burschen). Zu Beginn der 1. Klasse betrug die Schüler/innenanzahl noch 29, am Beginn der 2. Klasse 24. Das Schuljahr endet in der 3. Klasse wegen des anschließenden dreimonatigen Pflichtpraktikums bereits Ende Mai.

Vom 1. bis zum 4. Jahrgang werden jeweils 2 Wochenstunden Mathematik und Angewandte Mathematik unterrichtet.

Anlass für das Projekt war eine für mich sehr unbefriedigende Situation im Mathematikunterricht. Die Schüler/innen zeigten in der 1. und 2. Klasse nur wenig Interesse am Gegenstand Mathematik, waren großteils nicht leistungswillig und zweifelten häufig die "Brauchbarkeit" des zu Lernenden an. Der Großteil der Klasse lernte nur unter „Notendruck“ und die halbe Klasse befand sich auf dem Leistungsniveau Genügend/Nicht genügend. Die Arbeitshaltung der Klasse war auch in anderen Gegenständen ähnlich.

1.3 Motivation für das Projekt

Hauptgrund für die Einreichung des MNI-Projekts war die Möglichkeit einer externen Beratung und Evaluation.

Da die Projektklasse ab dem Schuljahr 2006/07 als Notebookklasse geführt wird, eröffneten sich für die Gestaltung des Unterrichts und die Gewichtung der Lernziele neue Möglichkeiten. Alle Notebookklassen sind mit einem Beamer ausgestattet.

Da der Computereinsatz im Mathematikunterricht einen wesentlichen Faktor im Projektverlauf darstellen sollte, erfolgte die Zuordnung des Projekts zum Schwerpunkt S1 (Lehren und Lernen mit Neuen Medien).

Da die Schulleitung Innovationen generell befürwortet und unterstützt, stand sie dem Projekt positiv gegenüber.

¹ Das Schulzentrum der Kreuzschwestern Linz umfasst eine Volksschule, eine Hauptschule, ein Gymnasium, eine Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe (HLW) und eine Bildungsanstalt für Kindergartenpädagogik mit angeschlossenem Übungskindergarten.

2 ZIELE UND ERWARTUNGEN

2.1 Ausgangssituation

Hauptursache der unbefriedigenden Situation im Mathematikunterricht war aus meiner Sicht die fehlende Motivation bei vielen Schülern/innen.

Die nötige Aufmerksamkeit im Unterricht war bei vielen Schülern/innen nicht gegeben. Hausübungen wurden häufig mit der Rechtfertigung, sich nicht ausgekannt zu haben, nicht erbracht. Gelernt wurde vorwiegend kurzfristig vor den Schularbeiten und Tests. Die Ergebnisse der Leistungsfeststellungen waren nicht zufrieden stellend, wie die folgende Tabelle zeigt.

Note	1	2	3	4	5
1. Schularbeit 2004/05	0	3	14	6	5
1. Test 2004/05	2	2	3	6	13
2. Test 2004/05	1	3	4	9	10
2. Schularbeit 2004/05	1	5	5	6	10
1. Test 2005/06	0	1	7	6	10
1. Schularbeit 2005/06	0	4	5	10	5
2. Schularbeit 2005/06	1	2	11	2	7

Tabelle 1: Ergebnisse der schriftlichen Leistungsfeststellungen in den Schuljahren 2004/05 und 2005/06

Die Rechenfertigkeit (algebraische Umformungen, Lösen von Gleichungen,...) der Schüler/innen war im Durchschnitt sehr schwach. Mit den zwei zur Verfügung stehenden Wochenstunden war es nicht möglich, den Stoff im Unterricht noch ausführlicher zu üben.

Die Übungsaufträge für zu Hause wurden, wie schon erwähnt, häufig nicht erfüllt. Einen Förderkurs wollte ich aufgrund der mangelhaften Arbeitshaltung nicht anbieten, weil das Bemühen der Schüler/innen für mich die Voraussetzung für zusätzliche Fördermaßnahmen darstellt.

Eine kurze schriftliche Evaluation am Ende des Schuljahres 2005/06 zeigte, dass alle Stoffgebiete mit Anwendungscharakter (Kosten-Preis-Theorie, Trigonometrie, natürliche Wachstums- und Abnahmeprozesse) überwiegend positiv bewertet wurden. Auch der gelegentliche Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms in der 2. Klasse führte zu durchaus zufrieden stellenden Ergebnissen.

2.2 Projektziele

Ein Ausblick auf die 3. Klasse zeigte, dass eine starke Anwendungsorientierung in den Kapiteln Finanzmathematik und Differentialrechnung möglich ist, die fehlende Rechenfertigkeit und Rechensicherheit aber ein großes Handicap beim Bearbeiten dieser Aufgaben darstellen würden.

Häufiger Notebookeinsatz und die Behandlung vorwiegend anwendungsorientierter Aufgabenstellungen sollen bei den Schülern/innen mehr Interesse wecken und sie dazu animieren, sich mit dem Lehrstoff intensiver auseinanderzusetzen.

Durch Einsatz von Tabellenkalkulation und Computeralgebrasystemen (CAS) sollte weniger Zeit zum Trainieren der Rechenfertigkeit aufgewendet werden, dafür sollten die höheren Lernziele (Modellbilden, Begründen, Argumentieren,...) im Vordergrund stehen.

Diese Maßnahmen sollten zu einer höheren Motivation, besserer Mitarbeit und einem tieferen Verständnis des Lernstoffes führen.

Ich erhoffte mir, dass der Großteil der Klasse durch regelmäßigeres Lernen und mehr Aufmerksamkeit im Unterricht auch ohne „Notendruck“ das Jahresziel erreicht.

2.3 Persönliche Ziele

Manche Fachkollegen/innen an der Schule stehen dem Einsatz Neuer Medien im Mathematikunterricht, insbesondere der Verwendung von CAS als Rechenhilfsmittel skeptisch bis ablehnend gegenüber. Es wird befürchtet, dass die Rechenfertigkeit und die Genauigkeit der Schüler/innen darunter leiden.

Diese mathematischen Bildungsziele besitzen aus meiner Sicht heutzutage nicht mehr die höchste Priorität, insbesondere an einer BHS wie der HLW. Die Vermittlung der Kompetenzen Modellbilden, Problemlösen, Begründen, Argumentieren sollte im Vordergrund stehen. Der Mathematikunterricht an der HLW wurde aus meiner Sicht bisher zu „rechenlastig“ gestaltet. Computerunterstützte Mathematik wurde nur fallweise als Ergänzung eingesetzt.

Ein Ziel war daher auch zu dokumentieren, dass verstärkte Anwendungsorientierung und verstärkter Computereinsatz zu einem gesteigerten Interesse am Gegenstand und zu besseren Leistungen führen. Dies sollte eine Anregung für die Kollegen/innen sein, dies auch zu erproben und unter Umständen die Lerninhalte und Lernziele anders zu gewichten.

Persönlich erwartete ich mir vom Projekt einen für Lehrer- und Schüler/innenseite befriedigenderen Mathematikunterricht und aufgrund der ausführlichen Evaluation Rückschlüsse, was ich in anderen HLW-Klassen in Zukunft sowohl methodisch als auch inhaltlich verändern kann, sodass Mathematik mehr Akzeptanz bei den Schülern/innen findet.

2.4 Untersuchungsfragen

Die Untersuchungsfragen zu Beginn des Projektes lauteten:

- 1: Sind die Schüler/innen in diesem Schuljahr im Mathematikunterricht motivierter als in den beiden vergangenen Jahren?
- 2: Welche Faktoren/Maßnahmen wirken in der Projektklasse in welchem Ausmaß motivationssteigernd?
- 3: Wirkt sich erhöhte Motivation positiv auf die Leistungen aus?

4: Lassen sich durch den Einsatz Neuer Medien bessere Lernergebnisse erzielen?

Die Untersuchungsfragen 1-4 resultierten aus den Inputs beim Evaluationsworkshop im Oktober, den anschließenden Überlegungen und Reflexionen und einem kurzen Beratungsgespräch mit einem Referenten des Workshops.

Aufgrund der schweren „Messbarkeit“ entschloss ich mich, das Erreichen eines höheren mathematischen Verständnisses der Schüler/innen nicht in die Untersuchungsfragen zu integrieren. Ich beabsichtigte, die Ergebnisse der Leistungsfeststellungen und die Zeugnisnoten als Maß für den Lernerfolg zu verwenden.

Eine neue Untersuchungsfrage ergab sich im Jänner aufgrund der Erprobung verschiedener eLearning-Inhalte.

5: Welche Variante von Computereinsatz führt in welchem Ausmaß zu einer höheren Motivation bzw. zu einem besseren Verständnis der Lerninhalte?

2.5 Erwartungen

Meine Hypothesen lauteten:

- 1: Die Mehrheit der Schüler/innen wird in diesem Schuljahr im Mathematikunterricht motivierter sein als in den beiden vergangenen Jahren.
- 2: Anwendungsorientierte Aufgabenstellungen und die Reduktion von „händischen“ Berechnungen wirken am stärksten motivationssteigernd.
- 3: Durch die erhöhte Motivation verbessern sich die Leistungen (Noten).
- 4: Der Einsatz Neuer Medien führt bei manchen Schülern/innen zu besseren Lernergebnissen.
- 5: Der Einsatz von Tabellenkalkulation, CAS und dynamischer Geometriesoftware erhöht die Motivation und hat auch bessere Lernergebnisse zur Folge.

3 PROJEKTVERLAUF

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie Neue Medien im Unterricht eingesetzt wurden und welche Evaluationswerkzeuge verwendet wurden.

Oktober	Einsatz von EXCEL für Berechnung von Sparguthaben (Sparbuch und Prämiensparen)
November	Leasingzahlungen, Kredittilgung mit EXCEL; Einführung der Lernplattform Moodle; Fragebogen zu Motivation
Dezember	Erstellen des finanzmathematischen „Kleinprojekts“; Auswertung der Motivationstabellen
Jänner	Berechnung eines Bausparvertrags mit EXCEL; 1. Schularbeit; Beginn des Lernpfads „Einführung in die Differentialrechnung“
Februar	Bearbeiten des Lernpfads, Abgabe von Aufgaben in Moodle; Interviews zu Motivation und eLearning; Fragebogen zu eLearning
März	Verwendung des CAS Derive für Kurvenuntersuchungen
April	Einsatz von Derive (Wirtschaftsmathematik); Einsatz der dynamischen Geometriesoftware GeoGebra; Auswertung der Motivationstabellen
Mai	Einsatz von Derive für Kosten- und Preistheorie; 2. Schularbeit; Fragebogen zu Softwareeinsatz

Tabelle 2: Projektinhalte und zeitlicher Verlauf

3.1 Verwendung von EXCEL

3.1.1 Einsatz im Unterricht

Von Mitte September bis Mitte Dezember wurde das Thema Finanzmathematik sehr ausführlich behandelt. Ab Anfang Oktober hatten alle Schüler/innen ein Notebook zur Verfügung. Ende September begann der Computereinsatz im Unterricht. Anfangs wurde er nur für kurze Demonstrationen mit Tabellenkalkulation (EXCEL) verwendet, dann wurden auch bereits computerbezogene Arbeitsaufträge erteilt.

In den folgenden Wochen wurde EXCEL vor allem für Aufgaben zu den Themen Prämiensparen und Kredittilgung eingesetzt. Das Bereitstellen von Dateivorlagen und die Abgabe der ausgefüllten Dateien erfolgten über den Klassenserver.

Fragestellungen mit unbekanntem Zinssätzen oder Renditen, die durch „händische“ Berechnungen nicht gelöst werden konnten, wurden entweder mittels der Zielwertsuche von EXCEL oder mit Hilfe des CAS Derive gelöst.

Zu den Themen Sparbuch (einfache Verzinsung), Prämiensparen und Kredittilgung wurden drei angekündigte Arbeitsüberprüfungen² durchgeführt, bei denen die Schüler/innen jeweils ein Kalkulationsblatt mit EXCEL zu erstellen hatten. Die Aufgabenstellungen waren völlig analog zu den gemachten Schul- und Hausübungsaufgaben.

3.1.2 Eigenständiges Arbeiten

Die Schüler/innen bekamen Ende Oktober den Auftrag, Materialien von Banken, Versicherungen, etc. zu sammeln, weil sie ein „Kleinprojekt“ durchzuführen hatten. Dabei war ein Angebot einer Bank, einer Versicherung, ... händisch und mittels Tabellenkalkulation nachzurechnen.

Während der Weihnachtsferien war das Endkapital eines Bausparvertrags³ mittels EXCEL zu berechnen.

Der Originalarbeitsauftrag lautete:

Informiere dich über die aktuellen Bausparzinsen, die (jährliche!) Bausparprämie und nimm eine Kontoführungsgebühr von 2,50 Euro pro Jahr an.

Öffne die Datei "Bausparen.xls", fülle die Eingabefelder aus und vervollständige die Tabelle für 6 Jahre Ansparzeit, wenn monatlich die angegebene Rate eingezahlt wird.

Die Formeln in den Spalten "Prämie" und "Kontoführung" dürfen auf keinen Fall verändert werden!!! Diese Formeln ab dem 12. Monat(!!) nach unten ausfüllen.

3.2 Lernplattform Moodle

Seit November 2006 ist die Lernplattform Moodle für das Schulzentrum der Kreuzschwestern verfügbar. Dies war am Beginn des Schuljahres noch nicht absehbar bzw. mir nicht bekannt. Aus diesem Grund wurde der Einsatz von Moodle kurzfristig in die Projektplanung übernommen.

Im Gegenstand Medieninformatik verwendeten die Schüler/innen den schulinternen „Virtual Classroom“ als CMS.

Nach ein paar Wochen Kennenlern- und Testphase richtete ich einen Kurs für die Projektklasse ein und setzte Moodle ab Dezember im Mathematikunterricht ein. Es wurde vereinbart, dass der Medieninformatiklehrer die Klasse mit den technischen Details und der Bedienung der Plattform vertraut macht.

Ich verwendete Moodle anfangs hauptsächlich zum Bereitstellen von Informationen und Arbeitsaufträgen, gelegentlich mussten die Schüler/innen auch die Lösungen von Übungsaufgaben oder Hausübungen in Moodle bis zu einem bestimmten Termin abspeichern.

² Aufgabenstellungen im Anhang

³ Dateivorlage im Anhang

Auch die EXCEL-Datei zum finanzmathematischen „Kleinprojekt“ war über Moodle abzugeben. Das Projekt durch wurde Vergabe von maximal 10 Punkten beurteilt, die Punktevergabe wurde durch Kommentare begründet. Die Beurteilung war online einzusehen.

Auch das während der Weihnachtsferien mit EXCEL zu erstellende Bausparvertragsmodell mit monatlichen Zahlungen war in Moodle zu speichern.

Die Schüler/innen wurden beauftragt, regelmäßig in Moodle nachzusehen, ob dort neue Informationen oder Arbeitsaufträge vorhanden sind. Diese Vereinbarung galt auch für Schüler/innen, die im Unterricht gefehlt hatten.

Bei der ersten Schularbeit⁴ Mitte Jänner musste die Vorlage für eine Aufgabe von Moodle heruntergeladen und die Lösung hochgeladen werden.

Abbildung 1: Screenshot zum Aufbau des Moodle-Kurses

⁴ Aufgabenstellung im Anhang

	Punkt	Kommentar	Zuletzt geändert (Teilnehmer/in)	Zuletzt geändert (Lehrer/in)
	7 / 10	Die händische Berechnung ...	finanzmathematik_kleinprojekt_figl.xls Montag, 4 Dezember 2006, 10:16	Montag, 11 Dezember 2006, 19:18
	-		Donnerstag, 7 Dezember 2006, 21:21	Montag, 11 Dezember 2006, 19:18
	7 / 10	Bei der EXCEL-Tabelle ...	_bausparer_benedikt_hageneder_.xls Montag, 4 Dezember 2006, 10:35	Montag, 11 Dezember 2006, 19:20
	8 / 10	Berechnungen und ...	lebensversicherung_hutterer.xls Montag, 4 Dezember 2006, 10:41	Montag, 11 Dezember 2006, 19:21
	7 / 10	Du gehst von falschen ...	jungwirth_hyundai-tucson.xls Sonntag, 3 Dezember 2006, 16:14	Montag, 11 Dezember 2006, 20:11
	9 / 10	Du hast ein eher ...	kitzmueller_kredit.xls Sonntag, 3 Dezember 2006, 18:40	Donnerstag, 7 Dezember 2006, 21:46
	7 / 10	In Spalte F verweist ...	kleinprojekt_bausparer.xls Montag, 4 Dezember 2006, 09:26	Montag, 11 Dezember 2006, 19:44
	8 / 10	Du hast eine sehr(!) ...	matscheko_projekt_ratenzahlung.zip Sonntag, 3 Dezember 2006, 23:28	Donnerstag, 7 Dezember 2006, 21:56
	7 / 10	Du hast Bausparprämie, ...	kleinprojekt_mayr.xls Sonntag, 3 Dezember 2006, 14:45	Montag, 11 Dezember 2006, 19:48
	5 / 10	Die händische Berechnung ...	vicoria_bausparen_eur.xls Montag, 4 Dezember 2006, 09:47	Montag, 11 Dezember 2006, 19:52
	8 / 10	In der EXCEL-Tabelle ...	tilgung_PROBST.xls Montag, 4 Dezember 2006, 07:47	Montag, 11 Dezember 2006, 19:56
	8 / 10	Du hast ein ziemlich ...	rainer_kleinprojekt.xls Sonntag, 3 Dezember 2006, 19:20	Montag, 11 Dezember 2006, 19:57
	0 / 10	Du hast leider keine ...	Donnerstag, 7 Dezember 2006, 22:14	Montag, 11 Dezember 2006, 19:58
	7 / 10	Das Beispiel ist ...	projekt_rossrucker.xls Dienstag, 5 Dezember 2006, 12:51	Montag, 11 Dezember 2006, 20:00
	4 / 10	In der EXCEL-Tabelle ...	bauspar_volksbank.xls Montag, 11 Dezember 2006, 20:07	Montag, 11 Dezember 2006, 20:07

Abbildung 2: Screenshot zur Beurteilung des „Kleinprojekts“ in Moodle (Kursteilnehmer/innen ausgeblendet)

3.3 Lernpfad zur Differentialrechnung

Von Anfang Jänner bis Mitte Februar sollten die Schüler/innen anhand des Online-Lernpfades „Einführung in die Differentialrechnung“⁵ die Grundlagen der Differentialrechnung eigenständig erarbeiten.

Der Lernpfad ist auf <http://www.austromath.at/medienvielfalt/> frei verfügbar. Er kann online bearbeitet, aber auch heruntergeladen werden.

Die Lernpfade auf dieser Homepage sind das Ergebnis eines Projektes, das von den Mathematik-Initiativen ACDCA⁶, mathe online⁷ und GeoGebra⁸ unter dem Titel „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“ initiiert und in den Jahren 2004 - 2006 durchgeführt wurde. Die zentralen Ziele dieses Projekts waren laut Projektbeschreibung „die Entwicklung von Konzepten für eine ideale Medien- und Methodenkombination unter Integration der zur Verfügung stehenden Technologien“.

Details sind unter

http://www.austromath.at/medienvielfalt/content/mv_Summary06.pdf nachzulesen.

Die Schüler/innen hatten den Auftrag, den Lernpfad auf ihr Notebook zu laden und dann Schritt für Schritt durchzuarbeiten. Die einzelnen Schritte waren den Arbeitsanweisungen entsprechend zu dokumentieren. Auftretende Probleme sollten durch Partner- oder Gruppenarbeit gelöst werden.

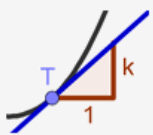
⁵ Dieser Lernpfad wurde 2005 von Dr. Markus Hohenwarter und Mag. Gabriele Jauck erstellt.

⁶ ACDCA steht für Austrian Center for Didactics of Computer Algebra, siehe <http://www.acdca.ac.at/>

⁷ Siehe <http://www.mathe-online.at/>

⁸ Siehe <http://www.geogebra.org/cms/>

Zur Bearbeitung des Lernpfads waren 6-8 Unterrichtsstunden veranschlagt. Es war beabsichtigt, dass sich das individuelle Lerntempo positiv auf den Lernprozess auswirkt. Schüler/innen, die während der Unterrichtsstunde mit dem Bearbeiten der vorgesehenen Sequenzen nicht fertig wurden, hatten dies als Hausübung fertig zu stellen.



[Home](#)
 Quiz zum Einstieg
 Lineare Funktionen
 Mittlere Änderung
 Differenzenquotient
 Sekante
 Tangentenbegriff
 Differentialquotient
 Ableitung
 Ausblick

Hilfe
 Impressum
 Weitere Infos

M. Hohenwarter
 G. Jauck
 © 2005


Einführung in die Differentialrechnung

In diesem Lernpfad kannst du die grundlegenden Zusammenhänge der Differentialrechnung anhand vieler interaktiver Übungen entdecken. Am Ende wirst du wissen, was Mathematik mit Hammerwerfen und dem Sprung eines Boarders oder Skaters zu tun hat.


Dabei lernst du die grundlegenden Begriffe der Differentialrechnung wie mittlere Änderungsrate, Steigung, Sekante, Tangente, Differenzenquotient, Differentialquotient und Ableitung kennen.

Technische Voraussetzungen

Damit alle interaktiven Übungen in diesem Lernpfad funktionieren, muss auf deinem Rechner [Java](#) installiert und [JavaScript](#) aktiviert sein. Du wirst außerdem mit der kostenlosen Mathematiksoftware [GeoGebra](#) und einem Tabellenkalkulationsprogramm arbeiten.



Markus Hohenwarter und Gabriele Jauck
[Medienvielfalt im Mathematikunterricht](#)
 unterstützt vom bm:bwk



Bildquelle: NAID

Abbildung 3: Screenshot zur Gliederung des Lernpfads

Differentialrechnung

Informiere dich in der Enzyklopädie [Wikipedia](#) über den Begriff [Differentialrechnung](#). Lies vorläufig nur die Einleitung, um das zentrale Thema und einige der Begriffe, die dich erwarten, kennen zu lernen. Notiere alle Begriffe, die für dich neu sind, in deinem Heft.

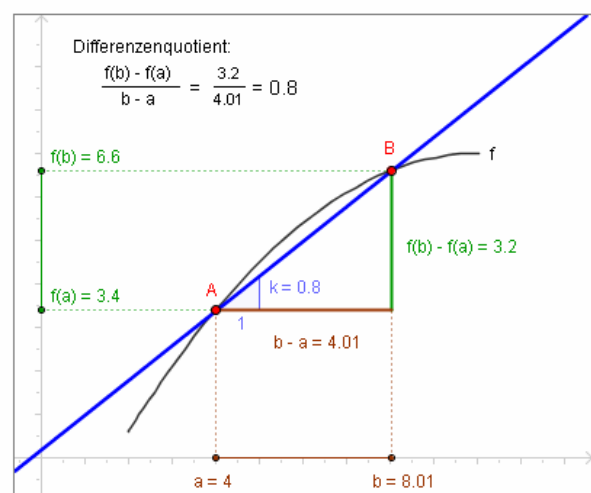
Differenzenquotient

Der Differenzenquotient (die mittlere Änderungsrate) ist das Verhältnis der Änderung der Funktionswerte $f(b) - f(a)$ zur Änderung der Argumente $b - a$ im betrachteten Intervall $[a; b]$.

$$\text{Differenzenquotient} := \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

Er kann auch als **mittlere Änderung** der Funktionswerte pro Argumenteinheit aufgefasst werden und ist ein Maß dafür, wie "schnell" sich eine Funktion in diesem Intervall ändert.

- Schreibe die Definition des Differenzenquotienten zusammen mit einer Skizze in dein Heft.
- Verschiebe im rechten Fenster die roten Punkte. Welche Bedeutung hat der Differenzenquotient für die blaue Gerade? Schreib deine Vermutung auf.
- Was passiert, wenn im rechten Fenster die beiden Punkte zusammenfallen?



© M. Hohenwarter und G. Jauck, 2005, erstellt mit [GeoGebra](#)

Abbildung 4: Screenshot eines Arbeitsauftrages samt einer GeoGebra-Animation zum Thema Differenzenquotient

3.4 Verwendung des CAS Derive

Bei finanzmathematischen Fragestellungen nach unbekanntem Zinssätzen wurden fallweise Gleichungen höheren Grades numerisch mit Derive gelöst. Derive wurde ab März vorrangig dazu eingesetzt, bei Kurvenuntersuchungen und Aufgaben zur Kosten- und Preistheorie Rechenarbeit einzusparen und um die Funktionen grafisch darzustellen.

Bei „Umkehraufgaben“ wurden die Gleichungssysteme mittels Derive gelöst.

Die Lernziele in diesen Kapiteln waren, die kennen gelernten Lösungsstrategien richtig anwenden und auch begründen zu können sowie die Zusammenhänge grafisch darstellen und auch interpretieren zu können.

3.5 Einsatz der Software GeoGebra

Die dynamische Geometriesoftware GeoGebra war der Klasse seit dem Lernpfad zur Differentialrechnung bekannt. Bei den dabei verwendeten Applets ging es darum, die Begriffe Differenzenquotient, Differentialquotient, Steigung, Sekante, Tangente kennen zu lernen und besser zu verstehen.

Im Abschnitt Kosten- und Preistheorie erstellte ich zwei Applets, anhand derer die Begriffe Cournotscher Punkt und Betriebsoptimum erarbeitet werden sollten⁹.

3.6 Evaluationsmethoden

Da eine so ausführliche Unterrichtsevaluation wie es bei MNI-Projekten gefordert wird, für mich Neuland war, nahm ich Ende Oktober an dem für die Projektnehmer angebotenen Evaluationsworkshop teil.

Ich entschloss mich, als Hauptinstrument der Evaluation Fragebögen einzusetzen. Die Motivation der Schüler/innen im Mathematikunterricht und die Auswirkungen des Computereinsatzes auf die Motivation und das mathematische Verständnis wurden mittels Fragebögen hinterfragt.

Aufgrund der Empfehlungen beim Evaluationsworkshop entschied ich mich für die Variante, immer nur 4 Antwortmöglichkeiten anzubieten. Dies zwingt die Schüler/innen durch das Fehlen der Kategorie „Unentschieden“ zu einer klaren Stellungnahme.

Bei der Auswahl und der Formulierung der Fragen folgte ich den Empfehlungen in [1]¹⁰, Kapitel 5.

Ergänzend wurden 4 Schüler/innen zu ihrer Einschätzung der Motivation und des Computereinsatzes im Mathematikunterricht interviewt. Beim Zusammenstellen des Interviewfragebogens und der anschließenden Datenanalyse wurde ebenfalls versucht, die Ratschläge in [1], Kapitel 5 und 6 umzusetzen.

⁹ Applets und Arbeitsaufträge im Anhang. Zum Öffnen der Applets muss Java installiert sein.

¹⁰ [1] ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (2007). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht.

4 EVALUATION UND ERGEBNISSE

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der in Kapitel 3 beschriebenen Aktivitäten und der durchgeführten Evaluationsmaßnahmen zusammengefasst.

4.1 Motivation im Mathematikunterricht

Zu Beginn des Unterrichtsjahres waren die Aufmerksamkeit im Unterricht und die Arbeitshaltung deutlich besser als im Vorjahr. Es beteiligten sich mehr Schüler/innen am Unterrichtsgeschehen als in den beiden Jahren zuvor. Im Laufe des Novembers verschlechterte sich die Arbeitshaltung. Die Mitarbeit ließ nach, Hausübungen wurden wieder häufiger von einem großen Teil der Klasse nicht gemacht. Die Schüler/innen reklamierten bei Bekanntgabe der Hausübung häufig, sie hätten „so viel zu lernen“ und daher keine Zeit für die Hausübung.

Mitte November ersuchte ich die Schüler/innen, auf einem Zettel 3-5 Faktoren zu notieren, die ihre Motivation im Mathematikunterricht beeinflussen.

Es wurden folgende Faktoren mit der in Klammern angegebenen Häufigkeit genannt:

Arbeit am Computer (4)
ausführliche Erklärungen (3)
Auskennen (2)
gute Note (2)
Hausübung am Beginn der Stunde sagen (2)
Laune / Stimmung des Lehrers (2)
lockere Beispiele (2)
Partner-/Gruppenarbeit (2)
Praxisbezogene Beispiele (2)
realistische Aufgabenstellungen (2)
Spiele (2)
Stimmung Klasse / Lehrer (2)
wenig Hausübung (2)
allgemeine Stimmung
Belohnungen
demotivierte Mitschüler
EXCEL
fantasiereiche Beispiele
gemeinsames Lösen der Beispiele
Hausübung besprechen
kleine Wiederholungen
Lob
Mitarbeit der Schüler
nicht zu schnell vorgehen
Plus für freiwillige Hausübungen
Rücksichtnahme, Hilfe
Spaß
wenige Formeln
Wunschthema

4.1.1 Fragebogen zur Motivation

Aufbauend auf diesen Rückmeldungen erstellte ich einen Fragebogen¹¹, den die Schüler/innen Ende Dezember ausfüllten.

Zwecks Vergleichsmöglichkeit mit noch folgenden Befragungen versah jede/r Schüler/in den Fragebogen mit einem vierstelligen Buchstabencode, der aus dem eigenen Vor- und Nachnamen, dem Vornamen der Mutter und dem Wohnort generiert wurde¹².

Es sollte mit diesem Fragebogen erhoben werden, welche Faktoren die Motivation im Mathematikunterricht wie stark beeinflussen.

Die Frage, ob die eigene Motivation in diesem Schuljahr höher ist als im vergangenen, beantworteten 1 Schüler/in mit „ja“, 3 mit „eher ja“, 11 mit „eher nein“ und 3 mit „nein“.

Die Schüler/innen gaben an, dass „Auflockerungen im Unterricht“, „positive Rückmeldungen des Lehrers“ und „den Lernstoff verstanden zu haben“ den größten Einfluss auf die Motivation haben.

Den zweitgrößten Einfluss haben „positive Stimmung des Lehrers“, gute Noten und Notebookeinsatz.

Geteilte Meinungen gab es vor allem beim Einfluss von Partnerarbeit, Gruppenarbeit und der Verwendung von Derive.

Abbildung 5 gibt einen ausführlicheren Überblick über die Einschätzung des Einflusses der motivierenden Faktoren¹³.

¹¹ Originalfragebogen im Anhang

¹² Auf den Fragebögen im Anhang ist zu sehen, wie der Code generiert wurde.

¹³ Ergebnis des Fragebogens in Tabellenform im Anhang

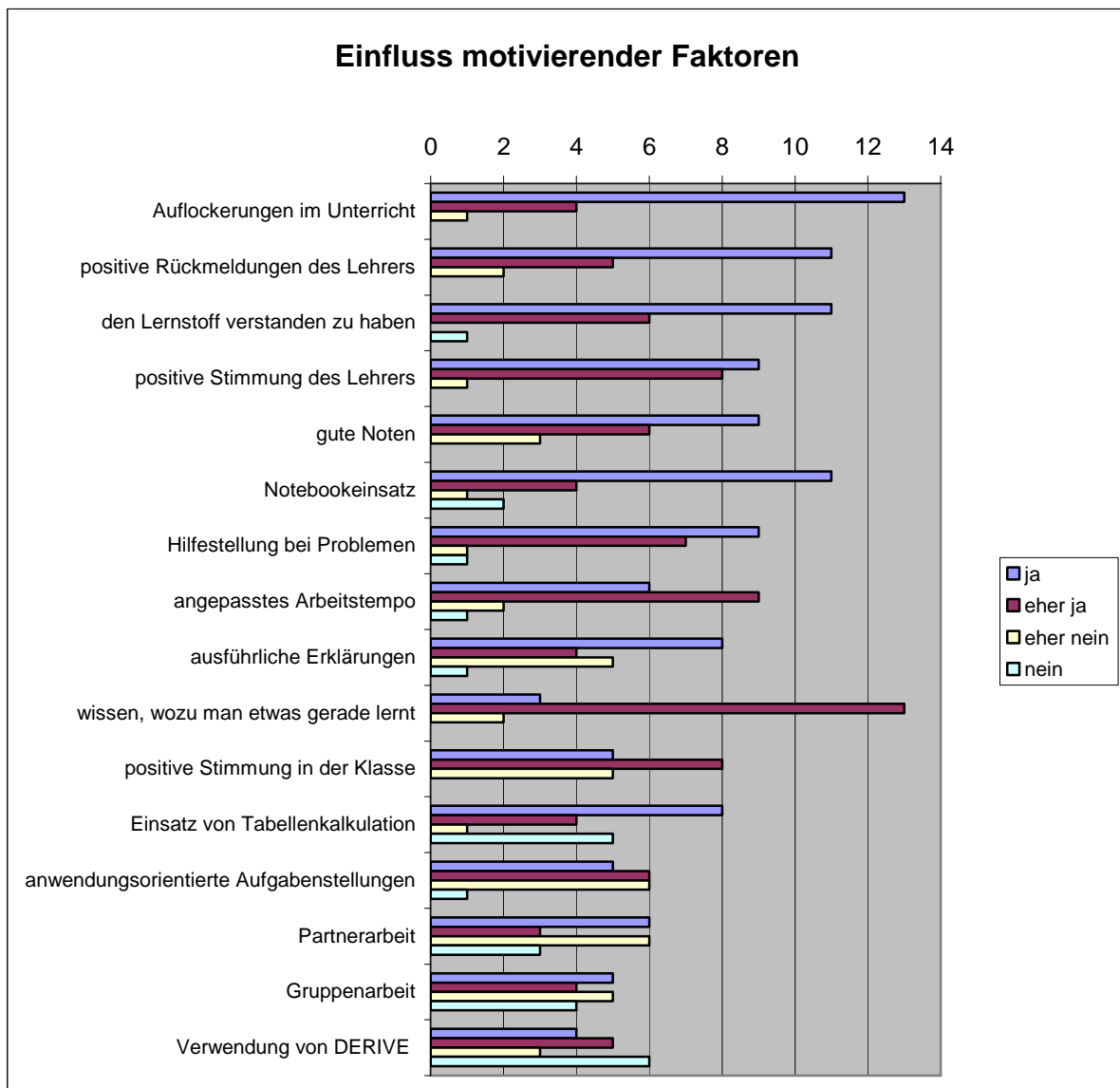


Abbildung 5: Anzahl der Nennungen zum Einfluss motivierender Faktoren

4.1.2 Motivationsverlauf

Ab Oktober hatte ich die Schüler/innen gebeten, am Ende jedes Monats in eine über den Klassenserver verfügbare EXCEL-Datei in Form von Schulnoten einzutragen, wie sie ihre Motivation im abgelaufenen Monat beurteilen („1“ = sehr motiviert, „5“ = nicht motiviert). In den darauf folgenden Wochen erinnerte ich ein paar Mal daran, auf die Eintragungen nicht zu vergessen.

Ende Dezember ersuchte ich die Klasse, die „Motivationstabellen“ mit dem beim ersten Fragebogen verwendeten persönlichen Code zu versehen und auszudrucken.

Nur 4 Schüler/innen gaben an, im Vorjahr sehr motiviert („1“) oder motiviert („2“) gewesen zu sein. 9 Schüler/innen stufte ihre Motivation als durchschnittlich („3“) ein, 5 Schüler/innen gaben an, unterdurchschnittlich motiviert gewesen zu sein.

Der Durchschnittswert der Monate September bis Dezember war in 11 von 18 Fällen besser als der Motivationswert des Vorjahres, in 3 Fällen gleich und in 4 Fällen schlechter.

CODE	September	Oktober	November	Dezember	Durchschnitt	Vorjahr
BCRE	2	4	3	4	3,3	4
DNPC	2	3	4	3	3,0	3
ENME	3	4	4	5	4,0	4
FGFH	2	4	3	4	3,3	4
FLHD	1	4	2	2	2,3	3
IGIB	1	2	2	2	1,8	2
IMEN	2	3	4	3	3,0	5
INAT	1	2	2	3	2,0	3
IRMT	1	2	3	4	2,5	2
ITEG	2	3	4	4	3,3	1
LRWS	2	3	3	2	2,5	3
RESL	1	3	2	3	2,3	3
ROMP	2	3	4	4	3,3	3
SNMM	2	2	4	4	3,0	4
TDBR	2	1	1	2	1,5	2
TRGM	2	3	2	2	2,3	3
TRRS	3	2	4	3	3,0	3
UNEZ	2	3	3	5	3,3	3

Tabelle 3: Motivationswerte für September bis Dezember

Ende April ersuchte ich die Klasse, die Motivationstabellen erneut auszudrucken. Zwei Schülerinnen hatten sich in der Zwischenzeit von der Schule abgemeldet, von vier weiteren Schülern/innen erhielt ich den Ausdruck trotz mehrmaliger Aufforderung nicht. Aus einer Schülermeldung war zu schließen, dass manche die Datei mittlerweile gelöscht hatten. Ob die Eintragungen von den Schülern/innen regelmäßig oder im Nachhinein erfolgte, wurde nicht hinterfragt.

Bei 4 Schülern/innen (Codes ENME, IRMT, ITEG, ROMP) war der Durchschnittswert besser als für die Monate September bis Dezember, bei einem/r Schüler/in gleich und bei 7 Schülern/innen schlechter.

CODE	Jänner	Februar	März	April	Durchschnitt	Vorjahr
BCRE	2	3	4	4	3,3	4
DNPC	5	4	4	3	4,0	3
ENME	4	2	2	2	2,5	4
FLHD	3	5	4	3	3,8	3
INAT	3	4	2	2	2,8	3
IRMT	2	3	2	2	2,3	2
ITEG	3	3	2	1	2,3	1
RESL	2	2	2	4	2,5	3
ROMP	4	3	3	2	3,0	3
SNMM	5	4	4	3	4,0	4
TRGM	3	3	2	2	2,5	3
UNEZ	3	4	4	5	4,0	3

Tabelle 4: Motivationswerte für Jänner bis April

Der Durchschnittswert der für das Schuljahr 2005/06 angegebenen Motivationswerte betrug 3. Im Schuljahr 2006/07 liegen die monatlichen Durchschnittswerte der Schüler/innen zwischen 1,8 (Schulbeginn) und 3,4. Der Jahresdurchschnitt liegt wieder bei 3.

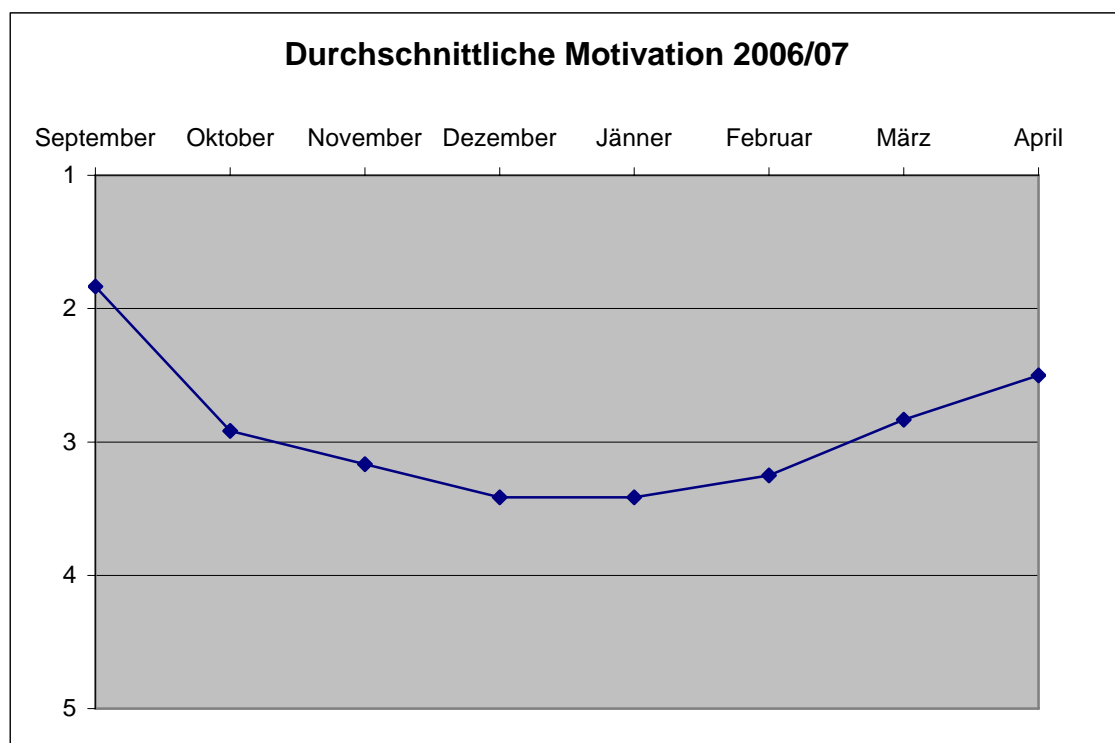


Abbildung 6: Motivationsverlauf während des Schuljahres 2006/07

4.2 Einsatz Neuer Medien

4.2.1 Einsatz von EXCEL

Da EXCEL seit der 1. Klasse im Rechnungswesenunterricht eingesetzt wird, hatten die Schüler/innen keine großen Probleme beim Erstellen von Kalkulationstabellen. Sehr wohl passierten aber häufig fachbezogene Fehler beim Eingeben der Formeln. Häufig wurden Zellbezüge falsch ausgewählt bzw. absolute und relative Adressierung falsch eingesetzt.

Die Aufgaben mit EXCEL wurden von den Schülern/innen größtenteils gerne durchgeführt. Die Bedienung bereitete keine Schwierigkeiten, wie auch die Rückmeldungen im Fragebogen 2¹⁴ zeigen.

Bei der ersten Schularbeit¹⁵ war die Vorlage für einen Tilgungsplan von Moodle herunterzuladen, auszufüllen und innerhalb von 10 Minuten wieder hochzuladen. 2 Schüler/innen erreichten bei dieser Aufgabe das Punktemaximum, nur 4 (von 18) Schülern/innen erreichten bei dieser Aufgabe weniger als die Hälfte der möglichen Punkte.

4.2.2 Lernpfad zur Differentialrechnung

Der Großteil der Schüler/innen war mit dem eigenständigen Erarbeiten eines neuen Themas überfordert.

Immer häufiger wünschten die Schüler/innen meine Unterstützung bei der Ausführung der Arbeitsaufträge bzw. zweifelten die Sinnhaftigkeit dieser Lernmethode an.

Nachdem die Klasse den Lernpfad 4 Unterrichtseinheiten lang bearbeitet hatte, kontrollierte ich die Dokumentation des Lernpfades im Schulübungsheft. Dabei zeigte sich, dass fast alle Schüler/innen eine sehr lückenhafte Dokumentation gemacht hatten und bei den Übungsaufgaben viele Ergebnisse falsch waren.

Um zu überprüfen, ob trotz der angesprochenen Probleme die wesentlichen Lernziele erreicht wurden, führte ich nach dem Abschnitt „Tangente“ über Moodle eine „Überprüfung des Lernerfolgs“ durch. Ich wies darauf hin, dass dies keine Leistungsfeststellung ist, sondern eine bloße Rückmeldung, ob gewisse Lernziele erreicht wurden.

Dabei waren online folgende 5 Fragen zu beantworten.

- 1) Was hast du bei den Aufgaben „Hammerwurf“ und „Inline-Parcours“ gelernt?
- 2) Worum geht es bei der „Differentialrechnung“?
- 3) Was ist ein Differenzenquotient? Wie lautet die Formel dafür?
- 4) Erkläre den Begriff Sekante!
- 5) Erkläre den Begriff Tangente!

Manche Schüler/innen konnten keine Frage richtig bzw. zufrieden stellend beantworten, die meisten Schüler/innen konnten 2-3 Fragen richtig beantworten. In ein paar Fällen waren die Antworten so exakt, dass sie wahrscheinlich vom Lernpfad bzw. der Mitschrift übernommen worden waren.

¹⁴ siehe Fragen 1 und 2 des Fragebogens „eLearning im Mathematikunterricht“

¹⁵ Aufgabenstellung im Anhang

Als Orientierungshilfe und als teilweiser Ersatz für die mangelhafte Dokumentation erstellte ich ein Word-Dokument mit allen Inhalten des Lernpfades und vervielfältigte die Zusammenfassung für die Klasse als Lernunterlage.

Da der Unmut der Klasse über die fehlende Unterstützung immer größer wurde, brach ich die eigenständige Bearbeitung des Lernpfades während des Abschnittes „Differentialquotient“ ab und fasste die bis zu diesem Zeitpunkt erarbeiteten Inhalte des Lernpfades in einer Unterrichtsstunde zusammen. In der darauf folgenden Stunde wurden die beiden anschließenden Abschnitte „Ableitung“ und „Ausblick“ gemeinsam erarbeitet. Ich zeigte nochmals, wie man die GeoGebra-Animationen richtig bedient und erklärte die daraus ableitbaren Zusammenhänge.

Nach Abschluss des Lernpfades führte ich in Moodle eine Abstimmung mit der Frage „Wie bist du mit dem Lernpfad zur Differentialrechnung zurechtgekommen?“ durch. Von 17 Schülern/innen beantwortete dies niemand mit „sehr gut“ oder „gut“, 4 mit „durchschnittlich“, 8 mit „schlecht“ und 5 mit „gar nicht“.

4.2.3 Interviews

Am Ende des 1. Semesters wollte ich durch Interviews hinterfragen, wie die Schüler/innen die Motivation der Klasse und den bisherigen Verlauf des Projekts einstufen. Ich fragte den Religionslehrer der Klasse, Mag. Georg König, ob er bereit sei, diese Interviews zu führen. Mag. König unterrichtet die Klasse seit 3 Jahren und hat aus meiner Sicht ein gutes Verhältnis zur Klasse. Er unterrichtet in den 5. Klassen auch „Kommunikationsdesign“.

In seiner früheren Berufslaufbahn unterrichtete Mag. König Mathematik an einer Hauptschule und arbeitete auch beim Rundfunk (Radio der Diözese Linz).

Insofern erschien mir Mag. König sehr geeignet für diese Tätigkeit. Ich befürchtete, dass die Schüler/innen einer schulfremden Person gegenüber vielleicht nicht so auskunftsfreudig und ehrlich wären.

Die Klasse wurde von mir informiert, dass Mag. König 3-4 Schüler/innen zum MNI-Projekt befragen wird. Ich ersuchte die Klasse, dass sich Schüler/innen freiwillig für die Interviews melden mögen. Ich wies auch darauf hin, dass die Interviews anonym bleiben und es für mich durchaus wünschenswert wäre, dass sich Schüler/innen mit unterschiedlichen Meinungen zum Projekt melden.

Ich erstellte den Interviewfragebogen¹⁶ und besprach ihn mit Mag. König.

Die Auswahl der Interviewpartner/innen erfolgte offenbar problemlos und Mag. König führte am 13. Februar drei Interviews und am 14. Februar noch ein weiteres.

Mag. König transkribierte die vier Interviews und übergab mir die Transkripte¹⁷.

Eine der wesentlichen Aussagen war, dass sich Anwendungsorientierung bei manchen Schülern/innen positiv auf die Motivation auswirkt. Dies belegt folgende Antwort bei Interview 2¹⁸:

„Mmh, ja, ich bin ein bisschen besser geworden, weil mich der Stoff mehr interessiert hat als letztes Jahr. Finanzmathematik war logisch und verständlich, dass man das einmal brauchen könnte.“

¹⁶ Fragebogen im Anhang

¹⁷ transkribierte Interviews im Anhang

¹⁸ Vergleiche die Antworten auf Frage 2 bei Interview 2 und Interview 4 im Anhang

Auch der „schlechte Einfluss“ der Notebooks wird in den Interviews¹⁹ erwähnt:

„Aufgrund der Laptops sind alle ziemlich abgelenkt und nicht wirklich bei der Sache – aber jetzt in jedem Gegenstand. Aber ich denke mir, das muss jeder selber wissen,“

„...dadurch, dass das Internet immer da ist, ist es schon sehr verlockend, dass man nebenbei etwas anderes macht und dann trotzdem nicht so aufpasst.“

Zwei signifikante Antworten bei den Interviews²⁰ zur Beurteilung von Moodle lauteten:

„Stress und man wird überwacht, weil der Prof. genau schauen kann, wann du im Moodle warst und wann nicht. Das mag ich irgendwie nicht.“

Ich denke, dass das im Prinzip eine ganz gute Sache ist, aber wenn es Lehrer vielleicht ein bisschen zu intensiv benutzen, wie Prof. Gurtner. ... Er gibt uns Hausübungen auf und sagt uns gar nichts davon und dann setzt er voraus, dass wir jede Woche zweimal ins Moodle reinschauen. Es ist teilweise praktisch, wenn wir z. B. bei der Schularbeit Beispiele gerechnet haben, z.B. im Excel und das dann alle abgeben konnten, aber so ... ich glaub ... a bisserl überfordert sind wir alle, weil das so neu ist und wir das einfach noch nicht so gewöhnt sind, dass wir so eigenständig arbeiten müssen und weil das so gach (=schnell) eingeführt worden ist, dass wir das jetzt machen, alles über Moodle. Das hat halt bei manchen Leuten in der Klasse nicht ganz funktioniert, wobei ich mir nicht ganz sicher bin, ob es wirklich nicht funktioniert hat, oder ob die das nur gesagt haben, als Ausrede.

Da mehrfach technische Probleme mit Moodle zur Sprache kamen, formulierte ich bei dem in Abschnitt 4.2.4 beschriebenen Fragebogen eine auf diese Problematik abzielende Frage.

4.2.4 Fragebogen zum Computereinsatz

Aufbauend auf eigenen Beobachtungen und Mutmaßungen und einigen Schüler/innenantworten bei den Interviews erstellte ich in der Woche vor den Semesterferien einen Fragebogen²¹ zum Computereinsatz im Mathematikunterricht. Ich wollte erkunden, wie die unterschiedlichen Methoden des Computereinsatzes von der Klasse angenommen bzw. gesehen wurden.

Die Auswertung des Fragebogens ergab folgende wesentliche Ergebnisse²² (Für eine vereinfachte Darstellung werden hier sowohl die „ja“ und „eher ja“ als auch die „eher nein“ und „nein“ – Antworten zusammengefasst):

Eine überwiegende Mehrheit (14 von 18 Schülern/innen) bestätigt, dass das Erstellen von EXCEL-Tabellen interessanter war als das händische Lösen der Aufgaben mit Hilfe der Formeln.

Die Mehrheit (12 von 18) der Schüler/innen bejaht, dass der Einsatz von EXCEL ihr Verständnis für Ratenzahlungen erhöht hat.

8 von 18 Schülern/innen gaben an, beim Arbeiten mit Moodle technische Probleme gehabt zu haben, die sie nicht beheben konnten.

¹⁹ Vergleiche die Antworten auf Frage 3 bei Interview 3 und Frage 4 bei Interview 4 im Anhang

²⁰ Vergleiche Antworten zu Frage 7 bei Interview 1 und Interview 2 im Anhang

²¹ Originalfragebogen „eLearning im Mathematikunterricht“ im Anhang

²² detaillierte Übersicht aller Antworten im Anhang

Nur wenige (6 von 18) Schüler/innen finden es praktisch, dass man über Moodle Dateien für den Unterricht down- und uploaden kann.

14 der 18 Schüler/innen gefällt es nicht, dass man über Moodle aktuelle Informationen des Lehrers abrufen kann.

Alle 18 Schüler/innen stimmten der Aussage, dass bei der Bearbeitung des Lernpfads ein zu hohes Maß an Eigenständigkeit gefordert war, zu.

7 von 18 Schülern/innen gaben an, während der Bearbeitung des Lernpfades auch „unerlaubte Sachen“ gemacht zu haben.

17 von 18 Schülern/innen stimmten zu, dass es demotivierend war, dass ich bei der Bearbeitung des Lernpfades nicht geholfen habe.

4.2.5 Fragebogen zum Softwareeinsatz

Ende April erstellte ich einen Fragebogen²³ zu den beiden im zweiten Semester eingesetzten Programmen Derive und GeoGebra.

Die Auswertung ergab folgende Antworten²⁴ (Es wurden wieder die „ja“ und „eher ja“ sowie die „eher nein“ und „nein“ – Stimmen zusammengezählt):

Die überwiegende Mehrheit der Schüler/innen hatte mit der Bedienung von Derive keine Probleme.

Nur 3 von 16 Schülern/innen sind der Meinung, dass durch die Verwendung von Derive ihre Rechenfertigkeit sinkt.

Alle 16 Schüler/innen stimmen zu, dass Derive vor allem dazu eingesetzt werden soll, lange Berechnungen abzukürzen.

Nur 5 von 16 Schülern/innen geben an, durch die GeoGebra-Applets die Zusammenhänge besser verstanden zu haben.

5 von 15 Schülern/innen meinen, eine „statische“ Skizze ist genau so gut verständlich wie ein „dynamischer“ Graph.

Der Großteil (10 von 16) der Schüler/innen ist der Meinung, GeoGebra solle nur für Demonstrationen der Lehrperson eingesetzt werden.

4.3 Leistungsfeststellungen

Die Ergebnisse der Wiederholungen mit Verwendung von EXCEL im 1. Semester waren durchschnittlich bis enttäuschend. Bei der Wiederholung „Sparbuch“ erreichten 8 von 18 Schülern/innen das Lernziel nicht, d.h. wurden negativ beurteilt.

Beim Thema Prämien sparen waren 2 Wiederholungen negativ, beim Thema Kredit tilgung waren es 6 (jeweils von 18).

Die Leistungen bei der Schularbeit im Jänner waren insofern halbwegs zufrieden stellend als immerhin zwei Drittel der Klasse die Note „Gut“ oder „Befriedigend“ erreichte, obwohl der Schwierigkeitsgrad vergleichsweise höher war als bei der 1. Schularbeit im Schuljahr 2005/06. Besonders auffällig war, dass kein einziges „Genügend“ war.

Beim Vergleich der Leistungen mit dem Vorjahr²⁵ muss berücksichtigt werden, dass die Anzahl der Schüler/innen im Vergleich zum Vorjahr um 6 reduziert ist.

²³ Originalfragebogen im Anhang

²⁴ detaillierte Übersicht aller Antworten im Anhang

²⁵ siehe Tabelle 1

In der folgenden Tabelle sind jene 6 Schüler/innen, die nicht in die 3. Klasse aufsteigen durften bzw. die Ausbildung abbrachen, „herausgerechnet“. Die Schüler/innenzahl für den Vergleich beträgt daher jeweils 18.

Note	1	2	3	4	5
1. Schularbeit 2005/06	0	4	4	8	2
1. Schularbeit 2006/07	0	5	7	0	6
Semesternoten 2005/06	0	4	7	7	0
Semesternoten 2006/07	1	7	3	5	2

Tabelle 5: Notenübersicht für die 18 Schüler/innen

Da die Gewichtung der Schularbeit für die Semesternote 50 % betrug und die Mitarbeitsleistungen (inkl. EXCEL-Wiederholungen, Kleinprojekt und Bausparplan) die restlichen 50 %, ergab sich bei den Semesternoten ein um 4 Zehntelpunkte besserer Notendurchschnitt als bei der Schularbeit.

Im zweiten Semester fanden von Anfang März bis Mitte April vier kleinere schriftliche Wiederholungen²⁶ statt, die immer den Lernstoff der vorangegangenen 2-3 Stunden umfassten. Obwohl die Wiederholungen angekündigt waren, bereitete sich der Großteil der Klasse offenbar nicht darauf vor. Mit Ausnahme der dritten Wiederholung waren jeweils mehr als die Hälfte der Ergebnisse negativ.

Wiederholung	1	2	3	4
Lernziel nicht erreicht	10 von 15	9 von 15	3 von 17	9 von 17

Tabelle 6: Ergebnisse der Mitarbeitsüberprüfungen

Der Lernstoff wurde auch für die Schularbeit Mitte Mai nur unvollständig nachgelernt und es ergab sich das in der Tabelle ersichtliche schlechte Resultat.

Aufgrund der Ergebnisse der 4 abschließenden mündlichen Prüfungen konnten aber doch alle Schüler/innen das Jahr positiv abschließen.

Es sind zum Vergleich auch die Jahresnoten der Schuljahre 2005/06 und 2006/07 für die aktuellen 16 Schüler/innen angeführt.

Note	1	2	3	4	5
2. Schularbeit 2006/07	0	1	7	1	7
Jahresnoten 2006/07	1	4	4	7	0
Jahresnoten 2005/06	1	2	7	6	0

Tabelle 7: Vergleich der Jahresnoten

²⁶ Aufgabenstellungen im Anhang

5 DISKUSSION UND INTERPRETATION

5.1 Motivation im Mathematikunterricht

5.1.1 Zeitlicher Verlauf der Motivation

Die Frage, ob die eigene Motivation in diesem Schuljahr höher ist als im vergangenen, wurde, wie schon im Abschnitt 4.1.1 beschrieben, folgendermaßen beantwortet:

ja	eher ja	eher nein	nein
1	3	11	3

Dieses Ergebnis war für mich wegen der vielen „eher nein“ - Antworten doch sehr überraschend, da ich bis Mitte November mit der Mitarbeit der Schüler/innen viel zufriedener war als im Vorjahr.

Es könnte damit zusammenhängen, dass sich doch ein größerer Teil der Klasse im Vorjahr motivierter einstuft als es mein Eindruck war.

Da die Meinung „gleich stark motiviert“ in den „eher nein“ und „nein“ – Antworten inkludiert ist, täuscht wohl der erste (negative) Eindruck. Eine andere Formulierung („weniger motiviert“) wäre eindeutig und besser gewesen.

Die Auswertung der „Motivationstabellen“ ergab bei 10 von 18 Schüler/innen im Zeitraum von September bis Dezember eine im Vergleich zum Vorjahr höhere durchschnittliche Motivation. Die Aussagekraft dieser Werte ist aus meiner Sicht aber nicht besonders zuverlässig, da eine Einschätzung der Schüler/innen, wie motiviert sie im Vorjahr waren, sicherlich schwierig ist.

Ich hatte den Eindruck, dass viele Motivationstabellen nicht wie gewünscht regelmäßig am Monatsende, sondern erst im Nachhinein und eher willkürlich ausgefüllt wurden. Manche Motivationstabellen enthielten beim ersten Ausdruck völlig sinnlose Daten (z.B. Werte größer als 5, Codes der Sorte XXXX). Dies deutet darauf hin, dass manche Schüler/innen diese Rückmeldung nicht ernst genommen haben.

Auch der Umstand, dass Ende April 4 Schüler/innen die Tabelle trotz mehrmaligen Ersuchens gar nicht ausdrückten, verstärkt die Vermutung, dass manche dieser Rückmeldung keine besondere Bedeutung beigemessen haben.

Eine weitere Ursache, dass die Daten nicht gut übereinstimmen, mag sein, dass die Schüler/innen beim Fragebogen nur eine vierteilige Skala zur Auswahl hatten, um die Veränderung ihrer Motivation anzugeben. Sie konnten somit nicht ankreuzen, dass die Motivation gleich geblieben war. Bei den „Motivationstabellen“ gab es eine fünfteilige Skala für die Einstufung der Motivation.

Rundet man die Durchschnittsnoten für die Motivation, kommt in den meisten Fällen die Schätzung für die Motivation des Vorjahres heraus.

Auffällig ist, dass die Motivation zu Beginn des Schuljahres gut eingestuft wurde, sich dann kontinuierlich verschlechterte, von Februar bis April dann aber wieder besser wurde. Dies deckt sich auch mit meinen Beobachtungen, dass die Arbeitshaltung und die Mitarbeit im November nachließen. Eine leichte Besserung war im Kapitel Kosten- und Preistheorie erkennbar. Dieses Thema wurde offenbar wieder von mehr Schülern/innen als „brauchbar“ eingestuft.

Der Motivationsabfall ist wahrscheinlich nicht ausschließlich auf Gründe zurückzuführen, die im Mathematikunterricht zu suchen sind. Die sinkende Motivation des Großteils der Klasse ab November lässt sich zumindest teilweise durch die hohe Dichte an Leistungsfeststellungen und praktischen Arbeiten in diesem Zeitraum erklären. Die 3. Klasse HLW ist sowohl vom Wochenstundenumfang (36) als auch von der Anzahl der unterrichteten Gegenstände (19) her betrachtet ein für die Schüler/innen sehr anstrengender Jahrgang. Im Gegensatz zu vielen anderen Gegenständen gehört Mathematik weder zu den Gegenständen der Reife- und Diplomprüfung noch zu den berufsspezifischen Gegenständen und wird daher als „weniger wichtig“ eingestuft.

5.1.2 Einfluss motivierender Faktoren

Als am stärksten motivationsfördernd wurden Faktoren eingestuft, die in keinem direkten Zusammenhang mit dem Einsatz Neuer Medien bzw. den Unterrichtsinhalten stehen, sondern die Unterrichts Atmosphäre betreffen.

Dies ist nicht wirklich überraschend und bestätigt, dass Schüler/innen am ehesten durch eine Kombination aus angenehmem Unterrichtsklima, interessanten Inhalten und attraktiven Unterrichtsmethoden zu motivieren sind.

Manche Antworten beim Fragebogen zur Motivation erscheinen mir widersprüchlich. Zum Beispiel finden manche die Arbeit mit dem Notebook motivierend, stufen die angeführten Tätigkeiten (Verwendung von EXCEL, Derive) aber als nicht motivierend ein. Entweder wurde die Frage missverstanden und „Notebookeinsatz“ nicht auf mathematische Aktivitäten bezogen oder es wurden die Fragen nicht mit der erbetenen Ernsthaftigkeit beantwortet.

Beim ersten Fragebogen stuften 3 Schüler/innen den Notebookeinsatz als „nicht motivierend“ ein. Bemerkenswert ist, dass beim dritten Fragebogen Ende April 2 Schüler/innen beim Punkt „Allfällige Bemerkungen“ folgendes anmerkten:

„Ich mag händisches Rechnen um einiges lieber, besonders bei Schularbeiten!

„Gut, dass dieses Semester weniger Softwareeinsatz war als im 1. Semester → steigert bei mir persönlich die Motivation.“

Dies zeigt, dass es auch Schüler/innen gibt, die „klassischen“ Unterricht mit händischen Berechnungen bevorzugen. Die Ursache dafür ist möglicherweise, dass sich manche unsicher fühlen, wenn sie (besonders in Prüfungssituationen) vom Funktionieren und der richtigen Bedienung von Programmen abhängig sind.

Berücksichtigt man die Tendenz der Vorgängerklassen, dass sich in Notebookklassen die Arbeitshaltung und die Leistungen nach Einführung der Notebooks generell verschlechterten, könnte man dem Umstand, dass die Motivation in der Projektklasse im Jahresdurchschnitt ungefähr gleich geblieben ist, auch ein klein wenig Positives abgewinnen.

Trotz allem war meine Erwartungshaltung weitaus höher und das Ziel Motivationssteigerung wurde nach Selbsteinschätzung der Schüler/innen nur in Einzelfällen²⁷ erreicht.

²⁷ bei den Schülern/innen mit den Codes TDBR, IGIB, INAT, LRWS

5.2 Einsatz Neuer Medien

5.2.1 Einsatz von EXCEL

Die Antworten beim Fragebogen zum Computereinsatz bestätigten meinen Eindruck, dass das „Handling“ von EXCEL kaum Probleme bereitete und sich der intensive Einsatz positiv auf das Verständnis auswirkte.

Der didaktische Mehrwert der Verwendung von EXCEL bei finanzmathematischen Aufgabenstellungen besteht aus meiner Sicht darin, dass der Kapitalzuwachs beim Ansparen bzw. die Verringerung der Restschuld bei der Kredittilgung mitverfolgt (und bei Bedarf grafisch veranschaulicht) werden kann. Die finanzmathematischen Formeln haben teilweise den Charakter einer „Black box“.

Die rekursive Denkweise bei Eingabe der Formeln in EXCEL erhöht das Verständnis für die Thematik sicherlich mehr als das Einsetzen in eine Formel.

5.2.2 Verwendung von Moodle

Es ist Standard, dass in Notebookklassen ein Teil des Unterrichts und auch die Kommunikation zwischen Lehrer und Schülern/innen über eine Lernplattform abgewickelt wird.

Da die Schüler/innen außerhalb der eigenen Unterrichtsstunden nur selten vollzählig in der Klasse anzutreffen waren, sah ich einen Vorteil auch darin, der Klasse Mitteilungen über Moodle übermitteln zu können. Weiters fand ich es positiv, dass Absenzen keine automatische Entschuldigung für fehlende Hausübungen, etc. mehr darstellten, da einige Arbeitsaufträge auch in Moodle nachzulesen waren.

Auch die Möglichkeit, in Moodle Abgabetermine festzulegen, nach deren Verstreichen ein Hochladen der Datei nicht mehr möglich war, empfand ich als Fortschritt im Gegensatz zum herkömmlichen Unterricht, bei dem schriftlich abzugebende Arbeiten häufig auch noch nach Verstreichen der Frist eintreffen. Typisch war zum Beispiel, dass bei der Aufgabe „Bausparvertrag“ mit einer Ausnahme alle Dateien erst am letzten Abgabetag (die meisten eine Stunde vor Ende der Frist) hochgeladen wurden.

Schüler/innen, die längere Zeit nicht in Moodle online waren, erhielten von mir eine Nachricht mit der Aufforderung, regelmäßig „reinzuschauen“, um keine Mitteilungen zu verpassen. Diese Mahnungen waren teilweise gar nicht so ernst gemeint, manche Schüler/innen beschwerten sich aber, dass sie diese „Überwachung“ arg fänden.

Es war für mich verwunderlich, dass manche Schüler/innen Moodle von Anfang an ablehnend gegenüberstanden und sich regelmäßig beschwerten, Moodle funktioniere nicht. Beschwerden während des Unterrichts, dass Moodle nicht funktioniere, wertete ich größtenteils als Ausrede bzw. Ablenkungsmanöver. Ich vertraute dabei auf die Aussage von Prof. Hirschmann, dem Informatiklehrer der Klasse und EDV-Kustos, dass die Schüler/innen mit Moodle nach seiner Kurzeinführung sicher zurechtkämen. Als auch in den Interviews auf diese technischen Probleme und auf Bedienungsschwierigkeiten von Moodle hingewiesen wurde, wollte ich dieser Problematik beim Fragebogen zum Computereinsatz auf den Grund gehen. Bei den entsprechenden Fragen²⁸ wurden diese Probleme tatsächlich von circa der Hälfte der Schüler/innen bestätigt. Daraufhin erkundigte sich Prof. Hirschmann nochmals in der

²⁸ Aussagen 5 und 6 des Fragebogens „eLearning im Mathematikunterricht“

Klasse, welche Probleme bestünden. In den meisten Fällen waren falsch bzw. ungünstig gewählte Einstellungen Schuld, dass z.B. Schüler/innen meine Nachrichten nicht erhielten.

Teilweise wurden technische Probleme Moodle zugeordnet, obwohl der Fehler beim Netzwerk bzw. bei der Internetleitung zu suchen war.

Zum Beispiel stimmt die Aussage in einem Interview²⁹ „Aber das Moodle hat oft nicht funktioniert, vor allem bei der Schularbeit, ... ist das ganze Moodle abgestürzt.“ nicht, da an diesem Tag aufgrund von Kabelverlegungsarbeiten das Internet nicht funktionierte und deshalb natürlich auch Moodle nicht verwendet werden konnte.

Nur wenige Schüler/innen fanden Moodle praktisch, weil man Dateien zur Verfügung stellen kann. Dies verwunderte mich, da ich glaubte, dass genau diese Möglichkeit von einer Notebookklasse positiv beurteilt würde. Wahrscheinlich wird aber die Tatsache, dass mit Moodle viele Dinge restriktiver ablaufen als z.B. bei einem Datenaustausch über den Klassenserver, von der Klasse nicht positiv gesehen.

Nur 4 von 18 Schüler/innen bejahten die Aussage, dass ihnen gefällt, über Moodle aktuelle Informationen des Lehrers abrufen zu können. Dies bestätigte leider die vereinzelt Wortmeldungen in der Klasse.

Unabhängig von diesen Aussagen änderte ich nichts an meinem Einsatz von Moodle. Auch Prof. Hirschmann bestätigte meine Ansicht, dass Moodle von den Schülern/innen deshalb negativ beurteilt werde, weil man sie dadurch besser kontrollieren kann und manche Ausreden nicht mehr möglich bzw. glaubwürdig sind.

Die Kritik in einem der Interviews, ich hätte immer wieder ohne Vorankündigung Hausübungen über Moodle gegeben, stimmt in dieser Weise nicht. Es wurde immer angekündigt, dass sie den entsprechenden Arbeitsauftrag über Moodle erhalten würden. Für Schüler/innen, die an diesem Tag im Unterricht fehlten, galt der Arbeitsauftrag nur dann, wenn die Frist zur Durchführung ausreichend war.

5.2.3 Einsatz des Lernpfads „Differentialrechnung“

Ursprünglich wollte ich den Einstieg in die Differentialrechnung mit selbst erstellten GeoGebra-Applets gestalten. Weil mir der von Dr. Markus Hohenwarter und Mag. Gabriele Jauck erstellte Lernpfad sehr gut gefiel, beschloss ich spontan, das „Experiment“ zu wagen, die Klasse sich eigenständig in dieses Kapitel einarbeiten zu lassen. Ich nahm dabei in Kauf und rechnete auch damit, dass dies vor allem die schwächeren Schüler/innen überfordern würde. Ich wollte aber auch testen, wie weit durch Partner- und Gruppenarbeit doch Lernerfolge erzielt werden.

Man merkte von Anfang an, dass der Großteil der Schüler/innen keine Freude mit der eigenständigen Arbeit hatte. Viele Schüler/innen waren mit dem eigenständigen Erarbeiten eines neuen Kapitels mit Hilfe des Lernpfads überfordert, da diese Lernmethode neu und ungewohnt war.

Bei den häufigen Fragen der Schüler/innen, wie etwas funktioniere oder „was das Ganze eigentlich solle“, verwies ich darauf, dass im Lernpfad alles genau und nachvollziehbar erklärt sei und sie sich gegenseitig unterstützen sollten. Ich betonte auch, dass die Inhalte des Lernpfads nachbesprochen werden.

Dies hat sich im Nachhinein als schwerer didaktischer Fehler herausgestellt. Ich hatte, bedingt durch den kurzfristig gefassten Entschluss, den Lernpfad einzusetzen, zwar ein paar der didaktischen Kommentare zu den Lernpfaden gelesen, leider aber

²⁹ Vergleiche Interview 4, Frage 6 im Anhang!

nicht alle im Detail. So las ich mir z.B. die empfohlenen „Lernspiralen“ erst in der „Nachbereitungsphase“ durch. Hätte ich mich an diese Empfehlungen gehalten, wäre dieser für die Klasse erstmalige Versuch von eLearning wohl erfolgreicher verlaufen und hätte nicht die Motivation in den Monaten Jänner und Februar getrübt.

Insofern war dieser Versuch kontraproduktiv zum Projektziel, durch Einsatz von eLearning die Motivation zu erhöhen.

Bei manchen Schülern/innen war meiner Meinung nach die Überforderung auch dadurch begründet, dass sie die Situation ausnützten und das Notebook zwischen- durch auch für andere „Tätigkeiten“ nutzten und dadurch den Anschluss verloren. Dies wird in einem der Interviews³⁰ und bei der entsprechenden Aussage³¹ beim Fragebogen bestätigt.

Dass eigenverantwortliches Lernen nicht generell abgelehnt wird, zeigte auch folgende Antwort bei Interview 2:

„Ich denke, es sollte nicht so frei sein, sondern auch ein normaler Unterricht, wo er uns erklärt und vielleicht Teile freier Unterricht mit Moodle, aber nicht so wie jetzt, gänzlich, nur mit dem Lernpfad. Das ist zuviel.“

Mag. König meint in seinem Resümee³² zu den Interviews u.a.:

„Das Kommunikationssystem Moodle gleichzeitig mit der Methode Lernpfad und mit einem schwierigen und aufbauenden Inhalt wie der Differentialrechnung einzuführen, war zu rasch und zu viel auf einmal.“

„Die konsequente Umsetzung der Projektanweisung „Schüler sollen völlig selbstständig lernen“ verursachte auch eine Verschlechterung des Lehrer-Schüler-Verhältnisses.“

„Dass es prinzipiell sinnvoll ist, selbstständig lernen zu lernen wird durchaus gesehen.“

5.2.4 Verwendung des CAS Derive

Der didaktische Mehrwert von Derive sollte darin bestehen, nichtlineare Gleichungen schneller lösen zu können und auch Aufgabenstellungen behandeln zu können, die nur numerisch lösbar sind.

Bei der Korrektur der 2. Schularbeit musste ich leider feststellen, dass Derive auch bei Aufgabenteilen eingesetzt wurde, die ohne Verwendung von Derive zu lösen waren. Da diese Aufgabenteile aber zusätzlich „händisch“ zu dokumentieren waren, führte dies bei einigen Schülern/innen zu einem zeitlichen Problem. Hätte ich diese Problematik vorher gesehen, hätte ich analog zum EXCEL-Einsatz bei der ersten Schularbeit die Verwendung von Derive auf 15 Minuten limitiert. Da Derive jeweils nur am Ende einer Aufgabe zum Lösen einer Gleichung benötigt wurde, wäre dies möglich gewesen.

Im Unterricht kamen vereinzelt Fragen und Beschwerden bezüglich der Bedienung von Derive. Ich hatte zu Beginn des Schuljahres eine Seite mit den wichtigsten Befehlen (samt Icons) ausgeteilt und verwies darauf, zeigte aber auch bei Musterbeispielen immer wieder vor, welches Symbol für welchen Rechenbefehl steht.

³⁰ Vergleiche Abschnitt 4.2.3

³¹ Aussage 18 beim Fragebogen „eLearning im Mathematikunterricht“

³² Vollständiger Kommentar im Anhang

Beim Fragebogen „Softwareeinsatz im Mathematikunterricht“ gab doch die überwiegende Mehrheit an, beim Umgang mit Derive keine Probleme gehabt zu haben. Die Schüler/innen sehen den Vorteil von Derive vor allem darin, lange Berechnungen abzukürzen und glauben mehrheitlich, dass ihre Rechenfertigkeit nicht unter dem Einsatz von Derive leidet. Dies entspricht auch meiner Intention.

Ein bisschen überraschend aber erfreulich war, dass nur 7 von 16 Schülern/innen angaben, am liebsten gar nichts mehr „händisch“ rechnen zu wollen. Dies wäre aus didaktischer Sicht auch völlig falsch.

Ob der Einsatz von Derive positive Auswirkungen auf das Verständnis und die Lernergebnisse hatte, bleibt zu bezweifeln und wird im Abschnitt 5.3 noch kurz diskutiert. Da sowohl bei der zweiten Schularbeit als auch bei den abschließenden Prüfungen zu sehen war, dass manche Schüler/innen nach wie vor gravierende Mängel beim Umformen und Lösen einfacher Gleichungen haben, werde ich den Einsatz von Derive im nächsten Schuljahr auf jene Aufgaben beschränken, die sonst nicht oder nur mit erheblichem Zeitaufwand lösbar wären.

5.2.5 Einsatz der Software GeoGebra

Bereits beim Lernpfad zur Differentialrechnung hatten manche Schüler/innen erhebliche Probleme mit den GeoGebra-Applets. Teilweise waren es technische Probleme, weil sie Java nicht (bzw. keine passende Version) installiert hatten. Manche verstanden aber auch die Anweisungen nicht und konnten anhand der Applets die Arbeitsaufträge nicht erfüllen.

Ich bin von den Möglichkeiten, die GeoGebra bietet, begeistert. Die dynamischen Grafen ermöglichen meiner Meinung auch schwächeren Schülern/innen, Zusammenhänge leichter zu verstehen. Sie können während der Erklärung die Veränderung am Grafen beobachten und durch eigenes „Experimentieren“ den Lernprozess begünstigen.

Wegen Zeitmangels konnte GeoGebra im Abschnitt Kosten- und Preistheorie nur mehr in reduzierter Form eingesetzt werden. Die erstellten Applets³³ zu den Themen „Cournotscher Punkt“ und „Betriebsoptimum“ fanden bei den Schülern/innen nur geringen Anklang. Möglicherweise sind sie mit dem Programm noch zu wenig vertraut und hätten eine längere „Eingewöhnungsphase“ benötigt.

Es konnte somit nicht festgestellt werden, dass die Verwendung von GeoGebra die Motivation steigert. Auch der erhoffte positive Effekt auf die Leistungen war nicht feststellbar.

Der Einsatz von GeoGebra wird in der nächsten Schulstufe bei der Behandlung von Extremwertaufgaben und dem Einstieg in die Integralrechnung (Ober- und Untersummen) fortgesetzt und dort ausführlich evaluiert werden.

³³ siehe Anhang

5.3 Lernergebnisse

Besonders auffallend war bei der 1. Schularbeit, dass keine Arbeit mit „Genügend“ aber doch 6 Arbeiten mit „Nicht genügend“ zu beurteilen waren. Dies erklärt sich wahrscheinlich dadurch, dass der Lernstoff nur das Themengebiet Finanzmathematik umfasste. Die Ansätze zum Lösen der Aufgaben waren sehr ähnlich. Wer den Lernstoff verstanden hatte, konnte alle Aufgaben überwiegend richtig lösen.

Bei der Schularbeit im 2. Semester ergab sich ein ähnliches Bild. 7 „Nicht genügend“ standen 7 „Befriedigend“ gegenüber. Dieses Ergebnis hatte sich aber bei den schriftlichen Mitarbeitersüberprüfungen schon abgezeichnet und durch kurzfristiges Lernen vor der Schularbeit konnten die Lücken nicht mehr geschlossen werden.

Alles in allem bin ich von den Ergebnissen aller Leistungsfeststellungen (Mitarbeitersüberprüfungen und Schularbeiten) im Schuljahr 2006/07 sehr enttäuscht. Die Ergebnisse waren vergleichbar mit denen des Schuljahres 2005/06. Rechnet man allerdings die Leistungen der Schüler/innen, die nicht mehr in der Projektklasse sind, weg, ist ein Leistungsabfall bemerkbar.

Dies mag auch auf die schon beschriebene Problematik („Notebookknick“, viele Wochenstunden, viele Gegenstände) und die im Vergleich zum Vorjahr anspruchsvolleren Inhalte und die gesteigerten Anforderungen bei den Schularbeiten zurückzuführen sein. Ich hatte trotzdem erwartet, dass durch eine möglichst attraktive Gestaltung des Unterrichts dem Gegenstand Mathematik so viel Aufmerksamkeit geschenkt wird, dass alle Schüler/innen ohne zusätzliche Prüfungen das Jahresziel erreichen. Sowohl gegen Ende des ersten als auch des zweiten Semesters waren aber 3-4 Schüler/innen gefährdet, mit „Nicht genügend“ beurteilt zu werden.

Ob trotz dieser enttäuschenden Leistungen die wesentlichen Lerninhalte nachhaltig erworben wurden, soll am Beginn der vierten Klasse überprüft werden.

Trotz dieser eher negativen Gesamtbetrachtung bleibt zu erwähnen, dass in diesem Schuljahr 5 Schüler/innen eine bessere Jahresnote als im Schuljahr 2005/06 erhielten. Dies resultiert vor allem aus einer anderen Gewichtung der einzelnen Leistungen. Aufgrund der vielen Aktivitäten durch den Einsatz Neuer Medien hatten die Schularbeiten keinen so hohen Stellenwert wie im Vorjahr. Wer im Unterricht regelmäßig mitarbeitete, die Hausübungen ordentlich machte und bei den Mitarbeitersüberprüfungen gute Ergebnisse erzielte, bekam eine im Vergleich zur Schularbeit um ein Grad bessere Note.

5.4 Resümee und Ausblick

In Summe war ich bei meinen Projektzielen zu optimistisch, habe mit eLearning zu „überfallsartig“ begonnen und es auch zu intensiv eingesetzt. Dies stellte auch ein Problem bei der Evaluation dar, da aufgrund der Fülle von Inhalten und Methoden nicht alles mit der geplanten Genauigkeit evaluiert werden konnte.

Trotz allem überwiegt der positive Gesamteindruck: Es waren doch einige Schüler/innen das ganze Schuljahr sehr engagiert und in 3-4 Fällen waren die Leistungen deutlich besser als im Vorjahr. Bei den Workshops konnte ich viele engagierte Kollegen/innen und deren Projekte kennen lernen. Das ganze Projektumfeld unterstützt die oft zitierte Professionalisierung im Lehrberuf sehr stark.

Im (bereits genehmigten) Folgeprojekt wird schwerpunktmäßig der Einsatz von GeoGebra im Mathematikunterricht evaluiert und die Nachhaltigkeit des Gelernten überprüft.

6 LITERATUR

ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (2007). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. 4. Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt

http://www.austromath.at/medienvielfalt/materialien/diff_einfuehrung/did_kommentar.htm
(10.7.2007)

http://www.austromath.at/medienvielfalt/materialien/diff_einfuehrung/download/diff_le_rnspirale.pdf
(10.7.2007)

7 ANHANG

7.1 Fragebögen

7.1.1 Fragebogen zur Motivation

	ja	eher ja	eher nein	nein
Motivation höher als im Vorjahr	1	3	11	3
Einfluss der Faktoren	ja	eher ja	eher nein	nein
positive Stimmung in der Klasse	5	8	5	0
positive Stimmung des Lehrers	9	8	1	0
gute Noten	9	6	3	0
Partnerarbeit	6	3	6	3
Gruppenarbeit	5	4	5	4
Notebookeinsatz	11	4	1	2
Verwendung von DERIVE als Rechenhilfsmittel	4	5	3	6
Einsatz von Tabellenkalkulation	8	4	1	5
positive Rückmeldungen des Lehrers	11	5	2	0
Hilfestellung bei Problemen	9	7	1	1
Auflockerungen im Unterricht	13	4	1	0
anwendungsorientierte Aufgabenstellungen	5	6	6	1
ausführliche Erklärungen	8	4	5	1
dem Lernfortschritt angepasstes Arbeitstempo	6	9	2	1
den Lernstoff verstanden zu haben	11	6	0	1
wissen, wozu man etwas gerade lernt	3	13	2	0

Tabelle 8: Anzahl der Nennungen zum Einfluss motivierender Faktoren im Mathematikunterricht

7.1.2 Fragebogen zu eLearning

- 1) Beim Arbeiten mit EXCEL hat mir die Bedienung des Programms Schwierigkeiten bereitet.

ja	eher ja	eher nein	nein
0	1	7	10

- 2) Beim Arbeiten mit EXCEL ist mir die richtige Eingabe der Formeln schwer gefallen.

ja	eher ja	eher nein	nein
0	4	5	9

- 3) Der Einsatz von EXCEL hat mein Verständnis für Ratenzahlungen erhöht.

ja	eher ja	eher nein	nein
4	8	4	2

- 4) Das Erstellen von Tabellen mit EXCEL war interessanter als das händische Lösen der Aufgaben.

ja	eher ja	eher nein	nein
8	6	2	2

- 5) Die „Bedienung“ der Lernplattform Moodle ist kompliziert.

ja	eher ja	eher nein	nein
3	7	5	3

- 6) Ich hatte beim Arbeiten mit Moodle häufig technische Probleme, die ich nicht beheben konnte.

ja	eher ja	eher nein	nein
4	4	7	3

- 7) Moodle ist praktisch, weil man Dateien für den Unterricht down- oder uploaden kann.

ja	eher ja	eher nein	nein
2	4	3	9

- 8) Mir gefällt, dass man über Moodle aktuelle Informationen des Lehrers abrufen kann.

ja	eher ja	eher nein	nein
0	4	4	10

- 9) Der Lernpfad zur Differentialrechnung ist klar strukturiert.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	4	3	9

- 10) Die Inhalte des Lernpfades sind kompliziert formuliert.

ja	eher ja	eher nein	nein
9	4	4	0

11) Ich konnte beim Lernpfad mein Arbeitstempo selbst bestimmen.

ja	eher ja	eher nein	nein
4	8	4	2

12) Wenn ich mich beim Lernpfad nicht auskannte, habe ich Mitschüler/innen um Rat gefragt.

ja	eher ja	eher nein	nein
5	7	3	3

13) Beim Lernpfad wurde ein zu hohes Maß an Eigenständigkeit gefordert.

ja	eher ja	eher nein	nein
11	7	0	0

14) Der Lernpfad war deshalb schwierig für mich, weil die Lektionen aufbauend waren.

ja	eher ja	eher nein	nein
4	3	9	1

15) Durch die Animationen im Lernpfad waren die Sachverhalte besser verständlich.

ja	eher ja	eher nein	nein
4	4	5	5

16) Ich habe nicht verstanden, worum es bei den Animationen ging.

ja	eher ja	eher nein	nein
2	5	7	4

17) Ich habe mich beim Bearbeiten des Lernpfades bemüht, die Aufgabenstellungen zu erfüllen.

ja	eher ja	eher nein	nein
6	7	3	2

18) Ich habe während der Bearbeitung des Lernpfades am Notebook auch „unerlaubte Sachen“ gemacht.

ja	eher ja	eher nein	nein
4	3	10	1

19) Es war demotivierend, dass der Lehrer bei der Bearbeitung des Lernpfades nicht geholfen hat.

ja	eher ja	eher nein	nein
13	4	1	0

20) Der Lernpfad ist nur für mathematisch sehr begabte Schüler/innen geeignet.

ja	eher ja	eher nein	nein
5	8	4	1

7.1.3 Fragebogen zum Softwareeinsatz

1) Die Bedienung von Derive wurde ausreichend erklärt.

ja	eher ja	eher nein	nein
7	6	3	0

2) Das Eingeben von Formeln in Derive hat mir Probleme bereitet.

ja	eher ja	eher nein	nein
3	1	3	9

3) Das Auswählen der Befehle in Derive hat mir Probleme bereitet.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	2	6	7

4) Das Zeichnen der Graphen in Derive hat mir Probleme bereitet.

ja	eher ja	eher nein	nein
2	3	9	2

5) Durch den Einsatz von Derive kann ich Aufgaben schneller lösen.

ja	eher ja	eher nein	nein
11	4	1	0

6) Durch die Verwendung von Derive kann ich Rechenfehler vermeiden.

ja	eher ja	eher nein	nein
8	7	1	0

7) Durch die Verwendung von Derive sinkt meine Rechenfertigkeit.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	2	7	6

8) Ich möchte am liebsten gar nichts mehr „händisch“ rechnen.

ja	eher ja	eher nein	nein
3	4	5	4

9) Man soll Derive nur für Berechnungen einsetzen, die „händisch“ nicht lösbar sind.

ja	eher ja	eher nein	nein
5	5	4	2

10) Man soll Derive vor allem dazu einsetzen, lange Berechnungen abzukürzen.

ja	eher ja	eher nein	nein
14	2	0	0

11) Das GeoGebra-Applet zum Cournotschen Punkt hat mir gefallen.

ja	eher ja	eher nein	nein
0	2	3	10

12) Durch die veränderbaren Werte in diesem Applet habe ich die Thematik besser verstanden.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	4	7	4

13) Ich habe bei dem Applet zum Cournotschen Punkt nicht gewusst, worum es eigentlich geht.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	6	4	5

14) Beim GeoGebra-Applet zum Betriebsoptimum habe ich eigenständig den gesuchten Zusammenhang zwischen Preis und Stückkosten herausgefunden.

ja	eher ja	eher nein	nein
2	10	4	0

15) Ich habe das Applet zum Betriebsoptimum überhaupt nicht verstanden.

ja	eher ja	eher nein	nein
0	3	7	6

16) Eine „statische“ Skizze ist genau so gut verständlich wie ein „dynamischer“ Graph.

ja	eher ja	eher nein	nein
3	2	8	3

17) Durch das Beobachten der Veränderungen bei den GeoGebra-Applets präge ich mir die Zusammenhänge besser ein.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	4	7	4

18) Ich habe die geforderten Arbeitsaufträge zu den GeoGebra-Applets nicht gemacht.

ja	eher ja	eher nein	nein
1	4	5	6

19) GeoGebra soll nur für Demonstrationen (des Lehrers) eingesetzt werden.

ja	eher ja	eher nein	nein
5	5	4	2

20) Ich möchte auch selbst mit GeoGebra arbeiten.

ja	eher ja	eher nein	nein
0	2	3	11

7.2 Interviews

7.2.1 Interviewfragebogen

INTERVIEW zur Motivation im Mathematikunterricht

a) Begrüßung

b) Einführung und Erläuterung:

Prof. Gurtner führt in diesem Schuljahr ein IMST-Projekt durch, in dem untersucht wird, ob mit bestimmten Methoden die Motivation und das mathematische Verständnis von Schüler/innen gesteigert werden kann. Ergänzend zu dem Fragebogen, den ihr im Dezember ausgefüllt habt, werden mit diesem Interview weitere Daten gesammelt, die im Projektbericht zusammengefasst werden. Deine Antworten werden verschriftlicht und bleiben anonym. Ich ersuche dich um eine gewissenhafte Beantwortung der folgenden Fragen.

c) Fragen:

- 1) Welche Inhalte habt ihr im Mathematikunterricht in diesem Schuljahr bisher behandelt? Interessieren dich diese Stoffgebiete?
- 2) Wie ist deine persönliche Einstellung zum Gegenstand Mathematik?
Hat sich dein Interesse für den Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr verändert? Falls ja: Beschreibe die Ursachen!
- 3) Wie ist die Stimmung bzw. die Arbeitshaltung deiner Mitschüler/innen in diesem Jahr im Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr?
- 4) Hat sich an der Gestaltung des Mathematikunterrichts im Vergleich zum Vorjahr etwas geändert?
Falls ja: Beschreibe die Veränderungen! Worauf und wie wirkt sich das aus?
- 5) Gibt es auch Mathematikstunden, in denen ihr in Kleingruppen zusammenarbeiten könnt?
Falls ja: Wie wird diese Möglichkeit vor der Klasse angenommen?
- 6) Werden die Notebooks im Mathematikunterricht häufig verwendet?
Wozu wird das Notebook eingesetzt?
Was gefällt dir daran? Welche Probleme treten auf?
- 7) Wie findest du das Arbeiten mit der Lernplattform Moodle?
Wozu setzt Prof. Gurtner die Lernplattform ein?
Was gefällt dir beim Arbeiten mit Moodle?
Welche Probleme ergeben sich beim Arbeiten mit Moodle?
- 8) Wie hat dir das selbständige Arbeiten mit dem Lernpfad „Differentialrechnung“ gefallen? Welche Vorteile hat diese Art von Lernen?
Was war schwierig beim Bearbeiten des Lernpfades?
- 9) Möchtest du sonst noch etwas zum Mathematikunterricht in diesem Schuljahr sagen?

d) Danke für das Gespräch und die Mitarbeit

7.2.2 Transkription von Interview 1

1) *I.: Welche Inhalte habt ihr im Mathematikunterricht in diesem Schuljahr bisher behandelt? Interessieren dich diese Stoffgebiete?*

S 1: Finanzmathematik und jetzt Differentialrechnung.
Mehr oder weniger, eher weniger als mehr.

2) *I. Wie ist deine persönliche Einstellung zum Gegenstand Mathematik?*

S 1: Zu wenig praxisorientiert. Man wird nie brauchen, was man lernt

I.: Hat sich dein Interesse für den Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr verändert? Falls ja: Beschreibe die Ursachen!

S 1: Nein, Im Vorjahr hatte ich eine ähnliche Einstellung

3) *I.: Wie ist die Stimmung bzw. die Arbeitshaltung deiner Mitschüler/innen in diesem Jahr im Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr?*

S 1: Ja, hat sich auch nicht wirklich verändert. Sie sind noch immer so demotiviert wie im Vorjahr.

4) *I.: Hat sich an der Gestaltung des Mathematikunterrichts im Vergleich zum Vorjahr etwas geändert? Falls ja: Beschreibe die Veränderungen!*

S 1: Ja, vielleicht, dass wir das Zeug ausführlicher durchgemacht haben, am Anfang. Und jetzt das mit dem eLearning Lernpfad. Sonst nicht wirklich.

I.: Worauf und wie wirkt sich das aus?

S 1: Es begreifen es jetzt mehr Leute, die Finanzmathematik, aber den Lernpfad versteht irgendwie noch keiner. Also: Ausführlich machen ist gut, Lernpfad nicht.

5) *I.: Gibt es auch Mathematikstunden, in denen ihr in Kleingruppen zusammenarbeiten könnt? Falls ja: Wie wird diese Möglichkeit vor der Klasse angenommen?*

S 1: Ja, ab und zu. Das wird schon von der Klasse angenommen.

6) *I.: Werden die Notebooks im Mathematikunterricht häufig verwendet? Wozu wird das Notebook eingesetzt?*

S 1: Ja, für das Moodle Lernpfad Zeug und eben Differentialrechnung mit mathematischen Programmen zum Lösen von Formeln oder zum Zeichnen von Grafen.

I.: Was gefällt dir daran? Welche Probleme treten auf?

S 1: Dass man einen Grafen mit dem Eingeben einer einzelnen Formel zeichnen kann ist schon praktisch, weil mit der Hand dauert es länger, aber man ist halt auch sehr abhängig vom Computer, wenn der einmal abstürzt, kannst das vergessen.

Bei der Schularbeit ist einer Mitschülerin das Excel abgestürzt, damit war die Nummer schon einmal hat's vergessen können, und dass so etwas bei der Schularbeit angewandt wird finde ich nicht so klass, weil man doch nicht hundert Prozent sicher gehen kann.

7) I.: *Wie findest du das Arbeiten mit der Lernplattform Moodle? Wozu setzt Prof. Gurtner die Lernplattform ein?*

S 1: Professor fordert das Moodle, dadurch stresst einem das viel mehr. Man hat eine bestimmte Zeitgrenze und bis zu genau der muss man es haben und keine Sekunde später und außerdem irgendwie wird das jetzt auch überprüft, ob man jetzt auch einmal in der Woche in dem Moodle war, sonst wirst du gleich angeschrieben, warum du es nicht warst. Es ist einfach voll stressig und bringt einfach nicht wirklich etwas.

Prof. Gurtner schreibt Hausübungen ins Moodle und wir müssen sie dann hochladen und er kann sie dann anschauen.

I.: *Was gefällt dir beim Arbeiten mit Moodle?*

S 1: Nichts.

I.: *Welche Probleme ergeben sich beim Arbeiten mit Moodle?*

S 1: Stress und man wird überwacht, weil der Prof. genau schauen kann, wann du im Moodle warst und wann nicht. Das mag ich irgendwie nicht.

8) I.: *Wie hat dir das selbständige Arbeiten mit dem Lernpfad „Differentialrechnung“ gefallen? Welche Vorteile hat diese Art von Lernen? Was war schwierig beim Bearbeiten des Lernpfades?*

S 1: Das Lernpfading ist der größte Grund, der mir je untergekommen ist, weil man soll sich laut Professor das selbst beibringen das Ganze. Indem man sich die Erklärung der Differentialrechnung in einem Absatz durchliest und dann soll man es verstehen. Und wenn man gefragt hat, danach, wie das jetzt geht, oder ob er helfen kann, hat er immer gesagt: „Lies dir das im Lernpfad durch, da steht das eh.“ Ich mein, wenn das so ist, kann ich gleich daheim bleiben. Dann brauch ich nicht in die Schule gehen, dann brauch ich nur auf die Homepage gehen und mir das daheim beibringen, wenn ich eh keine Hilfe erwarten kann von da.

9) I.: *Möchtest du sonst noch etwas zum Mathematikunterricht in diesem Schuljahr sagen?*

S 1: Nein. Da fällt mir nichts ein, was noch zu sagen wäre.

I.: *Danke für das Gespräch und die Mitarbeit!*

7.2.3 Transkription von Interview 2

1) I.: *Welche Inhalte habt ihr im Mathematikunterricht in diesem Schuljahr bisher behandelt?*

S 2: Jetzt gerade machen wir Differentialrechnung und vorher haben wir Ratenzahlungen und Rentenzahlungen und die ganzen Kreditsachen gemacht.

I.: *Interessieren dich diese Stoffgebiete?*

S 2: Was wir im letzten Semester gemacht haben hat mich schon interessiert, die Kreditsachen, aber die Differentialrechnung, da hab ich nicht wirklich eine Ahnung, was das jetzt sein soll, weil er es uns nie gesagt hat.

2) I.: *Wie ist deine persönliche Einstellung zum Gegenstand Mathematik?*

S 2: Wenn es Sachen sind, die für das Leben einmal wichtig sein könnten, interessiert es mich mehr, als Sachen bei denen ich keine Ahnung habe, ob ich das jemals brauche. Da bin ich dann auch besser, als wenn es mich nicht interessiert.

I.: *Hat sich dein Interesse für den Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr verändert? Falls ja: Beschreibe die Ursachen!*

S 2: Mmh, ja, ich bin ein bisschen besser geworden, weil mich der Stoff mehr interessiert hat als letztes Jahr. Finanzmathematik war logisch und verständlich, dass man das einmal brauchen könnte.

3) I.: *Wie ist die Stimmung bzw. die Arbeitshaltung deiner Mitschüler/innen in diesem Jahr im Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr?*

S 2: Ich denke das ganze Projekt, das er jetzt macht, funktioniert nicht wirklich gut, weil sich, trotzdem sich einige damit beschäftigen vielleicht, nachdem er alle Fragen ablehnt und einfach sagt: „Nein, findet es selbst heraus.“ verlieren alle ... die interessiert es einfach nicht mehr und keiner bemüht sich mehr, dass er das versteht.

I.: *Wie ist jetzt die Situation?*

S 2: uninteressiert und gelangweilt

I.: *Wie war die Situation im Vorjahr?*

S 2: Im Vorjahr gab es immer wieder Aufregung, weil sich keiner ausgekannt hat, und alle gesagt haben, er erklärt nicht gut. Wobei im Vorjahr war das Problem, dass einfach keiner aufgepasst hat und alle geschwätzt haben, was jetzt durch die Laptops ziemlich eingeschränkt ist.

4) I.: *Hat sich an der Gestaltung des Mathematikunterrichts im Vergleich zum Vorjahr etwas geändert? Falls ja: Beschreibe die Veränderungen! Worauf und wie wirkt sich das aus?*

S 2: Ja, kein Unterricht mehr, sondern Selbsterarbeitung, was nicht wirklich funktioniert. Früher hat er Unterricht gemacht, jetzt macht er Moodle. Seither gibt es nicht wirklich einen Unterricht. Wir hätten uns das selber beibringen sollen. Fragen hat er abgelehnt. Er hat gesagt: „Nein, steht alles im Moodle.“ Wenn

man gefragt hat: „Was ist Differentialrechnung allgemein?“ hat er das abgelehnt. Auch wenn das die Anna gefragt hat.

I.: *Um das hat sich negativ auf die Stimmung ausgewirkt?*

S 2: Ja, ziemlich.

5) I.: *Gibt es auch Mathematikstunden, in denen ihr in Kleingruppen zusammenarbeiten könnt? Falls ja: Wie wird diese Möglichkeit vor der Klasse angenommen?*

S 2: Ja, das ganze Projekt war so aufgezogen. Die es gut können lassen die anderen abschreiben oder zeigen ihnen wie es geht, wobei der Großteil abgeschrieben hat. Aber prinzipiell werden die Gruppenarbeiten gut angenommen. Da setzen die sich schon zusammen und reden über die Probleme, die man halt lösen muss.

6) I.: *Werden die Notebooks im Mathematikunterricht häufig verwendet? Wozu wird das Notebook eingesetzt? Was gefällt dir daran? Welche Probleme treten auf?*

S 2: Ja, zum Beispiel, dass wir in Derive Beispiele lösen, die man mit der Hand nicht lösen kann, aber größtenteils für Moodle und Lernpfad Differentialrechnung. Im Prinzip ist das sicher nicht schlecht, aber ich glaube, dass man Mathematik doch ein bisschen mehr mit der Hand machen soll und nicht alles nur vom Bildschirm ablesen – weil's ja doch immer schon so war und jetzt auf einmal sollen wir alle eigenständig mit dem Notebook selber etwas erarbeiten, obwohl wir es noch nie gemacht haben. Ich glaube, das ist eine „leichte“ Schwierigkeit für alle.

7) I.: *Wie findest du das Arbeiten mit der Lernplattform Moodle? Wozu setzt Prof. Gurtner die Lernplattform ein? Was gefällt dir beim Arbeiten mit Moodle? Welche Probleme ergeben sich beim Arbeiten mit Moodle?*

S 2: Ich denke, dass das im Prinzip eine ganz gute Sache ist, aber wenn es Lehrer vielleicht ein bisschen zu intensiv benützen, wie Prof. Gurtner. ... Er gibt uns Hausübungen auf und sagt uns gar nichts davon und dann setzt er voraus, dass wir jede Woche zweimal ins Moodle reinschauen.

Es ist teilweise praktisch, wenn wir z. B. bei der Schularbeit Beispiele gerechnet haben, z.B. im Excel und das dann alle abgeben konnten, aber so ... ich glaub ... a bisserl überfordert sind wir alle, weil das so neu ist und wir das einfach noch nicht so gewöhnt sind, dass wir so eigenständig arbeiten müssen und weil das so gach (=schnell) eingeführt worden ist, dass wir das jetzt machen, alles über Moodle.

Das hat halt bei manchen Leuten in der Klasse nicht ganz funktioniert, wobei ich mir nicht ganz sicher bin, ob es wirklich nicht funktioniert hat, oder ob die das nur gesagt haben, als Ausrede.

8) I.: *Wie hat dir das selbständige Arbeiten mit dem Lernpfad „Differentialrechnung“ gefallen?*

S 2: Nicht gut. Ich glaub, dass alle damit überfordert waren, weil es zu gach gekommen ist. Jetzt stehen wir alle da und keiner kann irgendetwas und er setzt aber die Sachen praktisch voraus, was wir halt lernen hätten sollen. Nachdem wir nicht fragen konnten, hat keiner mehr gefragt. Ein Teil hat das noch probiert

sich das irgendwie beizubringen, aber der Großteil hat einfach aufgegeben, mittendrin einmal.

I.: Welche Vorteile hat diese Art von Lernen?

S 2: Wenn man vorbereitet ist und das kann, sich selbst etwas so beibringen, wenn man das vorher vielleicht irgendwie ein bisschen, ... wenn das nicht so einstieglos gemacht wird, ohne dass er es uns vorher vielleicht ein bisschen ... praktisch ... langsam anfangen mit dem eigenständigen Lernen dann hätte es vielleicht den Vorteil dass man es sich besser einteilen kann, aber den hat es jetzt gerade nicht für uns.

I.: Was war schwierig beim Bearbeiten des Lernpfades?

S 2: So, der Lernpfad ist eh ganz praktisch, weil alles beschrieben ist, aber wenn man nichts dazu fragen darf, wenn man alles selber machen muss, ohne dass einem irgendwann einmal jemand sagt: „Mach das jetzt“ dann ist das ein Problem von Schülern allgemein.

9) *Möchtest du sonst noch etwas zum Mathematikunterricht in diesem Schuljahr sagen?*

S 2: Ich denke, es sollte nicht so frei sein, sondern auch ein normaler Unterricht, wo er uns erklärt und vielleicht Teile freier Unterricht mit Moodle, aber nicht so wie jetzt, gänzlich, nur mit dem Lernpfad. Das ist zuviel.

I.: Danke für das Gespräch und die Mitarbeit!

7.2.4 Transkription von Interview 3

1) *I.: Welche Inhalte habt ihr im Mathematikunterricht in diesem Schuljahr bisher behandelt?*

S 3: Finanzmathematik, Differentialrechnung und damit verbundene Themen wie lineare Funktionen

I.: Interessieren dich diese Stoffgebiete?

S 3: Naja, ich würde es nicht in meiner Freizeit machen, aber schulisch bedingt ja. Finanzmathematik sicher mehr als das andere.

2) *I.: Wie ist deine persönliche Einstellung zum Gegenstand Mathematik?*

S 3: Ich tu mich nicht so schwer in Mathematik, darum ist es nicht so schlecht, aber wenn schwierigere Themen kommen, wenn man sich schwerer tut, dann ist sicher die Einstellung nicht mehr so gut.

I.: Hat sich dein Interesse für den Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr verändert? Falls ja: Beschreibe die Ursachen!

S 3: Nein. Die bleibt immer gleich.

3) *I.: Wie ist die Stimmung bzw. die Arbeitshaltung deiner Mitschüler/innen in diesem Jahr im Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr?*

S 3: Schlecht. Aufgrund der Laptops sind alle ziemlich abgelenkt und nicht wirklich bei der Sache – aber jetzt in jedem Gegenstand. Aber ich denke mir, das muss jeder selber wissen, ob er lieber etwas anderes macht, oder aufpasst, weil das wird sich im Endeffekt an der Note sichtbar machen.

4) I.: *Hat sich an der Gestaltung des Mathematikunterrichts im Vergleich zum Vorjahr etwas geändert?*

S 3: Ja, wir machen heuer eigentlich ziemlich alles mit dem Laptop und haben nur am Anfang die Finanzmathematik noch mit Hand gemacht und dann auch schon mit Excel und Derive und jetzt machen wir eigentlich das nur mehr im Internet, also über den Lernpfad und da ist sehr eigenständiges Arbeiten gefragt, das bei uns, glaube ich, nicht so gut funktioniert.

I.: *Falls ja: Beschreibe die Veränderungen! Worauf und wie wirkt sich das aus?*
siehe oben

5) I.: *Gibt es auch Mathematikstunden, in denen ihr in Kleingruppen zusammenarbeiten könnt?*

S 3: Ja, vor allem so Verbesserungssachen haben wir viel in Gruppen gemacht und teilweise auch irgendwelche schwierigeren Beispiele machen wir immer in der Gruppe.

I.: *Wie wird diese Möglichkeit vor der Klasse angenommen?*

S 3: Eigentlich eh ganz gut. Nur es ist glaube ich ziemlich schwer bei uns, eine Gruppe zu gründen, wo sich wirklich Leute auskennen. Also ich glaub, es geht schon.

6) I.: *Werden die Notebooks im Mathematikunterricht häufig verwendet? Wozu wird das Notebook eingesetzt?*

S 3: Jetzt machen wir den Lernpfad übers Internet, das mit dem Moodle, immer abschicken.

Wir haben einen Teil der Schularbeit gemacht am Laptop mit Excel und eben mit dem Derive

I.: *Was gefällt dir daran?*

S 3: Ja, es ist abwechslungsreich aber es hat sicher genügend Tücken, weil es funktioniert nicht immer bei jedem und es funktioniert nicht alles, dann wird man halt ziemlich schnell einmal grantig.

I.: *Was hat nicht funktioniert?*

S 3: Ja wir haben jetzt in ziemlich vielen Fächern Probleme mit dem Netzwerk gehabt. Es hat halt nicht immer jeder die gleiche Version z.B. von dem Derive. Und dann funktioniert irgendetwas nicht. Dann ist es immer etwas schwierig.

7) I.: *Wie findest du das Arbeiten mit der Lernplattform Moodle?*

S 3: Es macht eigentlich theoretisch eh Sinn, aber in der Praxis, wenn man es anwendet ist es nicht immer so. ... Wir sind nicht so zufrieden damit, weil es macht irgendwie nicht soviel Sinn, wenn man immer zwischen den zwei Sachen, dem Virtual Classroom von Prof. Hirschmann und diesem Moodle

immer hin und herwechseln muss, das ist irgendwie total lästig und das Moodle, das kann irgendwie nicht so ... halt sicher es kann auch etwas, aber es ist lästig, dass man da immer hin und her muss.

I.: Wozu setzt Prof. Gurtner die Lernplattform ein?

S 3: Wir müssen da Hausübungen einschicken oder die Schularbeit haben wir gemacht, oder teilweise so Abgabefristen von irgendwelchen Kleinprojekten. Für solche Sachen eher.

I.: Was gefällt dir beim Arbeiten mit Moodle? Welche Probleme ergeben sich beim Arbeiten mit Moodle? Ergänzungen?

S 3: Nein.

8) I.: Wie hat dir das selbständige Arbeiten mit dem Lernpfad „Differentialrechnung“ gefallen?

S 3: Ich glaube, wenn man sich im Vorhinein einmal auskennen würde, was überhaupt das Ganze ist, dann täte man sich viel leichter, weil wir haben doch immer alles im Heft aufgeschrieben zuerst und so, und ich glaub, dann täten sich bei uns alle viel leichter, als wie wenn man sich selbständig irgendwelche völlig neuen Themen erarbeiten muss; Wenn vielleicht teilweise nicht alle am gleichen Stand sind, was die Vorinformationen betrifft, dann ist es eher schwierig.

I.: Welche Vorteile hat diese Art von Lernen?

S 3: Man kann irgendwie selber einteilen. Wenn man sagt: Mich freut es jetzt gerade überhaupt nicht etwas machen, dann ... ich mein es bleibt einem eh selber, ... dann muss man halt die ganzen Sachen zu Hause machen. Man muss sie halt zu einem fixen Termin abgeben. Ich meine die Fristen waren eigentlich nicht so schlimm, weil es ist sich wirklich, wenn man etwas gemacht hat ist es sich immer ausgegangen, ohne dass man zu Hause etwas gemacht hat.

I.: Was war schwierig beim Bearbeiten des Lernpfades?

S 3: Ja eben das Selbsterarbeiten. Es ist immer gestanden: „Informiere dich zu diesem Thema bei Wikipedia. Nur bei Wikipedia, da ist das immer alles so theoretisch aufgearbeitet und wir sind irgendwie ... bei uns basiert irgendwie alles nur mehr auf Formeln und wenn man keine wirkliche Formel gleich sieht, dann kennt man sich nicht wirklich aus.“

9) I.: Möchtest du sonst noch etwas zum Mathematikunterricht in diesem Schuljahr sagen?

S 3: ... (lacht)... Wir sollten wieder mehr im Heft machen und ein wenig von dem Lernpfadzeug und dem selbständig arbeiten wegkommen, weil es kennt sich glaube ich keiner aus und da ist voll viel wertvolle Zeit verloren gegangen, glaube ich.

I.: Danke für das Gespräch und die Mitarbeit!

7.2.5 Transkription von Interview 4

1) I.: *Welche Inhalte habt ihr im Mathematikunterricht in diesem Schuljahr bisher behandelt?*

S 4: Finanzmathematik und seit einem Monat ungefähr Differentialrechnung.

I.: *Interessieren dich diese Stoffgebiete?*

S 4: Finanzmathematik schon, Differentialrechnung nicht.

2) I.: *Wie ist deine persönliche Einstellung zum Gegenstand Mathematik? Hat sich dein Interesse für den Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr verändert? Falls ja: Beschreibe die Ursachen!*

S 4: Es ist sicher besser als im Vorjahr, weil das Stoffgebiet einfach ... man merkt, dass das einen Bezug hat, wozu man das später brauchen könnte. Bei der Differenzialrechnung ist das nicht so einfach zu erkennen, weil die Definition nicht so klar geworden ist, durch den Lernpfad, aber es ist sicher besser als letztes Jahr, von der Motivation her.

I.: *Wodurch ist die Motivation heuer besser als im Vorjahr?*

S 4: Durch das Stoffgebiet und durch die Beispiele. Ich beschäftige mich trotzdem gern mit Problemlösungen in Mathematik, auch wenn es nicht immer so funktioniert, wie es funktionieren sollte. Es ist nicht so, dass ich sagen würde das stört mich. Es ist auch nicht ein großartiger Aufwand für mich, auch für die Schularbeit, weil wenn man sich vorher schon auskennt, dann muss man sich das nicht mehr so viel anschauen.

3) I.: *Wie ist die Stimmung bzw. die Arbeitshaltung deiner Mitschüler/innen in diesem Jahr im Mathematikunterricht im Vergleich zum Vorjahr?*

S 4: Schlecht. Es geht zu im Mathematikunterricht, es ist laut. Es ist eine ungute Stimmung, vor allem für die, die aufpassen wollen im Mathematikunterricht und sich trotzdem nicht auskennen. Und wenn das dann zu einer Schularbeit oder Test, wenn das nahe kommt, dann ist es so, dass alle einen furchtbaren Stress kriegen, weil sie vorher nicht aufpassen und die, die dann sich bemüht haben, dass bei dem Stoff mitkommen, müssen dann denen immer wieder helfen und denen das immer wieder zeigen, weil's im Unterricht nicht aufgepasst haben und dem Lehrer immer wieder vorwerfen, er erklärt das nicht und er macht nicht. Wobei, mittlerweile verstehe ich es, dass er nicht mehr will, weil es ungut ist, vor allem in Mathematik.

4) I.: *Hat sich an der Gestaltung des Mathematikunterrichts im Vergleich zum Vorjahr etwas geändert? Falls ja: Beschreibe die Veränderungen! Worauf und wie wirkt sich das aus?*

S 4: Ja, durch die Laptop-Klassen. Durch die Benützung der Laptops machen wir viel Kalkulationen im Excel, vor allem in Finanzmathematik oder im Derive-Programm, da ist das jetzt, dadurch dass das Internet immer da ist, ist es schon sehr verlockend, dass man nebenbei etwas anderes macht und dann trotzdem nicht so aufpasst. Von den Beispielen. Das Buch ist ähnlich aufgebaut, nur halt Computerorientierter.

I.: War das die einzige Änderung?

S 4: Ja doch. Vorher haben wir alles mit Taschenrechner gemacht und im Heft, jetzt alles, oder viel digital. Es war schon eine große Änderung

5) I.: Gibt es auch Mathematikstunden, in denen ihr in Kleingruppen zusammenarbeiten könnt? Falls ja: Wie wird diese Möglichkeit vor der Klasse angenommen?

S 4: Es hat - am Jahresanfang war das glaube ich – war es mehrmals so, dass wir Problemstellungen bekommen haben und das dann in Kleingruppen lösen konnten oder auch einzeln. Und es ist dann halt so, dass die besseren Schüler mit denen, die sich nicht so gut auskennen zusammen arbeiten, das schon, aber so wirklich genützt worden ist das nicht.

6) I.: Werden die Notebooks im Mathematikunterricht häufig verwendet? Wozu wird das Notebook eingesetzt?

S 4: Ja, eingesetzt wird es zum Lernpfad, zur Tabellenkalkulation im Excel, Derive-Berechnungen

I.: Was gefällt dir daran? Welche Probleme treten auf?

S 4: Es ist sicher praktischer, weil durch das Notebook hat man alle Sachen mit und vergisst nichts. Aber das Moodle hat oft nicht funktioniert, vor allem bei der Schularbeit, beim eigentlichen Schularbeitstermin, der dann nicht eingehalten worden ist, ist das ganze Moodle abgestürzt.

Und es ist dann so, dass der Lehrer das nicht glaubt, dass das nicht funktioniert und gibt es trotzdem irgendwelche Probleme, oder auch wenn es mit dem Hochspeichern nicht funktioniert, von irgendwelchen Aufgabenstellungen, dann ist das schon immer ein Problem. Weil auch wenn man es gemacht hat und man kann es dann nicht abgeben, weil einfach die Technik nicht mittut.

7) I.: Wie findest du das Arbeiten mit der Lernplattform Moodle? Wozu setzt Prof. Gurtner die Lernplattform ein? Was gefällt dir beim Arbeiten mit Moodle? Welche Probleme ergeben sich beim Arbeiten mit Moodle?

S 4: Ich finde Moodle unübersichtlich. Es hat lange gedauert, bis es überhaupt funktioniert hat, bei uns in der Klasse, bis alle sich anmelden konnten, durch die ganzen Namen und die Umlaute. Und wie man die Nachrichten findet, das habe ich letzte Woche herausgefunden, dass ich von Herrn Prof. Gurtner eine ganze lange Liste Nachrichten gehabt habe, das zeigt es eben nicht an. Weil da muss man auf sein eigenes Profil gehen, und dann noch einmal auf einen Link und noch einmal auf einen Link und ... bis das einmal durchsichtig wird, dauert es einige Zeit. Man braucht einfach eine Einführung und eine Erklärung, wo man jetzt wirklich was findet, wie das mit den Abgabefristen und Aktivitäten oder Umfragen abrennt.

8) I.: Wie hat dir das selbständige Arbeiten mit dem Lernpfad „Differentialrechnung“ gefallen? Welche Vorteile hat diese Art von Lernen? Was war schwierig beim Bearbeiten des Lernpfades?

S 4: Nicht so, vor allem, man sitzt dann zu Hause, bei den Aufgabenstellungen und denkt sich: Ja, ich weiß jetzt nicht was das ist, dann schaut man in Wikipedia nach - das verwirrt nur zusätzlich, weil das dort bis ins Detail erklärt ist, für

Leute, die sich wirklich richtig gut auskennen mit dem Ganzen Mathematischen. Da ist es doch schwierig, wenn man so gar nicht den Lehrer fragen kann, was ist das jetzt eigentlich und wozu mach ich das, ob mir das was bringt im Nachhinein oder nicht.

I.: Nicht fragen können, war das das Problem?

S 4: Ja, er hat gemeint, er erklärt uns das hinten nach, aber es ist ja trotzdem. Bei den Aufgabenstellungen, da gibt es die Kapitel untereinander und die hängen immer zusammen, mit dem Kapitel vorher und wenn man das schon nicht verstanden hat, dann hat man mit dem nächsten natürlich wieder ein Problem und dadurch dass es immer Hausübung war, dass der Lernpfad weitergeführt wird, kommt extrem viel falsches heraus und das ist nicht so günstig.

9) I.: Möchtest du sonst noch etwas zum Mathematikunterricht in diesem Schuljahr sagen?

S 4: Ich glaube, dass das Lehrer – Schülerverhältnis nicht so gut funktioniert in diesem Schuljahr. Ob das an ihm liegt, oder an uns, das ist nicht so ersichtlich, aber ich glaube trotzdem, das geht eher von beiden Seiten aus, dass er mit uns nicht so gut kann und wir mit ihm nicht so gut können. Ein Großteil bringt keine Hausübungen und sagt dann: „Wir kennen uns nicht aus.“ Und ich glaube, er sieht sich nicht wirklich hinaus mit der ganzen Situation, die dann entsteht durch das.

I.: Was könnte er von seiner Seite aus verbessern?

S 4: Das technische Verständnis von Problemen. Das Moodle ist oft abgestürzt und wir können da wirklich nichts dafür und da schwanken dann seine Stimmungen ganz extrem, und das obwohl man nichts dafür kann.

I.: Danke für das Gespräch und die Mitarbeit!

7.2.6 Sichtweise und Kommentar des Interviewers

Das Kommunikationssystem Moodle gleichzeitig mit der Methode Lernpfad und mit einem schwierigen und aufbauenden Inhalt wie der Differentialrechnung einzuführen, war zu rasch und zu viel auf einmal.

Moodle wird von den Schülern/innen als umständlich empfunden, als technisch unverlässlich, der Lernpfad und Wikipedia als unverständlich und verwirrend.

Die Schülerinnen wissen, dass sie die Differentialrechnung noch nicht verstehen und sind damit unzufrieden.

Es überwiegt auch bei den guten Schülern/innen der Frust: viel Aufwand, viel Ärger, Stress mit Terminen, kein zufrieden stellendes Ergebnis.

Die konsequente Umsetzung der Projektanweisung „Schüler sollen völlig selbstständig lernen“ verursachte auch eine Verschlechterung des Lehrer-Schüler-Verhältnisses.

Dass es prinzipiell sinnvoll ist, selbstständig lernen zu lernen wird durchaus gesehen.

Schüler wissen, dass sie zum Teil selbst schuld sind, am mangelnden Lernerfolg.

- dass ein Teil in der Stunde zu wenig aufpasst
- dass ein Teil nebenher am Laptop arbeitet
- dass einem Teil die selbstständige Arbeit zu mühsam ist
- dass sie dem Lehrer unberechtigterweise die Schuld geben, schlecht zu erklären
- dass nicht immer die Technik schuld ist, sondern das als Ausrede gebraucht wird.

Schüler fühlen sich unschuldig am mangelnden Lernerfolg:

- wenn die Moodle-Technik tatsächlich nicht funktioniert – das dürfte der Fall gewesen sein
- wenn der Lehrer ehrliche und berechtigte Fragen nicht beantwortet
- wenn der Lehrer nicht für die notwendige Arbeitsruhe sorgt
- wenn sie die Erklärungen in Wikipedia nicht verstehen
- wenn sie nicht wissen wofür man die Differenzialrechnung eigentlich braucht

Konsequenzen:

Schrittweise Einführung der neuen Technik und der neuen Arbeitsform.

Moodle zuerst bei Wiederholungen und (unbenoteten) Hausübungen einsetzen.

Erst wenn die Schüler mit dem Kommunikationssystem vertraut sind und die Technik einwandfrei funktioniert, sollte Moodle für Schularbeiten verwendet werden.

Die selbstständige Erarbeitung eines neuen Stoffes mittels Lernpfad ist ein weiterer pädagogischer Schritt, der beim ersten Mal zusätzlicher Erklärungen durch den Lehrer bedarf und an einem kleinen einfachen, nicht aufbauenden Stoffgebiet erlernt werden sollte.

Nach dieser Vorbereitung sollte die völlig selbstständige Erarbeitung eines Stoffgebietes angestrebt werden.

7.3 Materialien

Die Aufgabenstellungen befinden sich in einem eigenen Dokument.

7.3.1 Wiederholung Sparbuch

7.3.2 Wiederholung Prämiensparen

7.3.3 Wiederholung Kredittilgung

7.3.4 Bausparen

7.3.5 1. Schularbeit

7.3.6 Wiederholung 1

7.3.7 Wiederholung 2

7.3.8 Wiederholung 3

7.3.9 Wiederholung mit Derive

7.3.10 Arbeitsauftrag mit GeoGebra

7.3.11 GeoGebra-Applet zum Cournotschen Punkt

7.3.12 GeoGebra-Applet zum Betriebsoptimum

7.3.13 2. Schularbeit