



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

DIFFERENZIALRECHNUNG? ANWENDUNGEN IN DER PHYSIK

Mag. Susanne Kiesling

BORG Monsberggasse, Graz

Graz, Juli 2005

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.2 Voraussetzungen	4
1.3 Ziel des Projekts	4
2 DIE ESEQUENZ	5
2.1 Die Recherche	5
2.1.1 Die Internet-Recherche.....	5
2.1.2 Die Recherche in Betrieben	5
2.1.3 Die Recherche in Büchern	6
2.2 Die Website.....	6
2.2.1 Der Provider.....	6
2.2.2 Erstellen der Website.....	7
3 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES	11
3.1 Der Differenzenquotient	11
3.2 Der Differenzialquotient.....	15
3.3 Interpretieren von Graphen	16
3.4 Differenzieren und Kurvendiskussion.....	17
3.4.1 Tabuspiel	17
3.4.2 Beschleunigung	18
3.4.3 Harmonische Schwingung	18
3.4.4 Ableitungen und Kurvendiskussionen	19
3.5 Extremwertaufgaben	19
4 REFLEXION	20
4.1 Reflexionen von SchülerInnen	20
4.2 Evaluation des Fragebogens	21
5 AUSBLICK	23
6 LITERATUR	24
7 ANHANG – FRAGEBOGENAUSWERTUNG	26

ABSTRACT

Das Interesse an praxisorientierten Beispielen in der Mathematik ist recht groß. Jedoch nur ein kleiner Prozentsatz an MathematiklehrerInnen traut sich, solche Beispiele im Unterricht einzusetzen, da sie oft nicht die nötigen Grundkenntnisse in Physik besitzen.

In diesem Projekt geht es um physikalische Anwendungsbeispiele in der Differenzialrechnung. Dabei wurden die unterschiedlichen Themen der Differenzialrechnung mit Hilfe einer vorbereiteten Website in SchülerInnengruppen durchgearbeitet. Auf dieser Website fanden die SchülerInnen neben verschiedenen Rechenaufgaben auch entsprechende Hinweise (zu „fremden“ Websites) zu mathematischen und physikalischen Grundlagen aber auch zu verschiedenen Rechenaufgaben. Zusätzlich befinden sich dort auch mehrere PDF-Files zum Download.

Schulstufe: 11

Fächer: Mathematik in Zusammenhang mit Physik

Kontaktperson: Mag. Susanne Kiesling

Kontaktadresse: mni_kie@gmx.net

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

Das Interesse an praxisorientierten Beispielen in der Mathematik ist recht groß. Jedoch nur ein kleiner Prozentsatz an MathematiklehrerInnen traut sich, solche Beispiele im Unterricht einzusetzen, da sie oft nicht die nötigen Grundkenntnisse z.B. in Physik besitzen.

Im Frühjahr 2004 diskutierte ich mit einigen MathematiklehrerInnen aus anderen Schulen, aber auch anderen Bundesländern, dass es sinnvoll wäre, praxisorientierte Beispiele so aufzubereiten, dass sich mehr MathematiklehrerInnen trauen, diese Beispiele im Unterricht einzusetzen.

Gerade in der Mathematik wird die Frage „*Warum müssen wir das lernen?*“ sehr oft gestellt; in den wenigsten Fällen finden wir eine brauchbare Antwort. Dieses Projekt sollte zumindest in der Differenzialrechnung einige brauchbare Beispiele liefern, damit auch den SchülerInnen klar wird, wofür sie dieses Kapitel der Mathematik lernen müssen.

1.2 Voraussetzungen

Im BORG Monsbergergasse gibt es einen Informatikzweig, der sich **InfoTEC** nennt. In diesem Zweig haben die SchülerInnen verstärkt Informatikstunden, weshalb jede(r) von ihnen ab der 9. Schulstufe einen eigenen Laptop besitzt. Sie erlangen die Matura erst nach fünf Jahren (wie in einer BHS), weshalb auch die Aufteilung der Stunden nicht denen eines ORG entspricht.

In der 7. Klasse (11. Schulstufe) wird zwar im Mathematik-Unterricht die Differenzialrechnung unterrichtet, jedoch genießen diese SchülerInnen erst in diesem Jahr den ersten Physikunterricht in der Oberstufe.

Die 7t – Klasse erfüllte also alle Voraussetzungen, um „mein“ Projekt durchführen zu können. Allerdings bekam ich die Klasse nur in Physik, denn der Mathematiklehrer in dieser Klasse ist auch der Klassenvorstand. Mir war es ganz recht, dass ich in der Klasse nicht beide Fächer unterrichtet habe und habe auch meinen Physikunterricht nicht auf das Projekt ausgerichtet. Der Mathematik-Kollege hat mich zwar gefragt, ob er irgendetwas Spezielles unterrichten soll, was ich aber ablehnte. Immerhin möchte ich, dass meine Arbeit nicht nur für meinen eigenen Unterricht geeignet ist.

Damit war der erste Punkt für dieses Projekt erfüllt – ich hatte eine passende Klasse, in der ich es durchführen konnte.

1.3 Ziel des Projekts

Ziel dieses Projekts ist es, passende praktische Beispiele aus der Physik zu finden, und in meiner Klasse testen zu lassen. Dabei hat es mich auch interessiert, wie weit ihnen der fächerübergreifende Unterricht zugesagt hatte und ob sie einen Nutzen aus den praxisorientierten Beispielen zogen.

2 DIE ESEQUENZ

Meine Hauptaufgabe für dieses Projekt bestand darin, praktische Beispiele aus dem Bereich der Physik zur Differentialrechnung zu finden.

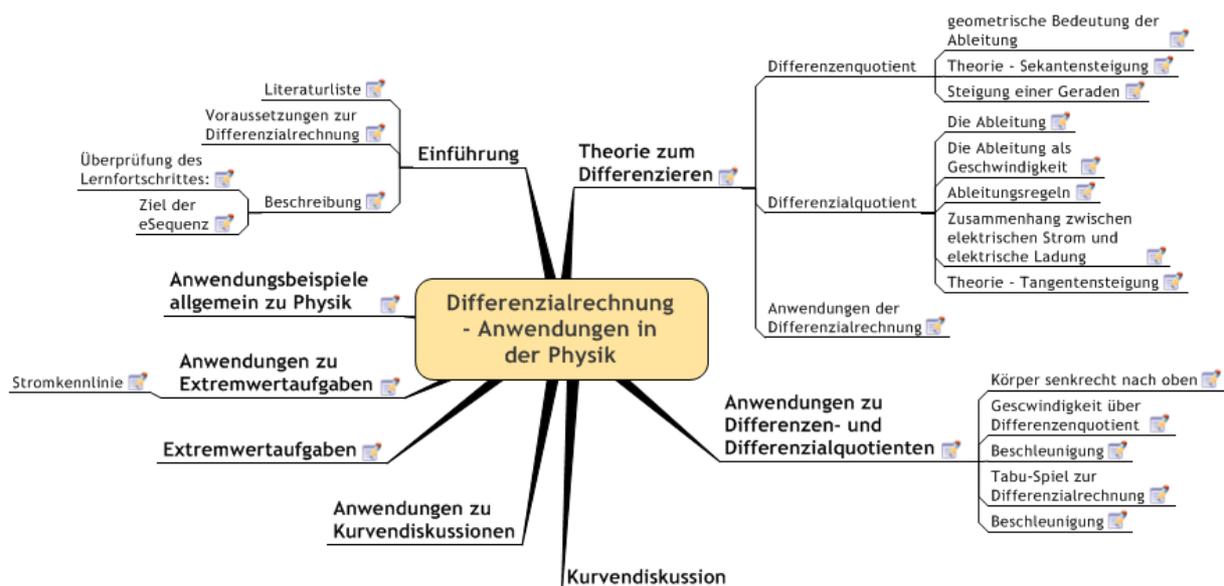
2.1 Die Recherche

2.1.1 Die Internet-Recherche

Die erste Suche nach brauchbarem Material war eine Internetrecherche, die mich mehr frustrierte als erfreute und mich sehr viel Zeit gekostet hatte.

Das Material, das im Internet zu diesem Thema (physikalische Anwendungsbeispiele zur Differentialrechnung) zu finden ist, erschien mir in den meisten Fällen als unbrauchbar. Trotzdem habe ich diese Beispiele in meine Sammlung miteingebunden.

Um die Internet-Recherche in halbwegs geordneter Form durchzuführen, erstellte ich eine Mindmap, in dem ich die Links mit entsprechenden Notizen versah und schon eine gewisse Einteilung versuchte zu finden:



Zusätzlich habe ich im Internet nach passenden Websites gesucht, in denen Grundlagen sowohl zu den einzelnen Kapiteln der Differentialrechnung als auch zu den jeweiligen physikalischen Bereichen enthalten waren, die in den Beispielen vorkamen. Auch diese Seiten habe ich mir in Unterkapiteln meiner Mindmap erstellt.

Sehr schön zu sehen ist, dass ich weder zu Kurvendiskussionen noch zu Anwendungen von Kurvendiskussionen passendes Material gefunden habe.

Die Internet-Recherche erwies sich in meinen Augen als sehr zeitraubend und wenig effektiv.

2.1.2 Die Recherche in Betrieben

Durch meine Ausbildung habe ich Kontakt zu sehr vielen Physikern, die in unterschiedlichen Bereichen tätig sind. Nach der frustrierenden Suche im Internet erlitt ich einen weiteren Dämpfer.

Auf meine Anfragen per Email erhielt ich fast durchgängig eine Absage. Wenn meine Bekannten passende Aufgabenstellungen gehabt hätten, waren sie für die Schule unbrauchbar, weil die Funktionen nur numerisch zu berechnen waren. Und ich sah mich in der kurzen Zeit, die mir blieb, außer Stande, die Beispiele so umzugestalten, dass sie in der Schule einsetzbar wären.

Ich wurde immer niedergeschlagener und war knapp davor, aufzugeben. Von einigen Seiten bekam ich dann den Hinweis, ich soll meine Ziele nicht so hoch stecken und einfach in diversen Büchern nach passenden Aufgabenstellungen suchen.

Der letzte Ausweg aus dieser Misere war also:

2.1.3 Die Recherche in Büchern

Nun begab ich mich in einige Buchhandlungen und suchte nach Büchern, die passende Aufgabenstellungen beinhalteten. Zusätzlich ging ich meine nicht allzu kleine Bibliothek durch und fand dabei ebenfalls einige brauchbare Bücher.

Und ich durchforstete noch diverse Schulbücher – teilweise aus der HTL.

Dieses Mal wurden meine Mühen belohnt und ich konnte (beinahe) aus dem Vollen schöpfen.

2.2 Die Website

2.2.1 Der Provider

Jetzt musste noch ein Provider gefunden werden, der PHP und MySQL unterstützt und möglichst nichts kostete. Damit war gesichert, dass ich für Lehrer eigene Zugänge schaffen kann, auf die keine Schülerin bzw. kein Schüler einen Zugriff hat. Diese Lehrer-Seiten müssten passwortgeschützt sein und Zusatzinformationen für Lehrer mit zum Teil durchgerechneten Lösungen beinhalten. Das soll jedoch in einem Folgeprojekt realisiert werden.

Warum so kompliziert?

Ganz einfach; ich habe die Erfahrung gemacht, dass einige SchülerInnen sehr schnell Informationen im Internet finden. Vor allem, wenn diese Informationen auf derselben Seite stehen, wo sich auch Arbeitsaufträge befinden. Ich denke, es ist in unserem eigenen Interesse, dass die SchülerInnen keinen Zugang zu diesen Zusatzinformationen erhalten.

Natürlich könnte ich diese Zusatzinformationen auch ganz weglassen – aber ich denke, dass sich dann wieder nur wenige Mathematik-Lehrer trauen, solche Beispiele im Unterricht einzusetzen.

Diese Anforderungen fand ich bei „funpic.de“, wo ich einen eigenen Account für dieses Projekt eingerichtet habe.

Die Internetadresse lautet: <http://mni.funpic.de/>

2.2.2 Erstellen der Website

Eine grobe Struktur hatte ich mir schon durch die Mindmap überlegt. Dazu habe ich die obige Mindmap etwas überarbeitet.

Grundgedanke war, eine Art eSequenz zu erstellen, bei der jede Lehrerin bzw. jeder Lehrer für sich entscheiden kann, ob sie/er die Beispiele parallel zum regulären Unterricht verwenden möchte, ob sie/er die Beispiele nach dem Erarbeiten der Differenzialrechnung die Kapitel den SchülerInnen zum Einüben geben möchte oder ob sie/er diese Beispiele in einem Wahlpflichtfach verwenden möchte.

Die Seiten sind jedoch NICHT dazu gedacht, dass sich die SchülerInnen die Differenzialrechnung erst aneignen sollen! Die Links zu den Grundlagen der Differenzialrechnung sind nur dafür gedacht, schon im Mathematik-Unterricht Gelerntes zu wiederholen und die Differenzialrechnung aufzufrischen.

Die Strukturierung der Seiten erfolgte somit nach Kapiteln der Differenzialrechnung, die ich mit Hilfe der Mindmap erstellt habe:

- Differenzen- und Differenzialquotient
 - Differenzenquotient
 - Differenzialquotient
 - Interpretieren von Graphen
- Differenzieren und Kurvendiskussion
- Extremwertaufgaben

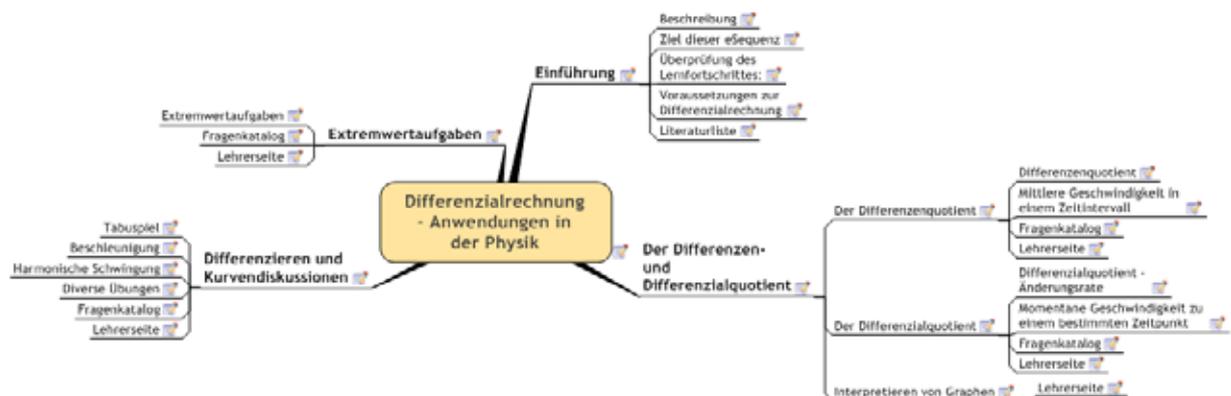


Abbildung 1: Übersicht Differenzialrechnung

Die Website entspricht von der Gestaltung her nicht ganz meinen Vorstellungen, denn wie üblich bei diesen Programmen, werden die HTML-Seiten nur für den Internet Explorer optimiert. Daher musste ich mir HTML-Kenntnisse aneignen und die Seiten nachbearbeiten; es wurden z.B. keine Sonderzeichen korrekt dargestellt.

Ebenso habe ich die Lehrerseite nachbearbeiten müssen, damit der Zugang über Passwort mit Hilfe von PHP erfolgen kann.

2.2.2.1 Die Einführung auf der WebSite

In einer Einführung findet der Betrachter dieser Site:

- eine kurze Beschreibung
 - Methoden und Hilfsmittel, auf die ich innerhalb der eSequenz zugreife
- das Ziel dieser eSequenz
 - SchülerInnen werden zur Selbsttätigkeit bei Problemstellungen angehalten
 - SchülerInnen werden zur Eigenverantwortlichkeit erzogen
 - Förderung der Selbstständigkeit im Ablauf einer Aufgabe
 - SchülerInnen werden durch Teamarbeit zur sozialen Kompetenz angehalten
 - Lehrer setzen (hoffentlich) physikalische (Anwendungs-) Beispiele im Unterricht ein
- Überprüfung des Lernfortschrittes

In der eSequenz sind Leistungsfeststellungen eingeplant; diese sollten je nach Fortschritt des Unterrichts individuell eingesetzt werden.

Zur **Beurteilung** der SchülerInnen werden herangezogen:

- *Fragenkataloge* (sowohl vom Lehrer als auch von SchülerInnen selbst erstellt)
 - *Interaktive online tests*
 - (PowerPoint) *Präsentationen*
 - *Übungsbeispiele* aus der eSequenz (MSH21-Beispiele, Internet, PDF oder aus diversen Büchern)
 - *Schularbeit* (sofern diese eSequenz im Regelunterricht erarbeitet wird)
 - Voraussetzungen zur Differenzialrechnung
 - Was versteht man unter einer *Sekante*, *Tangente* und *Passante*?
 - Was versteht man unter der *Steigung einer linearen Funktion*?
 - Was bedeutet *positive* bzw. *negative Steigung* einer linearen Funktion?
 - Für welche linearen Funktionen ist die *Steigung 0*?
 - Was versteht man unter dem *Grenzwert einer Folge / Funktion*?
 - Lesen und *Interpretieren von Diagrammen*eventuell:
 - Was versteht man unter einer *stetigen Funktion*?
 - Differenzialrechnung allgemein
 - Literaturliste
- Diese ist im Anschluss an diesen Bericht zu finden.

2.2.2.2 Der Differenzen- und Differenzialquotient

Zur Einleitung dieser Kapitel gibt es einen Hinweis, was vorausgesetzt wird, aber auch die Möglichkeit, die Grundlagen dazu zu wiederholen. Dafür werden Internet-Links angeboten, die sowohl die mathematischen Grundlagen beinhalten als auch physikalische Grundlagen zur Geschwindigkeit (mittlere und Momentangeschwindigkeit) und Änderungsraten im allgemeinen.

Es gibt auch Pfade zu MathSchoolHelp 21 (MSH21), sofern Mathematica im Unterricht eingesetzt wird.

Eine weitere Unterseite bietet jeweils einen Fragenkatalog, mit dessen Hilfe die Lehrerin oder der Lehrer überprüfen kann, ob die SchülerInnen die Änderungsrate verstanden haben. Sinnvoll wäre es hier, die SchülerInnen die Fragen ausarbeiten zu lassen und anschließend in einer PowerPoint-Präsentation vortragen zu lassen.

Nachdem das Interpretieren von Graphen in meinen Augen sehr wichtig ist, habe ich dafür eine eigene Unterseite vorbereitet. Dabei geht es darum, vorhandene Graphen auf Änderungsraten hin zu interpretieren.

Ein weiterer Punkt in diesem Kapitel ist die Auswertung eines Messvideos. Dafür habe ich zwei Videos vorbereitet – in beiden geht es um die Temperaturabnahme von heißem Wasser. Im zweiten Video wurde dem heißen Wasser nach gewissen Zeitabständen Zucker zugeführt.

Da die Videos zu groß sind, kann ich sie leider nicht in die Webseite einbinden. Ich habe sie per USB-Stick meinen SchülerInnen zur Verfügung gestellt.

2.2.2.3 Differenzieren und Kurvendiskussionen

Der Aufbau ist dem vorhergehenden Kapitel sehr ähnlich. Zuerst werden die Voraussetzungen angeführt mit Internet-Links, wo die SchülerInnen ihre Kenntnisse auffrischen können. Zusätzlich gibt es auch noch MSH21-Pfade.

Es gibt folgende Unterseiten:

- Tabuspiel
- Beschleunigung
- Harmonische Schwingung
- Diverse Übungen
- Fragenkatalog

Beim Tabuspiel geht es darum, vorgegebene Begriffe aus dem Bereich der Differenzialrechnung zu umschreiben, ohne die darunter angeführten Begriffe zu verwenden. Es ist mehr als Auflockerung gedacht und man sollte sich die Begriffe zuerst genau anschauen, welche man in seinem Unterricht verwendet. Nicht alle Begriffe werden in den einzelnen Mathematikstunden unterrichtet!

Da im Internet zu diesem Bereich der Differenzialrechnung nicht allzu viel zu finden ist, habe ich ein PDF-File mit entsprechenden Übungen erstellt.

Als Abschluss kann wieder der Fragenkatalog herangezogen werden, um zu überprüfen, wie viel von diesem Kapitel bei den SchülerInnen hängen geblieben ist.

2.2.2.4 Extremwertaufgaben

Auch hier werden erst einmal Voraussetzungen genannt und es gibt auch einen Internet-Link, wo die SchülerInnen ihre Kenntnisse auffrischen können.

Weiters gibt es wieder einen MSH21-Pfad.

Obwohl Extremwertaufgaben in meinen Augen sehr praxisnahe sind, habe ich im Internet fast keine Aufgabenstellungen gefunden. Daher gibt es hier nur zwei Links, wobei der zweite Link sicherlich nur für extrem gute SchülerInnen mit vertieften Kenntnissen lösbar sein wird. Auffallend dabei ist jedoch, dass dieses Beispiel ein echtes praxisorientiertes Beispiel aus der Wirtschaft ist. Es geht dabei um die Strom-Spannungs-Kennlinie eines Solarmoduls.

Daher folgt auch hier ein PDF-File mit entsprechenden Beispielen aus diversen Büchern.

Wieder folgt ein Fragenkatalog zum Überprüfen des Wissensstandes der SchülerInnen.

3 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES

Durch das Auftreten diverser Probleme habe ich mit der Durchführung meines Projektes erst im Juni beginnen können.

Kaum hatte ich den SchülerInnen meine Website gezeigt und gemeint, dass wir das Projekt in Gruppenarbeit durchführen, bildeten die SchülerInnen sogleich ohne mein Zutun Gruppen und vertieften sich sofort in die Einführung.

Als erstes mussten sich die SchülerInnen die Differenzialrechnung wieder ins Gedächtnis rufen. Um ihnen die Arbeit zu erleichtern, gab ich ihnen zwei Internet-Links an, die meiner Meinung nach recht gut sind: Dort konnten sie während des gesamten Projekts nachlesen, wenn ihnen irgendwo mathematische Grundlagen fehlen sollten.

- zum selbstständigen Erarbeiten des Themas "**Ableitung**" (sehr gut):
<http://www.matheprisma.uni-wuppertal.de/Module/Ableitung/index.htm>
- eSequenz von Mag. Brigitte Struschka:
<http://www.borg-birkfeld.at/lernraum/mathematik/differenzialrechnung/grundbegriffe/index.html>

Die Rückmeldung der SchülerInnen war aber so, dass es zu den einzelnen Kapiteln ausreichend Hinweise gab, so dass sie auf die Einleitung nie mehr zurückgreifen mussten.

Nachdem ich selbst öfter auf die eSequenz von Mag. Struschka zurückgreife, möchte ich schon hier erwähnen, dass diese Seiten allgemein sehr gelobt werden.

3.1 Der Differenzenquotient

So wie bei jedem Kapitel in Zukunft müssen die SchülerInnen sich zuerst einmal erinnern, was der Differenzenquotient ist. Eine kurze Frage in die Klasse hat mich bestärkt, die SchülerInnen zuerst die mathematischen Grundlagen wiederholen zu lassen.

Dazu gibt es drei unterschiedliche Links zu anderen Websites:

- Eine eSequenz von Mag. Brigitte Struschka:
<http://www.borg-birkfeld.at/lernraum/mathematik/differenzialrechnung/grundbegriffe/html/differenzenquotient.html>
- Gute Einführung in die Differenzialrechnung mit Übungsbeispielen
<http://rosewood.fernuni-hagen.de/MIB/HTML/node76.html>
- Gut zum Nachlesen (die Datei entpacken und *Ableitung 1 (Definition, Pot-Fkt).doc* öffnen)
http://www.stauff.de/matgesch/dateien/gesamtstoff/os_analysis.zip

Ich habe dieses Mal die SchülerInnen in drei Gruppen geteilt und jede Gruppe musste sich die Grundlagen von je einer der oben genannten Webseiten aneignen. Anschließend habe ich die SchülerInnen die Ergebnisse präsentieren lassen.

Die Gruppe, die die Seiten von Mag. Struschka durcharbeitete, hatte eindeutig die besten Ergebnisse.



Abbildung 2: Klasse beim Arbeiten

Anschließend musste jede Schülerin bzw. jeder Schüler die nachfolgenden Seiten durcharbeiten:

<http://home.eduhi.at/user/loeffler/differentialrechnung.htm>

<http://www2.lehrer-online.de/physik/kinematik/kinematik/v09.html>

Den SchülerInnen sollte klar werden, dass die Änderungsrate auf viele Gebiete bezogen werden kann, nicht nur auf den Begriff der mittleren Geschwindigkeit.

Beim zweiten Link konnten die SchülerInnen mit Hilfe eines JavaApplets den Begriff der mittleren Geschwindigkeit erarbeiten.

Dieser Link war für einige SchülerInnen eine Hürde, denn dafür musste Java installiert sein. Nachdem die SchülerInnen für ihre Laptops selbst verantwortlich waren, hatte mich dieses Problem nicht allzu sehr tangiert. Sicherheitshalber hatte ich eine Java-Runtime auf eine CD gebrannt. Trotzdem war es bei einigen SchülerInnen nicht möglich, Java auf ihren Rechnern zu installieren. Das Installieren aus dem Internet hat bei ihnen schon gar nicht funktioniert.

Nachdem sie jedoch fast ein ganzes Schuljahr am Physikunterricht teilgenommen hatten, hat es mich nicht mehr weiter gestört. Während meines Physikunterrichts hatten sie von mir immer wieder Arbeitsaufträge, bei denen JavaApplets vorkamen. Sie mussten sich halt zu SchülerInnen setzen, bei denen es funktionierte und mit denen sie zusammenarbeiteten.

Die Ergebnisse wurden kurz während der Stunde besprochen. Anschließend, um möglichst viele Beispiele testen zu können, hatte ich den SchülerInnen pro Gruppe die Aufgaben ins Moodle¹ (Lernplattform am BORG Monsbergergasse) hineingestellt.

¹ Die gesamte Beispielsammlung ist ab September 2006 auf <http://mni.funpic.de/> zu finden!



Abbildung 3: Arbeiten mit Moodle

Eine Gruppe bekam von mir zwei Videos. Dabei hatte ich Temperatur und Zeit von kochendem Wasser, das abkühlt, gefilmt. Beim zweiten Film habe ich dem Wasser Zucker hinzugefügt. Sie mussten also Zeit und Temperatur ablesen und anschließend eine Auswertung der Änderungsrate durchführen.

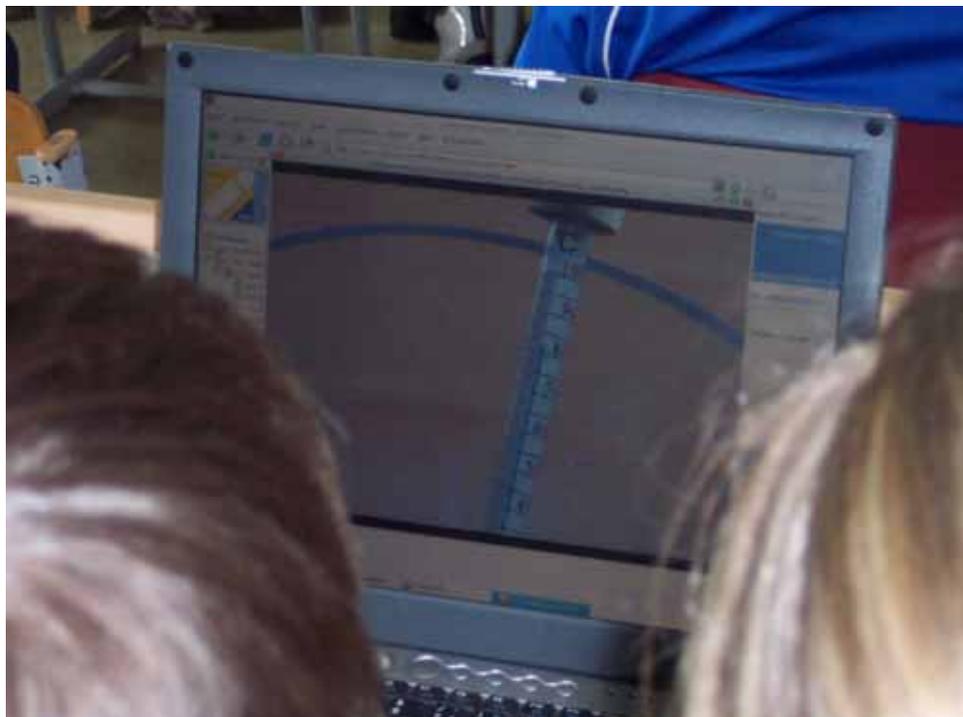


Abbildung 4: Arbeiten mit dem Messvideo

Das Ergebnis der Kurven war relativ schön:

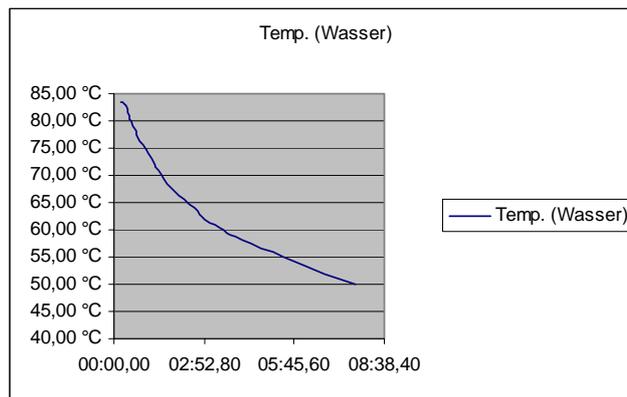


Abbildung 5: Auswertung mit Excel

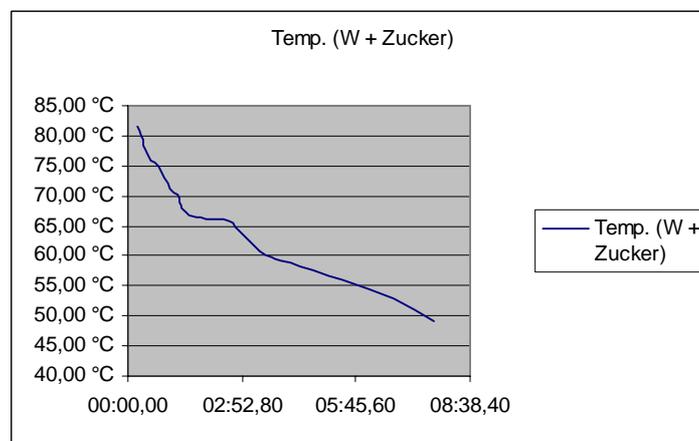


Abbildung 6: Auswertung mit Excel

Beim Berechnen der Änderungsrate ist den SchülerInnen jedoch ein gravierender Fehler passiert.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe von Excel, wobei sie die Zeit nicht in Sekunden angaben und daher die Zeitdifferenz nicht stimmte.

Zeitpunkt	Temp. (Wasser)	Differenzenquotient
00:13,15	83,50 °C	-7346,94
00:19,03	83,00 °C	-19051,82

Tabelle 1: Fehler bei der Auswertung der Temperaturabnahme

Es fiel ihnen auch nicht auf, dass der Differenzenquotient viel zu hoch ist.

Ich habe diese Gruppe etwas länger überlegen lassen – in der Hoffnung, dass sie den Fehler selber entdecken werden. Erst der Hinweis, dass sie jede Differenz in Excel explizit ausgeben lassen sollen, hat sie dann auf ihren Fehler hingeführt.

Außer den Differenzenquotienten der beiden Temperaturkurven zu bestimmen, wollte ich auch noch einige physikalische Erklärungen. Eine der Fragen war, warum die zweite Kurve nicht mehr so schön glatt abfallend verläuft. Außerdem musste sich diese Gruppe überlegen, was passiert, sobald der Zucker zum Wasser dazugegeben wurde.

Ein weiteres Beispiel, das sich eigentlich nur zur Videoanalyse eignet, wäre der Zerfall von Bierschaum. Dieses Beispiel habe ich in dieser Einheit weggelassen.

Hat man mehr Zeit, könnte man die Temperaturabnahme bei kochendem Wasser die SchülerInnen selber durchführen lassen. Damit wird dieses Projekt wieder interessanter.

Es war eine ziemliche Herausforderung an die SchülerInnen dieser Gruppe. Trotzdem bekam ich viel positives Feedback von ihnen.

Eine weitere Gruppe hatte den Auftrag, sich über die Mittlere Geschwindigkeit zu informieren. Dazu gab es auf meinen Internetseiten zwei Links, mit deren Hilfe sie sich die physikalischen Grundkenntnisse über Mittlere Geschwindigkeit erarbeiten konnten:

<http://www.ebgymhollabrunn.ac.at/jpin/ph-v.htm>

http://www.mathe-schule.de/download/pdf/Physik/Merkblatt_Kinematik.pdf

Des weiteren gibt es noch einen MSH21-Pfad, sollte MathSchoolHelp im Mathematik-Unterricht eingesetzt werden. Bei mir war das eine weitere Gruppe mit Arbeitsauftrag.

Zuletzt bietet der Fragenkatalog noch die Möglichkeit, eine Überprüfung stattfinden zu lassen. In meinem Fall habe ich eine weitere Stunde eingeplant, in der die SchülerInnen die Arbeitsaufträge ausgearbeitet und mit Hilfe einer PowerPoint Präsentation vorgetragen haben. Um zu Noten zu kommen, konnte ich Zwischenfragen stellen, mit denen ich auch sehr schnell sah, wer diesen Stoff verstanden hatte.

Insgesamt benötigte ich drei Unterrichtseinheiten, wobei einige der SchülerInnen auch zu Hause weiterarbeiteten. Wenn man die mathematischen Grundlagen nicht wiederholen muss, sollten auch zwei Unterrichtseinheiten reichen.

Beispiele aus dem Bereich der Elektrizitätslehre habe ich meinen SchülerInnen erspart, da ich dieses Kapitel für das nächste Schuljahr aufgehoben habe.

3.2 Der Differenzialquotient

Die Seiten zum Differenzialquotienten sind ähnlich aufgebaut.

Auf der ersten Unterseite bieten zwei Links das Nachschlagen, was der Differenzialquotient ist bzw. was man unter Änderungsrate versteht:

<http://miss.wu-wien.ac.at/~leydold/MOK/HTML/node94.html>

<http://miss.wu-wien.ac.at/~leydold/MOK/HTML/node97.html>

Die Schreibweise war für SchülerInnenInnen nicht ganz klar und ich musste einiges dazu erklären. Danach teilte ich die Klasse wieder in Gruppen ein.

Die erste Gruppe brauchte Hilfestellungen von mir; sie musste sich den Begriff der Momentangeschwindigkeit mit folgendem Link erarbeiten:

<http://www.ap.univie.ac.at/users/fe/MatheDidaktik/Physik/seite1.html>

Einige der Schreibweisen sind zwar typisch in der Physik, jedoch in der Mathematik nicht üblich. Ebenso wenig konnten die Schüler mit dem Begriff der Weltlinie etwas anfangen (was ich allerdings in der Aufgabenstellung sowieso herausgestrichen hatte) und auch die Funktion der Zeit über den Ort ist eher verwirrend für sie.

Diese Gruppe musste auch den MSH21-Pfad erarbeiten, der für sie verständlicher war.

Die nächste Gruppe musste versuchen, bekannte mathematische Sachverhalte zu verknüpfen und den Unterschied zwischen der Durchschnittsgeschwindigkeit und der Momentangeschwindigkeit kennen:

http://www.lehrer-online.de/dyn/bin/379080-379146-1-differentialquotient_arbeitsblaetter.zip

Im ersten Arbeitsblatt geht es um den Abfahrtslauf eines Skiläufers. Die SchülerInnen sehen ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm und müssen hier den Differenzenquotient für bestimmte Werte berechnen.

Im zweiten Arbeitsblatt geht es dann darum, den Zusammenhang zwischen Differenzenquotient und Differenzialquotient zu bestimmen.

Da diese Gruppe in der Mathematik schon Probleme mit dem Verständnis hatte, musste ich auch hier unterstützend eingreifen.

Auch das JavaApplet von Walter Fendt war dabei ohne zusätzliche Hilfestellung nicht ganz verständlich:

<http://www.walter-fendt.de/m11d/sektang.htm>

Die nächste Gruppe hatte Aufgabe 10 und 11 aus folgendem Link zu lösen:

http://www.netschool.de/mat/dirs/adui_5.htm

Hier stellte sich die Fragestellung als Hürde dar. Fragen, wie „*Wann kehrt der Körper um?*“ müssen für die SchülerInnen verdeutlicht werden. Allerdings benötigte diese Gruppe kaum eine Hilfestellung von mir.

Noch in derselben Stunde verlangte ich eine Präsentation der Ergebnisse. Nachdem dies ohne größere Schwierigkeiten erfolgte, konnte ich die darauf folgende Stunde mit den Beispielen, die als PDF auf der Website zum Herunterladen sind, weitermachen. Da ich nicht verlangen konnte, dass alle SchülerInnen sämtliche Beispiele durchrechnen, habe ich die Beispiele auf Gruppen aufgeteilt in Moodle hineingeschrieben (daher existieren diese Beispiele noch nicht in dieser Form auf der Website).

In der folgenden Stunde hatte ich nur mehr wenig Arbeit. Den meisten SchülerInnen war es ziemlich klar, wie die Beispiele zu lösen waren.

3.3 Interpretieren von Graphen

Dieses Mal habe ich wieder drei Gruppen gebildet, wobei jede der Gruppen zwei Graphen mit Aufgabenstellungen zu interpretieren hatte.

Bei diesen Aufgaben ist es wichtig, mathematischen Sachverhalt auf den jeweiligen physikalischen Sachverhalt umzulegen.

Obwohl wir das in den vorhergehenden Stunden geübt hatten, taten sich manche SchülerInnen extrem schwer.

In einem Graphen ging es um die Abhängigkeit des Auftriebs vom Anstellwinkel der Tragflächen. Eine Fragestellung war z.B.:

Ist der Betrag der Änderungsrate des Auftriebs bei sehr großem Anstellwinkel sehr klein oder sehr groß? Überlege welche Gefahr dabei für das Flugzeug besteht?

Die Antwort eines Schülers verblüffte mich:

Das Flugzeug könnte zu steil werden und dadurch fallen bei hoher Steigung die Turbinen aus und das Flugzeug stürzt ab!

3.4 Differenzieren und Kurvendiskussion

Als Einstieg in dieses Kapitel gab es wieder Voraussetzungen und Links zum Auffrischen der mathematischen Grundlagen – sowohl im Internet als auch als MSH21-Pfad.

Dieses Mal stieg ich gleich in die Materie ein und verlangte, dass sich jede Schülerin bzw. jeder Schüler das fehlende mathematische Wissen selbst aneignet.

3.4.1 Tabuspiel

Eine Gruppe von SchülerInnen bekam von mir den Auftrag, sich einige Beschreibungen zu ein paar Begriffen zu überlegen. Natürlich habe ich erwartet, dass sich die SchülerInnen um geeignete mathematische Begriffsumschreibungen bemühen.

Umso mehr war ich erstaunt, als ich die erste Umschreibung zu hören bekam. Ich fand es so köstlich, dass ich es hier im Bericht nicht missen möchte.

Einer der Schüler rief mich zu sich und fragte mich, ob er mich „testen“ dürfe. Natürlich habe ich zugesagt.

Der Schüler meinte, dass er nun den zweiten Teil des Wortes umschreibe und stellte mir folgende Frage:

Was ist das, was jede Frau jeden Monat bekommt?

Etwas verduzt kam ich aber schnell auf den Begriff „Regel“.

Nun ging es darum, den ersten Teil des Wortes zu erraten. Der Schüler schaute mich also an und stellte mir die nächste Frage:

Wie nennt man einen Mann, der kein Viagra braucht?

Nachdem ich etwas perplex dreinschaute, stellte mir der Schüler die Frage etwas umgewandelt:

Wie nennt man einen Mann, der Viagra braucht?

Nun gab es kein Zögern mehr – das gesuchte Wort war also „potent“.

Der Schüler schaute mich erwartungsvoll an, als mir dämmerte, um welchen mathematischen Begriff der Differenzialrechnung es sich handelte – um die

Potenzregel!

Dieses Beispiel zeigt wieder einmal, dass man die Kreativität unserer SchülerInnen nicht unterschätzen soll.

3.4.2 Beschleunigung

Hier bot ich der zweiten Gruppe drei Links an, die in der Reihenfolge von „gut“ bis „geht so“ eingestuft wurden.

Die erste Internetseite zeigte die physikalischen Grundlagen auf, wie sie im Physikunterricht durchgemacht werden und wurde daher von den SchülerInnen als gut eingestuft:

<http://www.ebgymhollabrunn.ac.at/ipin/ph-a.htm>

Der zweite Link beinhaltete Schreibweisen, die für Schüler ungewohnt sind und wurde daher zwar als übersichtlich, aber als nicht so leicht verständlich eingestuft:

<http://homepage.univie.ac.at/Franz.Embacher/MatheDidaktik/Physik/seite2.html>

Aus irgendwelchen Gründen hatte diese Gruppe ein Problem, diesen Link in der nächsten Stunde noch einmal aufzurufen. Bei mir funktionierte der Link ohne Probleme.

Beim dritten Link ging es um ein JavaApplet, zu dem ich in Moodle eine Aufgabenstellung formuliert hatte. Nun mussten die SchülerInnen Fragestellungen beantworten, wodurch ihnen der Link nicht ganz so zugesagt hat:

<http://www.walter-fendt.de/ph14d/beschleunigung.htm>



Abbildung 7: Arbeiten mit dem JavaApplet (Beschleunigung)

3.4.3 Harmonische Schwingung

Mit Hilfe eines Physiklexikons konnte die dritte Gruppe ganz leicht die Begriffe erklären – anwenden ist jedoch eine andere Sache, wie sich dann herausgestellt hat:

<http://www.physik-lexikon.de/wiki/index.php?title=Schwingung>

Als wir mit dem Projekt begonnen hatten, war ich im Physikunterricht noch nicht bei Schwingungen. Insofern tat sich diese Gruppe beim Erklären eines Federpendels relativ schwer und benötigte meine Hilfe. Der zweite Link war für sie sogar noch schwerer zu verstehen und ich hätte ihnen mehr Zeit einberaumen müssen, damit sie dieses Kapitel der Physik besser verstehen hätten können:

<http://schulen.eduhi.at/riedgym/physik/10/schwingungen/federpendel/federpendel.htm>

<http://www.matheprisma.uni-wuppertal.de/Module/Schwingu/>

Fazit: Die SchülerInnen sollten in der Physik schon einmal etwas über Schwingungen gehört haben, was in der 7.Klasse (11.Schulstufe) üblicher Weise der Fall ist!

Nach der Präsentation dieser drei Gruppen ging es weiter mit Anwendungsbeispielen, die ich wieder nach Gruppen geordnet in Moodle hineinstellte.

3.4.4 Ableitungen und Kurvendiskussionen

Das eine oder andere Beispiel brauchte Hilfestellung von mir, aber im Großen und Ganzen wurden die Beispiele ohne Probleme gelöst.

3.5 Extremwertaufgaben

Dieses Mal gab es zuerst keine Gruppeneinteilung. Die SchülerInnen mussten sich wieder ins Gedächtnis rufen, was mit einer Extremwertaufgabe gemeint ist, und wie man eine solche löst. Dabei war der Link, den ich ihnen auf den Seiten anbot, sehr hilfreich:

<http://www.mathe-online.at/materialien/matroid/files/ex/ex.html>

Das Beispiel, das unter <http://www.math-edu.de/Anwendungen/Aufgabe1O.pdf> zu finden ist, sollte wirklich nur in Klassen, die als Schwerpunkt Naturwissenschaften haben, oder in einem Wahlpflichtfach den SchülerInnen vorgelegt werden. In meiner Klasse hätte ich die SchülerInnen heillos überfordert.

Es wurde ziemlich einstimmig festgestellt, dass die Beispiele aus dem Link, den ich auf der Website hatte, ohne Probleme lösbar sind, wenn man in Physik und Mathematik gut ist. Das trifft auf diese Klasse jedoch nur auf 2-3 SchülerInnen zu:

http://www.netschool.de/mat/dirs/adui_9.htm

Anschließend gab es wieder aus Moodle einige Beispiele zu lösen. Auch hier wurde festgestellt, dass die SchülerInnen dieser Klasse zu wenig Basiswissen bzw. Hintergrundwissen besitzen, um alle Beispiele ohne Probleme lösen zu können.

4 REFLEXION

Das Projekt wurde in einer Klasse mit 28 SchülerInnen durchgeführt, wobei durchschnittlich fünf SchülerInnen in jeder Stunde fehlten.

Insgesamt ist die Klasse gerade in den naturwissenschaftlichen Fächern weder zu begeistern noch sehr interessiert. Daher war ich über das Engagement dieser SchülerInnen bei diesem Projekt sehr erstaunt. In einem Punkt ist mit dieser Klasse sehr gut zu arbeiten – und zwar über Arbeitsaufträge. Arbeitsaufträge werden in der Regel recht gewissenhaft erledigt, weshalb ich sehr viel in die Lernplattform Moodle unserer Schule stellte.

Eine Schwierigkeit in dieser Klasse ist auch darauf zurückzuführen, dass die SchülerInnen in der 7. Klasse (11. Schulstufe) nur zwei Wochenstunden Mathematik haben und zusätzlich in Physik im ersten Lernjahr waren. Dieser Unterschied zu anderen 7. Klassen ist darauf zurückzuführen, dass diese SchülerInnen fünf Jahre bis zur Matura haben.

Nach Beendigung des Projekts wurde ein Fragebogen ausgegeben, der allerdings bis zum Schulschluss nur von 23 Schülern ausgefüllt wurde.

Der Fragebogen wurde mit Hilfe des Programms GrafStat erstellt, bei dem die Speicherung als Textfile nicht möglich war. Da ich bei dem entsprechenden Seminar nicht anwesend sein konnte, musste ich mir anders helfen.

Zum Glück hatte ich schon einmal ein PI-Seminar über Evaluation besucht, denn sonst hätte ich keine Ahnung gehabt, wie ich meine Fragen formulieren sollte. Trotzdem wäre es mir lieb gewesen, wenn ich jemand „Kompetentem“ meine Fragen hätte zeigen können.

So jedoch habe ich den Fragebogen meinen KollegInnen gezeigt und mir ihr Urteil eingeholt.

Die Auswertung des Fragebogens findet man im Anhang; dort sieht man auch die Fragestellungen.

4.1 Reflexionen von SchülerInnen

Zu drei Fragen hatten die SchülerInnen die Möglichkeit, ihre Meinung dazuzuschreiben. Im Anhang werden diese angeführt.

Die erste Frage war eine Begründung, warum sie fächerübergreifenden Unterricht gut bzw. weniger gut finden.

Einige Meinungen möchte ich schon hier anführen (der Text wurde so übernommen, wie ihn die SchülerInnen geschrieben hatten):

- Im weiteren Leben kann es von großem Nutzen sein
- Wenn man 1 Fach nicht beherrscht (Mathematik), ist das Lösen von fächerübergreifenden Beispielen nahezu unmöglich, da einfach die Grundkenntnisse dafür fehlen.
- Da man das Fach von einem anderen Sichtpunkt aus unterrichtet bekommt
- Weil dadurch Vieles schwieriger wird

Bei der nächsten Frage wollte ich wissen, was ihnen nicht gefallen hat.

- Dass man auf das Thema hingedrängt wird; dass der Stoff trocken ist; viel zu wenig Praxis
- Differenzialquotient, Extremwertaufgaben, Differenzialrechnung

Die letzte Frage bezog ich nur mehr darauf, falls mir noch jemand etwas sagen wollte. Hier gab es nur vier Rückmeldungen, wobei drei sehr positiv waren, und eine sich auf die Website bezog (wobei für mich nicht klar ist, ob damit meine eigene oder die anderen gemeint war)

- Es sollte freundlicher gestaltet werden!!!
- Obwohl es mich wenig interessiert hat, hat es trotzdem Spass gemacht

Die Reflexionen der Schüler spiegeln auch meinen Eindruck wider. Trotzdem wäre mir eine Fremdevaluation lieber gewesen. Ich persönlich stehe Fragebogen und Befragungen sehr skeptisch gegenüber und bin mir nicht sicher, ob es den Tatsachen entspricht.

4.2 Evaluation des Fragebogens

Ziel dieser Befragung war in erster Linie, ob sich ein Mehrwert für die SchülerInnen durch praxisorientierte Beispiele ergab. Zusätzlich wollte ich auch einen Eindruck gewinnen, wie fächerübergreifender Unterricht von SchülerInnen aufgenommen wird.

Die Einstufung ihrer mathematischen Grundkenntnisse entsprach in etwa dem, was ich für einen Eindruck hatte und was ich vom Mathematik-Kollegen wusste. Auch die Ergebnisse der anderen Punkte haben mich nicht überrascht.

Die Mehrheit (19 von 23 SchülerInnen) haben ihre Kenntnisse auf „geht so“ eingestuft. Die Linksammlung wurde mehrheitlich für gut bzw. sehr gut befunden.

Zur Frage des fächerübergreifenden Unterrichts hat mich das Ergebnis nicht sehr erstaunt, dafür aber gefreut:

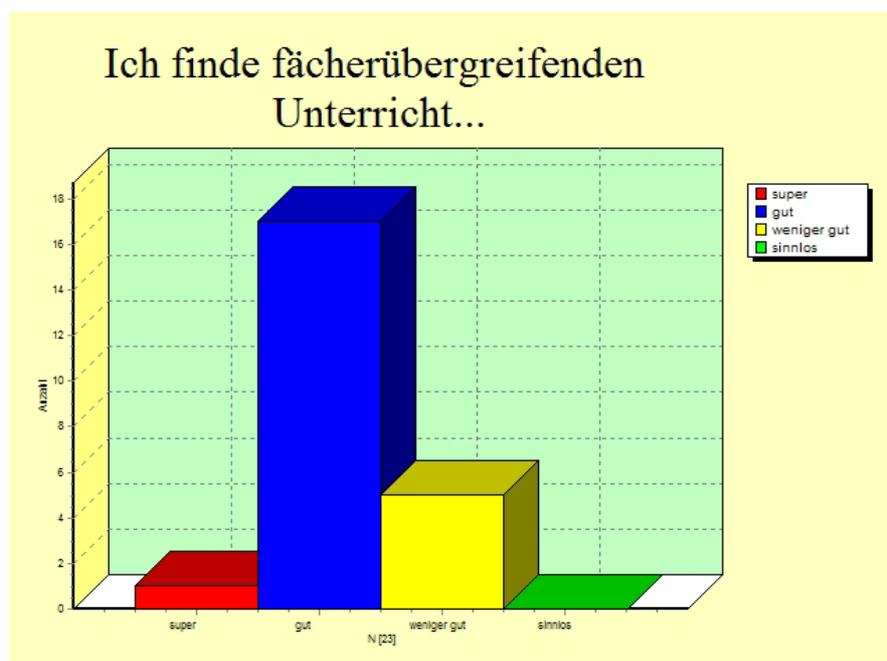


Abbildung 8: Fächerübergreifender Unterricht

Das Ergebnis zur Frage, ob die Differenzialrechnung nach dem Projekt verständlicher wurde, wurde mehrheitlich bejaht:

Nach Durcharbeiten der Lektion wurde für mich die Differenzialrechnung...

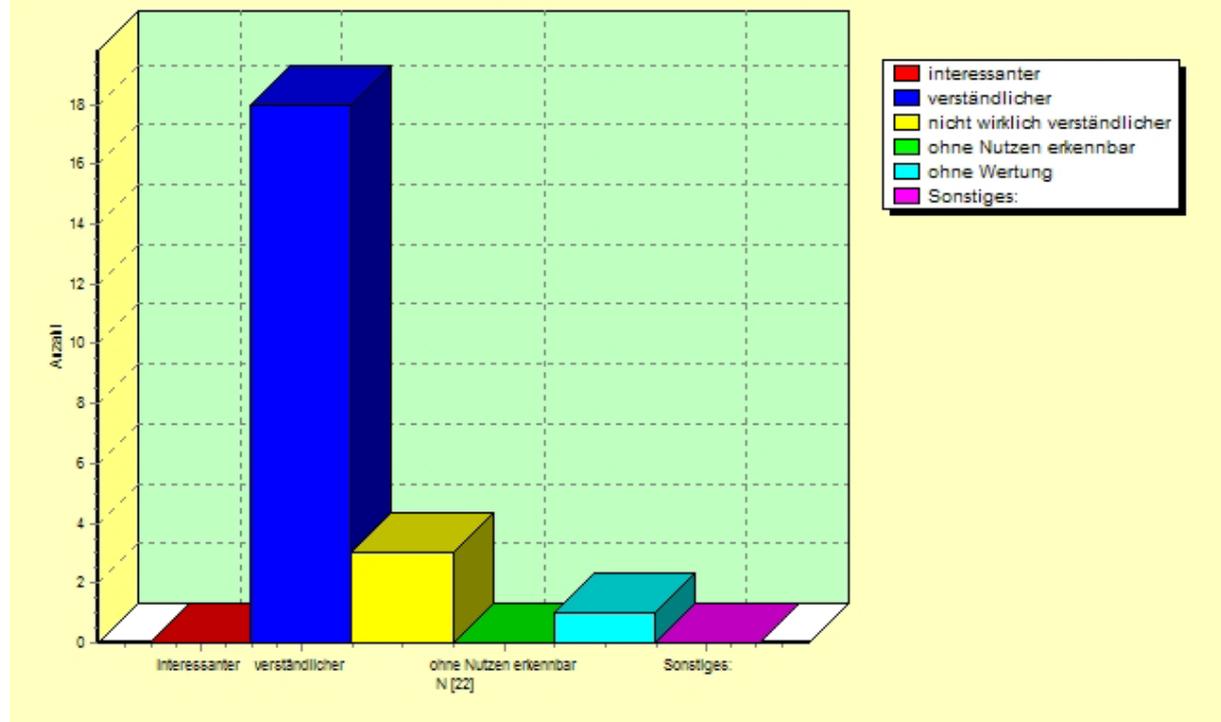


Abbildung 9: Differenzialrechnung wurde für mich...

Auf Grund dieser Tatsache sind anwendungsorientierte Beispiele sehr zu empfehlen. Allerdings hängt viel von der Aufbereitung der Aufgabenstellung ab, da man trotzdem die SchülerInnen bei ihrem Wissensstand „abholen“ muss.

5 AUSBLICK

Nachdem das Projekt in meinen Augen einen positiven Ausgang erzielte, wäre es sinnvoll, wenn es zu einem Folgeprojekt käme, wo andere Mathematik-Lehrer meine Arbeit mit ihren SchülerInnen durchführen. Dazu muss jedoch noch unbedingt eine Anleitung mit Lösungen und physikalischen Grundlagen erstellt werden.

Leider hatte ich mit der Beschaffung des Materials zu viel Zeit verloren, wodurch das Projekt erst im Juni durchgeführt werden konnte. Zusätzlich gab es den Zeitdruck, diesen Bericht fertig zu stellen, wodurch ich mich nicht mehr imstande sehe, die Beispielsammlung, die in Moodle leider in Textform und nicht als PDF existiert, im Anhang mitzuliefern.

Es steht jedoch jedem frei auf die eigens für dieses Projekt erstellte Website zu gehen, und sich dort die Beispiele herunterzuladen. Die Beispiele, die momentan (Juli 2005) dort zu finden sind, wurden noch im Juni überarbeitet und sollten bis September 2005 als PDF vorliegen.

Die Internetadresse lautet: <http://mni.funpic.de/>

Sollte Bedarf an den Messvideos bestehen, bitte ich um eine eMail an mni_kie@gmx.net zu schicken, und ich werde diese auf CD brennen und verschicken.

6 LITERATUR

BÜRGER, H., FISCHER, R., MALLE, G., KRONFELLNER, M., MÜHLGASSNER, T. & SCHÖGLHOFER, F. (1991). Mathematik Oberstufe 3. Wien: hpt

REICHEL, H.-C., MÜLLER, R., LAUB, J. & HANISCH, G. (1992). Lehrbuch der Mathematik 7. Wien: hpt

SZIRUCSEK, E., DINAUER, UNFRIED, H. &SCHATZL H. (1994). Mathematik 7. Wien:hpt

SCHALK, Heinz-Christian (1988). Mathematik 3. Wien: Reniets Verlag GMBH

SPIEGEL, Murray R (1985). Allgemeine Mechanik. Hamburg: McGraw Hill – Schaum

WRIGGERS, P., EHLERS, W. & GROSS, D. (2003). Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 3 (Kinetik, Hydrodynamik). Berlin: Springer-Verlag

FERCHER, Adolf Friedrich (1999). Medizinische Physik. Wien: Springer-Verlag

PAPULA, Lothar (2001). Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler (Band 1). Braunschweig/Wiesbaden: Viewegs Fachbücher der Technik

PAPULA, Lothar (2004). Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler (Anwendungsbeispiele) . Braunschweig/Wiesbaden: Viewegs Fachbücher der Technik

PITTYs Physikseite: CD-ROM Physikaufgaben (<http://physikaufgaben.de>)

Internetadressen (alle Juni 2005):

<http://mni.funpic.de/>

<http://www.physikon.de/>

<http://www.physik-lexikon.de/wiki/index.php?title=Schwingung>

<http://www.borg-birkfeld.at/lernraum/mathematik/differenzialrechnung/grundbegriffe/index.html>

<http://rosewood.fernuni-hagen.de/MIB/HTML/node76.html>

http://www.stauff.de/matgesch/dateien/gesamtstoff/os_analysis.zip

<http://home.eduhi.at/user/loeffler/differentialrechnung.htm>

<http://www2.lehrer-online.de/physik/kinematik/kinematik/v09.html> (Java notwendig)

<http://www.ebgymhollabrunn.ac.at/ipin/ph-v.htm>

<http://www.ebgymhollabrunn.ac.at/ipin/ph-a.htm>

<http://statistik.wu-wien.ac.at/~leydold/MOK/HTML/node93.html>

<http://homepage.univie.ac.at/Franz.Embacher/MatheDidaktik/Physik/>

http://www.netschool.de/mat/dirs/dui_12.htm

http://www.netschool.de/mat/dirs/adui_9.htm

http://www.lehrer-online.de/dyn/bin/379080-379146-1-differentialquotient_arbeitsblaetter.zip

<http://www.walter-fendt.de/m14d/sectang.htm> (Java notwendig)

<http://www.walter-fendt.de/ph14d/beschleunigung.htm> (Java notwendig)

<http://www.mathe-online.at/mathint/diff1/i.html>

<http://www.mathe-online.at/materialien/matroid/files/ex/ex.html>

http://www.mathe-schule.de/download/pdf/Mathematik/Tabu_Diff.pdf

<http://schulen.eduhi.at/riedgym/physik/10/schwingungen/federpendel/federpendel.htm>

<http://www.matheprisma.uni-wuppertal.de/Module/Schwingu/>

<http://www.math-edu.de/Anwendungen/Aufgabe1O.pdf>

7 ANHANG – FRAGEBOGENAUSWERTUNG

1) Geschlecht

weiblich	7	(30,43%)
männlich	16	(69,57%)

Summe	23
ohne Antwort	0

2) Meine mathematischen Vorkenntnisse im Kapitel Differenzialrechnung waren...

sehr gut	0	(0,00%)
gut	4	(17,39%)
geht so	19	(82,61%)
schlecht	0	(0,00%)

Summe	23
ohne Antwort	0
Mittelwert	2,83
Median	3

3) Die Linksammlung zu den Grundlagen der Differenzialrechnung waren...

sehr brauchbar	7	(31,82%)
halbwegs brauchbar	13	(59,09%)
weniger brauchbar	1	(4,55%)
gar nicht brauchbar	1	(4,55%)

Summe	22
ohne Antwort	1
Mittelwert	1,82
Median	2

4) Die Linksammlung zu den physikalischen Grundlagen waren...

sehr brauchbar	9	(39,13%)
halbwegs brauchbar	13	(56,52%)
weniger brauchbar	0	(0,00%)
gar nicht brauchbar	1	(4,35%)

Summe	23
ohne Antwort	0
Mittelwert	1,7
Median	2

5) **Nach Durcharbeiten der Lektion wurde für mich die Differenzialrechnung...**

interessanter	0	(0,00%)
verständlicher	18	(81,82%)
nicht wirklich verständlicher	3	(13,64%)
ohne Nutzen erkennbar	0	(0,00%)
ohne Wertung	1	(4,55%)
Sonstiges:	0	(0,00%)

Summe 22
ohne Antwort 1

6) **Ohne physikalische Grundkenntnisse sind die Beispiele meiner Meinung nach ...**

ohne Probleme zu lösen	0	(0,00%)
mit Hilfe der Linkliste leicht lösbar	10	(43,48%)
mit Hilfestellung eines Lehrers leicht lösbar	13	(56,52%)
selbst mit Hilfe der Linkliste kaum lösbar	0	(0,00%)
viel zu schwierig	0	(0,00%)

Summe 23
ohne Antwort 0
Mittelwert 2,57
Median 3

7) **Der Zusammenhang zwischen Mathematik und Physik war mir bis zu diesem Projekt...**

sehr klar	1	(4,35%)
klar	14	(60,87%)
weniger klar	6	(26,09%)
überhaupt nicht klar	2	(8,70%)

Summe 23
ohne Antwort 0
Mittelwert 2,39
Median 2

8) Ich finde fächerübergreifenden Unterricht...

super	1	(4,35%)
gut	17	(73,91%)
weniger gut	5	(21,74%)
sinnlos	0	(0,00%)

Summe	23
ohne Antwort	0

9) Begründung dafür:

--- Nr 3 ---

Es ist einfacher, wenn man sich auf ein bestimmtest Thema konzentrieren kann, statt für jedes Fach einen komplett anderen Stoff zu lernen

--- Nr 4 ---

besseres Verständnis, leichteres Lernen

--- Nr 5 ---

zu kompliziert, uninteressant

--- Nr 6 ---

Bei einem naturwissenschaftlichen Fach ist der fächerübergreifende Unterricht etwas schwer, da die nötigen Grundkenntnisse fehlen.

--- Nr 7 ---

Weil es am Ende bzw. beim Job eher um das Allgemeinwissen geht bzw. um die Verknüpfung mehrerer Fächer bzw. des Wissens fördert die Logik

--- Nr 8 ---

Themen werden nicht nur einseitig behandelt - verschiedene Aspekte kommen heraus

--- Nr 9 ---

Im weiteren Leben kann es von großen Nutzen sein

--- Nr 10 ---

Wenn man 1 Fach nicht beherrscht (Mathematik), ist das Lösen von fächerübergreifenden Beispielen nahezu unmöglich, da einfach die Grundkenntnisse dafür fehlen.

--- Nr 11 ---

Dafür reicht es für einen zu spezialisieren

--- Nr 12 ---

Da wir die anderen Fächer auch haben!

Daher reicht es, sich auf einen zu spezialisieren

--- Nr 13 ---

Man kann zwei Sachen auf einmal lernen

Und der Zusammenhang zwischen Physik und Mathematik.

--- Nr 14 ---

Da man das Fach von einem anderen Sichtpunkt aus unterrichtet bekommt.

--- Nr 17 ---

man lernt dadurch mehr

--- Nr 18 ---

Weil man zwei Sachen und die Verbindung dazwischen auf einmal lernen kann.

--- Nr 19 ---

Da diese Art des Unterrichts den Unterricht um Einiges interessanter macht.

--- Nr 20 ---

weil dadurch Vieles schwieriger wird

--- Nr 21 ---

Verknüpfung der Fächer auch später wichtig

--- Nr 22 ---

Weil man dann besser verstehen kann, für was man z.B. die Mathematik wirklich braucht.

--- Nr 23 ---

Man kann andere Kenntnisse (von anderen Fächern) verwenden und damit Pluspunkte sammeln

10) Der Arbeitsauftrag wurde...

sehr klar definiert	3	(13,04%)
klar definiert	16	(69,57%)
halbwegs definiert	4	(17,39%)
schlecht definiert	0	(0,00%)
gar nicht definiert	0	(0,00%)

Summe	23
ohne Antwort	0
Mittelwert	2,04
Median	2

11) Was hat mir nicht gefallen?

--- Nr 3 ---

Dass meine Gruppenkollegen nicht anwesend waren!

--- Nr 5 ---

Dass man auf das Thema hingedrängt wird

dass der Stoff trocken ist

viel zu wenig Praxis

--- Nr 6 ---

Eigentlich war alles gut organisiert, leider kam es durch die vielen Gruppen zum Durcheinander.

--- Nr 9 ---

Manche Links brauchten JavaScript

!zu viel Erklärung!

zu komplizierte Rechnungen und Erklärungen

unübersichtlicher Aufbau der Seiten!!!

--- Nr 10 ---

Erklärungen waren erst bei mehrmaligen Durcharbeiten halbwegs verständlich

--- Nr 11 ---

Zusammenhang zwischen Mathematik und Physik

Die Zahlen waren so viel, dass es mich erschreckt hat und hatte gleich das Gefühl, dass ich es nicht berechnen kann. Nach Hilfe eines Lehrers war es mir möglich, es zu berechnen.

--- Nr 12 ---

Fächerübergreifender Unterricht!

Obwohl Physik ohne Mathematik nicht sehr leicht zu praktizieren.

--- Nr 13 ---

Dass bei manchen Links die Beispiele nicht sehr gut erklärt waren.

--- Nr 15 ---

Differenzialquotient, Extremwertaufgaben, Differenzialrechnung

--- Nr 16 ---

Differenzialquotient

--- Nr 17 ---

Wenn Links dann nicht mehr aufrufbar sind

Wenn Links sehr unübersichtlich aufgebaut sind

--- Nr 18 ---

Teilweise waren die Arbeitsaufträge klar, andererseits waren einige unverständlich und ohne Hilfe nicht lösbar.

--- Nr 20 ---

es war eigentlich alles in Ordnung

--- Nr 22 ---

Die Aufgabenstellungen waren manchmal sehr schwierig zu verstehen (Beispiele bei den Links)

12) Was ich noch zu sagen hätte....

--- Nr 6 ---

Im Ganzen find ich es 1A und würde so etwas mit Vergnügen öfter machen.

--- Nr 9 ---

Es sollte freundlicher gestaltet werden!!

--- Nr 13 ---

Es war einmal etwas Anderes, ein Projekt in Physik zu machen. Die Schüler waren mit mehr Begeisterung dabei.

--- Nr 20 ---

Obwohl es mich wenig interessiert hat, hat es trotzdem Spass gemacht