



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

**S4 „Interaktionen im Unterricht - Unterrichtsanalyse“**

---

# **MODELLIEREN IM MATHEMATIKUNTERRICHT**

**ID 1499**

**Mag. Dr. Susanne Pötzi**

**Mag. Josef Pieber, Mag. Waltraud Hohenwarter, Mag. Evelyn Kenzian,  
Mag. Ingrid Müller, BG/BRG Villach St. Martin**

**Mag. Wolfgang Otruba, Mag. Dietmar Baumgartner, Mag. Dr. Werner Pötzi,  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Christiane Vogl, Diplomandin der Universität Salzburg**

**Villach, Dezember 2008 bis Juni 2009**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Was meint man eigentlich mit dem Begriff „Modellieren“? .....	5
1.2 Warum mit Schülern modellieren – Ziele der Mathematischen Modellierung... 6	6
1.3 Persönliche Ziele und Interessen.....	6
1.4 Bezug zu OECD/Pisa.....	7
<b>2 VERLAUF DES PROJEKTES</b> .....	<b>8</b>
2.1 Erste Kontakte mit Modellierung .....	8
2.2 Entstehung des diesjährigen Projektes.....	8
2.3 Ausgangspunkt .....	9
2.4 Organisation.....	9
2.4.1 Erster Tag: Einführung und Vorbereitung:.....	9
2.4.2 Zweiter Tag: Einteilung in Gruppen, Arbeit in den Gruppen.....	10
2.4.3 Dritter Tag: Am Vormittag Arbeit, am Nachmittag Präsentationen .....	10
<b>3 THEMEN DER MODELLIERUNGSTAGE</b> .....	<b>11</b>
3.1 Erdkrümmung .....	12
3.2 Es wird eng – wohin mit den Bildern? .....	13
3.3 Unser Planetensystem.....	14
3.4 Unendliche Weiten.....	15
3.5 Sonnenauf- und Untergang / Tageslängen .....	16
3.6 Atmosphäre und Höhenmessung.....	17
3.7 Treibhauseffekt .....	18
3.8 Nutzung der solaren Energie .....	19
3.9 Welcher Schneemann lebt länger? .....	20
3.10 Schwedenbombe – Schaumgenuss im Schokoguss .....	21
3.11 Tischelfmeter – oder Wie viel Mathematik braucht ein Wettbüro bzw. Wettende?.....	22
<b>4 BEOBACHTUNGEN UND EVALUATION</b> .....	<b>23</b>
4.1 Forschungsinteresse.....	23
4.2 Beobachtung der Vorgehensweise anhand zweier Beispiele.....	23
4.2.1 Gruppe 1: Planetensystem.....	23

4.2.2	Gruppe 2: Ein neues Design für Schwedenbomben .....	24
4.3	Evaluation der Fragebögen zum Projekt.....	26
4.3.1	Allgemeine statistische Kennzahlen.....	26
4.3.2	Unterschiede zwischen den Geschlechtern: .....	27
4.3.3	Interessante Korrelationen .....	28
4.3.4	Kommentare der Schüler/innen zum Projekt.....	29
4.4	Bezug zur OECD/Pisastudie .....	30
4.5	Evaluation der Fragebögen zum Thema Motivation.....	30
<b>5</b>	<b>RESÜMEE .....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>35</b>
	Abbildungsverzeichnis:.....	36
	Rohdaten der Fragebögen.....	37

## ABSTRACT

*In diesem Projekt erstellten, entwickelten und testeten Schüler/innen der siebten Klassen mathematische Modelle zu verschiedenen Problemen mit vorwiegend naturwissenschaftlichen Themen. Sie wurden dabei von Lehrer/innen und Mitarbeitern der Universität unterstützt und begleitet. Die Schüler/innen mussten bei ihrer Arbeit auf bereits erworbenes mathematisches und naturwissenschaftliches Wissen zurückgreifen und dieses mit Hilfe von weiteren Quellen (Literatur, Internet, ...) erweitern. Wir erwarten uns durch dieses vernetzte Denken eine Förderung der Problemlösekompetenzen und durch das Arbeiten in Teams die Förderung soziale Kompetenzen. Das Zusammenarbeiten mit Wissenschaftlern sollte außerdem motivieren, sich mit naturwissenschaftlichen Problemstellungen zu beschäftigen.*

Schulstufe: 11.  
Fächer: Mathematik, Physik, Chemie, Informatik, Geographie  
Kontaktperson: Susanne Pötzi  
Kontaktadresse: [susanne.poetzi@it-gymnasium.at](mailto:susanne.poetzi@it-gymnasium.at)

# 1 EINLEITUNG

Die „Modellierungstage“ haben am BG / BRG St. Martin in Villach schon fast Tradition. In den letzten beiden Schuljahren organisierte meine Kollegin Britta Kendi zusammen mit Mitarbeiter/innen der Technischen Universität Kaiserslautern diese Veranstaltung für jeweils zwei bis drei Oberstufenklassen aus verschiedenen Jahrgängen. Der erste der drei Modellierungstage ist jeweils für uns Lehrer/innen reserviert, um zu erfahren, was Modellieren überhaupt bedeutet und um die jeweiligen Beispiele kennen zu lernen. An den zwei darauffolgenden Tagen arbeiten die Schüler/innen in Gruppen an jeweils einem selbst gewählten Beispiel und präsentieren am letzten Tag ihre Ergebnisse vor ihren Klassenkamerad/innen und interessierten Eltern und Kolleg/innen.

In den letzten beiden Jahren war diese Veranstaltung immer ein großer Erfolg, die beteiligten Lehrer/innen wurden von den Schüler/innen und von anderen Kolleg/innen immer wieder darauf angesprochen, ob es diese Veranstaltung wieder geben werde. Die Mitarbeiter/innen der Universität Kaiserslautern konnten uns heuer allerdings nicht mehr betreuen, daher entstand die Idee, drei Wissenschaftler der Universität Graz vom Sonnenobservatorium Kanzelhöhe um die Mitarbeit am Projekt zu bitten. Diese waren dann auch gerne bereit dazu, und so habe ich heuer das Projekt „Modellierung im Mathematikunterricht“ organisiert. Leider konnten nicht alle Klassen, die gerne mitgemacht hätten, teilnehmen. Ich selbst unterrichtete gerade eine siebte Klasse Realgymnasium, und so beschlossen wir, heuer im Gegensatz zu den letzten Jahren nur mit einem Jahrgang (mit allen vier siebten Klassen) zu modellieren.

## 1.1 Was meint man eigentlich mit dem Begriff „Modellieren“?

Beim Modellieren wird ein reales Problem auf seine mathematische Struktur hin untersucht und mathematisches Wissen für die Erarbeitung von Lösungen in Form adäquater Lösungsmodelle eingesetzt. Das Lösungsmodell wird mit der Realität rückgekoppelt und im Idealfall verbessert.

Ich zitiere aus der Lektion über Modellieren des niedersächsischen Bildungsservers: „*Modellbildung bedeutet also, ein gegebenes Problem aus unserer Umwelt zu vereinfachen oder zu strukturieren, Teilgebiete der Mathematik zu finden, mit deren Hilfe sich daraus ein mathematisches Problem formulieren lässt und dieses zu lösen. Das Ergebnis wird auf Plausibilität geprüft, interpretiert und dann wieder in unserer Alltagssprache auf die ursprüngliche Situation bezogen.*“<sup>1</sup>

Abbildung 1-1: Graphische

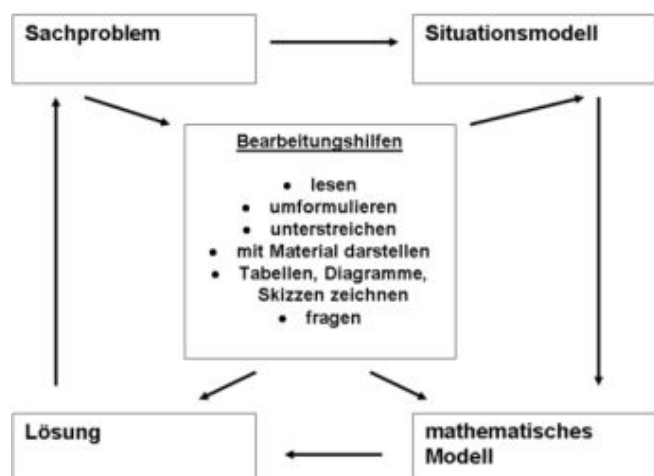


Abbildung 1-1: Graphische Darstellung des Modellierungsprozesses

<sup>1</sup> <http://www.nibis.de/~nealon/lektionen/mags/modellieren/index.htm>

*Darstellung des Modellierungsprozess zeigt eine anschauliche Illustration.*<sup>2</sup>

Will man Mathematik außerhalb des Klassenraumes - also im realen Leben – anwenden, so muss man mehr als nur Rechentechniken beherrschen. Man muss lernen, zu realen Situationen mathematische Modelle zu bilden und diese als Grundlagen für Entscheidungen, Argumentationen und Meinungen einzusetzen.

Dann müssen die so gewonnenen rechnerischen Ergebnisse im mathematischen Modell in die reale Situation rückübersetzt und ihre Bedeutung ermittelt werden. Es folgt hierbei eine Rück-Interpretation und Bewertung der vorhandenen mathematischen Lösung in Bezug auf die reale Situation. Dabei müssen folgende beantwortet werden:

- o Was bedeutet das Ergebnis für die Situation?
- o Ist das Ergebnis plausibel?
- o Ist es hinreichend genau?

Wieder gilt: Weist die Interpretation der mathematischen Ergebnisse Diskrepanzen mit der Realität auf, so müssen Korrekturen vorgenommen werden und es findet ein Revidieren des Modells statt. Es beginnt ein erneuter, verbesserter und verfeinerter Modellierungsprozess.<sup>3</sup>

## **1.2 Warum mit Schülern modellieren – Ziele der Mathematischen Modellierung**

Wie verfolgen mit diesem Projekt mehrere Ziele – ich zitiere zuerst die Ziele der Fachdidaktiker/innen der Universität Kaiserslautern, die sie uns bei ihrer Einführung zu diesem Thema nähergebracht haben:

- ein anderes Bild von Mathematik vermitteln: *Mathematik ist nicht langweilig & unverständlich!*
- interdisziplinäres Arbeiten
- mehr Erfolg durch Teamarbeit
- Vielschichtig- und Mehrdeutigkeit von Lösungswegen
- Spektrum des eigenen math. Wissens ausschöpfen

Meine persönlichen Ziele werde ich im Abschnitt 1.3 erläutern.

## **1.3 Persönliche Ziele und Interessen**

Der Hauptgrund für mich in diesem Schuljahr dieses Projekt durchzuführen war, dass ich in „meiner“ siebten Klasse (7D) mit der Motivation, Mathematik zu lernen, sehr kämpfe – wesentlich mehr als in anderen Klassen. Das heißt nicht, dass die Schüler/innen leistungsschwächer sind, aber nach meiner Einschätzung lernten sie in den letzten Jahren nur, weil sie mussten. Diskussionen über denn Sinn des Gelernten führten wir oft, ich versuchte auch im Unterricht durch Auswahl neuer Beispiele und anderer Fragestellungen als im Schulbuch darauf einzugehen, aber ich war nie wirklich erfolgreich. Ich erhoffte mir von diesem Projekt einen „Motivationsschub“ für mei-

---

<sup>2</sup> Vgl. Franke, 2003, S. 79

<sup>3</sup> Vgl. Medwedew, 2006, S. 8 f.

ne Schüler/innen. Deshalb war es auch ein Ziel herauszufinden, wie sehr diese doch vollkommen andere Art des Unterrichtens und miteinander Arbeitens auf die Schüler/innen motivierend wirkt, und ob diese Motivation auch für ihr zukünftiges Interesse am Mathematikunterricht etwas bringen wird. Diese beiden Fragen versuchte ich mit Hilfe von zwei anonymen Fragebögen beantworten zu können – siehe auch Abschnitt 4.4.

Mein zweites Interesse an diesem Projekt war zu sehen, wie Schüler/innen an die gestellten Probleme herangehen und sie versuchen zu lösen. Ich habe daher den Schüler/innen beim Arbeiten zugesehen, da das nicht bei allen möglich war, habe ich besonders zwei Gruppen beim Modellieren beobachtet. Diese Beobachtungen und die Ergebnisse dieser beiden Gruppen werde ich in Abschnitt 4.2 beschreiben. Auf Grund der großen Anzahl der Teilnehmer konnte ich von den meisten anderen Gruppen nur die Ergebnisse (die Abschlusspräsentation) beobachten.

## 1.4 Bezug zu OECD/Pisa

Das Modellieren im Mathematikunterricht sollte ein weiterer Beitrag sein, der Schüler/innen den Weg zum Erwerb der mathematischen Bildung erleichtert.

PISA definiert mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten einer Person folgendermaßen: Es geht um die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt und sich in einer Weise mit Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des Lebens dieser Person entspricht.<sup>4</sup>

Dazu ist der Einsatz verschiedener Kompetenzen erforderlich: mathematisches Denken, mathematische Argumentation, mathematische Kommunikation, Modellierung, Problemstellung und -lösung, Darstellung und Umgang mit den symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik.<sup>5</sup> Fast alle dieser Kompetenzen wurden beim Modellieren gefördert.

---

<sup>4</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/16/52/35888923.pdf> Seite 6

<sup>5</sup> ebd. S. 6

## **2 VERLAUF DES PROJEKTES**

Die Modellierungstage fanden im Schuljahr 2008/09 vom 10.12.2008 bis zum 12.12.2008 statt. Am ersten Tag arbeiteten die betreuenden Lehrer/innen sowie einige andere interessierte Kolleg/innen an den Fragestellungen und Problemen. Am Donnerstag, 11.12. und am Freitag, 12.12. Vormittag, modellierten dann die Schüler/innen, Freitag Nachmittag erfolgte die Präsentation der Projektarbeiten.

### **2.1 Erste Kontakte mit Modellierung**

Wie schon in der Einleitung erwähnt, fanden am BG/BRG St. Martin fanden Modellierungstage schon zum dritten Mal statt. Bis jetzt organisierte Kollegin Britta Kendi diese Veranstaltung mit der Unterstützung von Lehrer/innen und Mitarbeiter/innen der Technischen Universität Kaiserslautern und der Universität Wien. Bei diesen beiden Veranstaltungen wurde ich zum ersten Mal mit dem Begriff „Modellierung“ konfrontiert und konnte mich selbst an neuen spannenden Beispielen versuchen und die Schüler/innen aus verschiedenen Altersstufen beim Entwickeln ihrer Ideen und Lösungsansätze beobachten.

### **2.2 Entstehung des diesjährigen Projektes**

Da wir im Vorjahr schon wussten, dass die Mitarbeiter aus Kaiserslautern heuer nicht zur Verfügung stehen, mussten wir uns nach neuen Betreuern umsehen. Die Idee, dieses Projekt nur mit Lehrer/innen unserer Schule zu veranstalten, wurde auch diskutiert, wir waren aber alle der Meinung, dass der Input von außen, die Autorität von Leuten, die in ihrer täglichen wissenschaftlichen Arbeit und im Beruf mit Mathematik zu tun haben und auch die andere Atmosphäre für das Gelingen des Projektes sehr wichtig sind. Deshalb haben wir drei Wissenschaftler der Universität Graz, die am Sonnenobservatorium Kanzelhöhe in Treffen bei Villach beschäftigt sind, gefragt, ob sie an einem ähnlichen Projekt mitarbeiten würden. Alle drei waren gerne dazu bereit.

Neu beim diesjährigen Projekt waren nicht nur die neuen „Mentoren“, heuer kamen keine Fachdidaktiker, sondern reine Wissenschaftler der Universität zu uns an die Schule. Entsprechend unterschieden sich auch die Beispiele doch sehr deutlich von denen des Vorjahres – sie kamen alle aus den entsprechenden Fachgebieten der Wissenschaftler (Astronomie, Meteorologie, Physik). Die Beispiele waren teilweise schwieriger und umfangreicher als im letzten Jahr.

Kurz vor Projektbeginn erfuhr eine Diplomandin der Universität Salzburg durch eine Kollegin von unserem Projekt. Christiane Vogl hat Geographie und Mathematik Lehramt studiert und arbeitet gerade an ihrer Diplomarbeit über Modellierung. Anfangs war ich zugegebenermaßen ein bisschen skeptisch, doch Frau Vogl stellte sich als große Bereicherung des Projektes heraus. Sie brachte drei eigene Beispiele mit, die sie an Schüler/innen testen wollte (eines passte wunderbar zu den anderen – Schwerpunkt Physik und Meteorologie), die anderen beiden waren von ganz anderer Natur, sodass die Schüler/innen eine größere Auswahl an verschiedenen Beispielen hatte.



## 2.3 Ausgangspunkt

Die zu lösenden Probleme waren in den letzten Jahren eher aus dem Alltag und der täglichen Erfahrungswelt der Schüler, heuer eher aus dem Bereich der Naturwissenschaften: Neun der elf Themen stammten aus den Bereichen Physik, Meteorologie, Astronomie, Informatik und Geographie, ein Thema war kaufmännischer Natur, eines aus dem Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Die naturwissenschaftlichen Themen wurden von Mag. Wolfgang Otruba, Mag. Dietmar Baumgartner und Mag. Dr. Werner Pötzi, alle drei wissenschaftlich Bedienstete der Universität Graz erstellt. Frau Christiane Vogl, Diplomandin an der Universität Salzburg, steuerte ein naturwissenschaftliches Thema sowie das kaufmännische und das Beispiel aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung bei.

## 2.4 Organisation

Am Projekt nahmen vier siebte Klassen teil: Diese Klassen besuchen insgesamt 85 Schüler/innen. Leider schneite es genau an diesen beiden Tagen in Kärnten so heftig, dass in einigen Bezirken (unter anderem auch im Bezirk Villach Land) schulfrei gegeben musste. In Villach Stadt war zwar Schule, doch konnten mehrere Schüler/innen aus einigen Tälern nicht in die Schule kommen, 72 Schüler/innen nahmen dann an dem Projekt teil.

- 7A Klasse: Gymnasium mit Englisch als Arbeitssprache (5 Schüler, 12 Schülerinnen)
- 7B Klasse: Gymnasium (8 Schülern und 24 Schülerinnen)
- 7C Klasse: Realgymnasium mit ergänzendem Unterricht in Informatik und Labor (12 Schüler, 3 Schülerinnen)
- 7D Klasse: Realgymnasium mit ergänzendem Unterricht in Informatik und Labor (10 Schüler, 9 Schülerinnen)

Die Schüler/innen wurden nicht nur von den Wissenschaftlern und der Diplomandin betreut, sondern außerdem vom Mathematiklehrer der 7C, den Mathematiklehrerinnen der 7A, 7B und 7D sowie der Physiklehrerin der 7B und 7D.

### 2.4.1 Erster Tag: Einführung und Vorbereitung:

Wir Lehrenden bereiteten uns am 1. Tag mit Hilfe der Universitätsangehörigen auf die Arbeit mit den Schüler/innen vor, dieser interessante Tag wurde noch von vier weiteren Kolleginnen unseres Gymnasiums besucht.



Abbildung 2-1: Wir bereiten uns vor

Nach einer theoretischen Einführung wurden alle elf Themen vorgestellt, jedes Lehrer/innenteam bearbeitete dann zwei (maximal drei) der Fragestellungen.

### **2.4.2 Zweiter Tag: Einteilung in Gruppen, Arbeit in den Gruppen**

Am zweiten Tag wurden allen Schüler/innen nach einer kurzen Einführung die elf Themen vorgestellt, so dass die Jugendlichen einen Überblick über die Themen bekommen konnten (siehe Abbildung 2-2).

Nach einer kurzen Pause teilten sich die Schüler/innen selbst in 21 Gruppen zu drei oder vier Personen und suchten sich zwei Themen aus, die sie interessieren würden. Wir Lehrer vergaben dann ein Thema pro Gruppe, manche Themen wurden drei Mal vergeben, manche nur einmal. Ganz wichtig war uns, dass wirklich jeder eines seiner „Wunschthemen“ bearbeiten durfte, und nicht wieder ein Thema, das nicht so sehr interessiert.



**Abbildung 2-2: Vorstellung der Themen**

Bei der Einteilung in Gruppen fiel auf, dass nur eine einzige Gruppe klassenübergreifend gebildet wurde, obwohl sie die Schüler/innen dieses Jahrganges aus allen Klassen gut kennen. Nur in drei der 21 Gruppen arbeiteten Mädchen und Burschen gemeinsam, 18 Gruppen waren gleichgeschlechtlich.

Bei der Wahl der Aufgaben stellte sich heraus, dass das Beispiel mit den Schwedenbomben (kaufmännisches Thema) und jenes mit dem Treibhauseffekt (praktisches Experiment) nur von Mädchen gewünscht wurden. Die Thematik „Außerirdische“ interessierte hingegen nur Burschengruppen. Alle anderen Themen wurden von Burschen und Mädchen gewählt.

Am zweiten Tag arbeiteten die Schüler/innen noch bis 16:30 (mit Mittagspause, sonst freie Zeiteinteilung), was für viele sehr lange war. Ab 15:00 ließ die Konzentration und der Arbeitseifer deutlich nach, die erste Begeisterung war vorbei und die ersten guten Ideen ausprobiert. Richtig produktiv wurden die Schüler/innen erst wieder am nächsten Tag in der Früh.

### **2.4.3 Dritter Tag: Am Vormittag Arbeit, am Nachmittag Präsentationen**

Am Freitag, 12.12., wurde vormittags mit neuem Elan weitergearbeitet. Die Mittagspause fiel für viele aus, weil sie unbedingt noch dieses und jenes an ihren Präsentationen ergänzen wollten. Ab 13:00 präsentierten dann die Gruppen ihre Ergebnisse – aufgeteilt auf zwei Räume, damit die Zuseher nicht jede Präsentation doppelt anhören (außerdem wären 21 Präsentationen auch sehr viel gewesen). Zur Präsentation waren wie in den Vorjahren auch die Eltern und andere Fachkolleg/innen eingeladen, der Direktor, einige Eltern und zwei Kolleg/innen sind dann auch gekommen. Jede Gruppe musste entweder eine Präsentation am Computer (Power Point oder OOo Impress) oder ein Plakat zur Unterstützung des Vortrages vorbereiten. Nur eine Gruppe bestehend aus zwei Mädchen und zwei Burschen entschied sich für das Plakat, alle anderen zogen die Präsentation am PC vor.

### 3 THEMEN DER MODELLIERUNGSTAGE

Insgesamt standen 11 verschiedene Themen bzw. Aufgaben zur Verfügung. Diese waren sehr unterschiedlich in ihrem Anspruch – es gab welche, bei denen man relativ viel rechnen musste und solche, bei denen nur sehr wenig Mathematik notwendig war, dafür mehr Physik oder logisches Denken. Neu war heuer, dass zu einem Themenbereich Messreihen und physikalische Experimente durchgeführt wurden und die Messergebnisse dann ausgewertet und interpretiert werden sollten.

Es wurden alle 11 Themen von den Schülern gewählt – manche von drei verschiedenen Gruppen, manche nur von einer Gruppe.

Hier eine kurze Übersicht der Themen und eine Auflistung, wie viele Schüler/innen sich für dieses entschieden haben (die Bezeichnung gemischte Gruppe verwende ich hier für eine Gruppe, in der Mädchen und Burschen zusammenarbeiten):

Thema	Gewählt von
Erdkrümmung	1 Mädchengruppe, 1 Burschengruppe, 1 gemischte Gruppe
Es wird eng – wohin mit den Bildern?	1 gemischte Gruppe
Unser Planetensystem	1 Burschengruppe, 1 gemischte Gruppe
Unendliche Weiten	3 Burschengruppen
Sonnenauf- untergang, Tageslängen	1 gemischte Gruppe
Atmosphäre und Höhenmessung	1 Burschengruppe
Treibhauseffekt (m. Experimenten)	2 Mädchengruppen
Solare Energie	1 Mädchengruppe
Welcher Schneemann lebt länger	1 Mädchengruppe, 1 gemischte Gruppe
Schwedenbomben	3 Mädchengruppen
Tischelfmeter – Wie viel Mathematik braucht ein Wettbüro?	1 gemischte Gruppe, 1 Mädchengruppe

Ich möchte auf den folgenden Seiten die Kurzfassungen der Themen und Probleme vorstellen:

### 3.1 Erdkrümmung



Da die Erde annäherungsweise eine Kugel ist (Geoid), kann man wegen der Erdkrümmung nicht beliebig weit sehen. Auf dem Meer scheinen Schiffe hinter dem Horizont aufzutauchen, zuerst sieht man das Segel bzw. die Aufbauten und dann erst den Rumpf.

- Wie weit ist der Horizont entfernt, wenn man sich ... befindet: Kirchturm (50m), Dobratsch (2166m), Mount Everest (8848m), Flugzeug (10000m)
- Wie weit sieht man von der Internat. Raumstation ISS (350 km hoch)?
- Wie viel % der Erdoberfläche sieht man von einem Wettersatelliten (35786 km hoch)?

Wegen der Erdkrümmung sind weit entfernte Berge „niedriger“:

Die Höhe  $h$  unter der ein Berg erscheint wird kleiner, je weiter weg sich der Berg befindet:

Von der Gerlitzten (1909m) kann man auf den großen Speikkogel (2140m) sehen, der etwa 85 km entfernt ist.

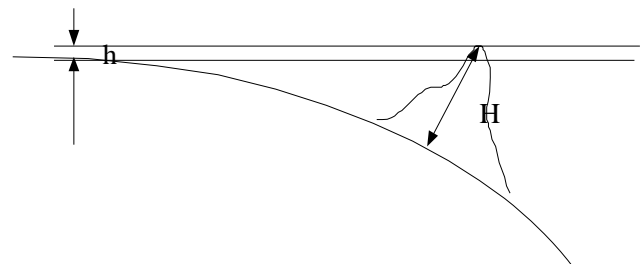


Abbildung 3-1

- Schaut man von der Gerlitzten zum Speikkogel hinauf oder hinunter?

Interessant ist diese Tatsache auch für die Berechnung der Tageslänge:

Auf einem hohen Berg kann die Sonne beim Auf- oder Untergang von unten scheinen! Besonders eindrucksvoll kann sie dies auf dem Mauna Kea (4205m) auf Hawaii tun, dort bildet das Meer den Horizont.

- Unter welchem Winkel scheint dort die Sonne bei Sonnenaufgang?

Es gibt Leute, die behaupten, der Großvenediger (3674m) habe seinen Namen daher, weil man von ihm aus bei klarem Wetter Venedig (185km) sehen könne

- Ist das möglich?
- Muss man dabei noch etwas außer der Erdkrümmung berücksichtigen?
- Falls es nicht möglich ist: Welche Erhebung liegt zwischen dem Großvenediger und Venedig? Um wie viele Meter ist sie zu hoch?

## 3.2 Es wird eng – wohin mit den Bildern?



Am Observatorium Kanzelhöhe werden von der Sonne ca. 600 Bilder pro Stunde gemacht. Diese werden auf Festplatten und Bändern gespeichert.

Die neue Kamera hat 2048x2048 Pixel. Die Bilder werden monochrom (schwarz-weiß) aufgenommen mit einer Farbtiefe von 12 Bit, d.h. man benötigt pro Bildpunkt 2 Bytes (16bit). Durch Komprimieren und wegen der Erweiterung von 12 auf 16 Bit

kann man die Bilder auf 60% ihrer ursprünglichen Größe reduzieren.

Die Sonne scheint etwa 1870 Stunden im Jahr.

Das Observatorium ist ca. 8 Stunden (8 Uhr bis 16 Uhr) täglich besetzt.

Im Sommer kann die Sonne bis 15 Stunden täglich scheinen und im Winter bis 8 Stunden. Eine Stunde geht pro Tag dadurch verloren, dass die Sonne sehr tief über dem Horizont steht und damit „eiförmig“ wird und durch die Luftunruhe auch sehr schlecht zu beobachten ist.

- Abschätzung der jährlichen Beobachtungszeit?
- Wie viel Speicher wird für die Bilder benötigt?
- 1 TB Festplatte kostet derzeit ca. 100 Euro, was kostet die Sicherung aller Daten?

Das Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Komplexität von integrierten Schaltkreisen etwa alle 2 Jahre verdoppelt – das gilt auch für Kameras, Festplatten, usw. Ausgehend davon sollte man annehmen, dass die Kamera alle zwei Jahre ca. doppelt so viele Megapixel aufweisen sollte, die Festplatten auch doppelt so groß werden und wir immer fast die gleichen Kosten haben, diese steigen nur, weil das gesamte alte Archiv auch umkopiert werden muss.

- Wie viel Speicher benötigt man in 2, 4, 6, ... Jahren?
- Gibt es eine allgemeine Formel für n Jahre?
- Hat es einen Sinn irgendwann eine Kamera zu verwenden, die 100000 x 100000 Pixel Auflösung erreicht? Könnte man dann winzige Details auf der Sonne erkennen?
- Wie viele Megapixel kann die Kamera maximal haben um noch sinnvoll zu sein?
- Wie sieht es dann mit den Speicherkosten in Zukunft aus?

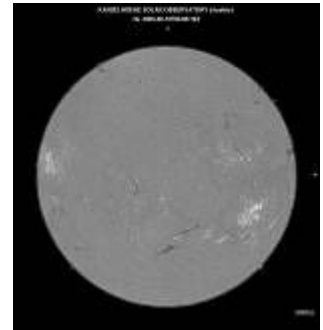


Abbildung 3-2

### 3.3 Unser Planetensystem



„12. Februar 18604: alle Planeten mit Ausnahme von Pluto stehen innerhalb eines Winkels von 11.1 Grad.“



Abbildung 3-3

- Wie oft stehen Merkur und Venus hintereinander? Wie oft Merkur, Venus, Erde? Und alle 8 Planeten?
- Wenn alle Planeten in einer Reihe stehen, wo befindet sich der Schwerpunkt des Sonnensystems?
- Sonne: Durchmesser 1391400 km, Masse:  $1989000 \cdot 10^{24}$  kg
- Kann Jupiter alleine den Schwerpunkt aus dem Sonneninnern herausziehen?

Angenommen alle Planeten befinden sich auf der Ekliptik, d.h. ihre Bahnen liegen alle in einer Ebene, und sie bewegen sich auf Kreisbahnen, so müsste es doch relativ häufig Verfinsterungen bzw. Durchgänge anderer Planeten vor der Sonne geben, so wie der Venusdurchgang 2004.

- Wie oft gibt es einen Merkurdurchgang auf der Venus?
- Wie groß erscheint Merkur vor der Sonne?
- Wie groß ist ein Jupiterdurchgang auf dem Saturn?

### 3.4 Unendliche Weiten



Olbers: „Wenn das Weltall unendlich groß ist, so müsste es in jede Richtung, in die man blickt einen Stern geben – daraus folgt, dass der Nachthimmel hell sein müsste, sogar extrem hell.“



Abbildung 3-4

Als Vergleich kann man sich einen Wald vorstellen: wenn man sich in diesem befindet so gibt es eine bestimmte Sichttiefe, die von der Dichte der Bäume und deren Stammdicke abhängt. Zwar werden die Bäume scheinbar immer dünner, je weiter sie weg sind, dafür kommen aber umso mehr dazu. Aus einem großen Wald sieht man nicht heraus.

Auf die Sterne umgelegt heißt das, dass je weiter man schaut umso mehr kleine Sterne dazukommen und aus einem unendlich großen Weltall sollte man nicht hinaus sehen.

- Was könnte erklären, warum der Nachthimmel so schwarz ist?

Der Flug zum Mars dauert mehr als 6 Monate, um eine Sonde zu Saturn zu schicken benötigen wir mehrere Jahre.

Um die Erde verlassen zu können muss die Fluchtgeschwindigkeit erreicht werden:

Eine Rakete muss mit ca. 11,2 km/s fliegen um die Erde verlassen zu können Zum Mars ist die kürzeste Distanz etwa 60 Mio. km, d.h. man müsste in ca. 5,5 Mio. Sekunden = 63 Tagen dort sein.

- Warum benötigt man länger?
- Könnte man nicht einfach mehr Treibstoff mitnehmen um dann länger beschleunigen zu können?
- Wie lange müsste man fliegen um den nächsten Stern zu erreichen?
- Wie hoch muss die Anfangsgeschwindigkeit sein?

Die Entfernung beträgt ca. 4 Lichtjahre. Dabei muss auch das Sonnensystem verlassen werden!

Wahrscheinlich gibt es in unserer Galaxie nur uns, die nächste große Galaxie, die Andromeda, ist etwa 2 Mio. Lichtjahre entfernt. Annahme: Außerirdische von der Andromeda wollen zu uns: Andromeda ist so schwer wie Milchstraße, ihr Sonnensystem ist so gelegen wie unseres in der Milchstraße und die Außerirdischen wohnen in einem ähnlichen Sonnensystem.

- Wie lange braucht so ein Flug und welche Geschwindigkeit benötigt man mindestens um die Andromeda-Galaxie verlassen zu können?
- Wie müsste so ein Raumschiff gebaut sein und woher bekommt es die Energie für den Flug um die Passagiere am Leben zu erhalten?
- Kann uns jemand von dort erreichen?



### 3.5 Sonnenauf- und Untergang / Tageslängen



Herr Dusel, ein Geschäftsreisender, hat Mitte Oktober erst einen Termin in Wien und tags darauf in einen Brüssel, aus Zeitgründen reist er mit dem Flugzeug. Als er in Wien im Hotel aufwacht blinzelt ihm die soeben aufgehende Sonne gerade ins Gesicht, er sieht auf seinen Wecker – 7:12. Er denkt: „Das geht sich alles gut aus, am Vormittag habe ich die Besprechung und mein Flug geht nachmittags, und danach ab ins Hotel und ausschlafen...“ Abends, als er in Brüssel zu Bett geht, denkt er noch: „Den Wecker brauche ich gar nicht, wenn mir morgen nach 7 wieder die Sonne ins Gesicht scheint, werd' ich sowieso wach...und das reicht für meinen Termin um 9:00...“ Als er am nächsten Morgen aufwacht, ist es noch stockdunkel. Herr Dusel denkt sich: „ah, sehr früh noch“, dreht sich um und will weiterschlafen, im Umdrehen fällt sein Blick auf seine Uhr –er erschrickt-7:45. Er fährt hoch und denkt sich: „Das gibt's doch nicht, Wien und Brüssel haben doch beide die gleiche Zeit –nämlich mitteleuropäische Sommerzeit...“

- Können Sie Herrn Dusel aufklären?

Dass am 21.Dezember der kürzeste Tag des Jahres ist, weiß doch jedes Kind. In Villach geht zum Beispiel am 21. Dezember 2008 die Sonne um 7:45 MEZ auf und um 16:16 unter – ebener Horizont vorausgesetzt. Am 10.Dezember geht die Sonne allerdings schon um 16:13 unter... Das kann doch nicht sein, oder?

- Wie ist der Tag (die Tageslänge) überhaupt definiert?

Siehe Abbildung 3-5: N...Himmelspol, Z...Zenit,  $\varphi$ ...geograf. Breite,  $\delta$ ...Deklination der Sonne (Abstand vom Himmelsäquator),  $t$ ...Stundenwinkel der Sonne (gezählt von S aus), H...Höhe der Sonne über dem Horizont

In den Tropen, oder aber auch schon während des Sommerurlaubs im Süden hat man das Gefühl, dass die Dämmerung kürzer als normal ist.

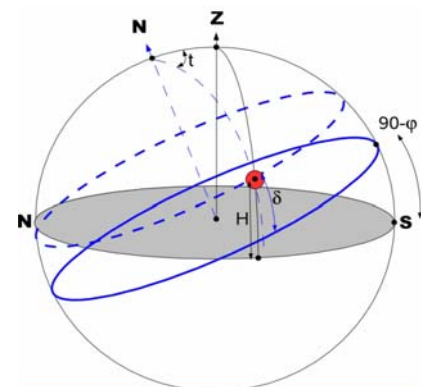


Abbildung 3-5

- Ist sie das wirklich? Ist die Dämmerungsdauer abhängig von der geografischen Breite? Ist die Dämmerungsdauer abhängig von der Jahreszeit?

Einfach weil es gut dazu passt:

- Im Winter steht der Mond im Süden hoch über dem Horizont, beobachtet man später den untergehenden Halbmond liegt er wie ein Schiffsrumpf im Westen flach über dem Horizont („Kahnlage“), im Sommer steht der Mond nicht so hoch und geht als Halbmond auch fast aufrecht unter. Hängt die Mondbahn etwa von den Jahreszeiten ab?



## 3.6 Atmosphäre und Höhenmessung



Für die Luftfahrt ist die Meteorologie und die Beratung der Piloten über das zu erwartende Wetter trotz aller Technik von höchster Wichtigkeit. Die Flugwetterdienste erstellen daher nicht nur Prognosekarten für Wetter am Boden, sondern auch sogenannte Höhenwetterkarten im 850, 500 und 250 mBar-Level.

- Welchen Höhen entspricht das?



Wie viel Prozent der Erdatmosphäre haben Sie in **Abbildung 3-6** den genannten Niveaus schon unter sich? (Annahme: trockene Luft und isotherme Atmosphäre)

Alle Flugzeuge – vom Segelflugzeug bis zum Airliner, auch die modernsten, haben 2 Instrumente, die rein mechanisch funktionieren: Höhenmesser und Fahrtmesser (Geschwindigkeitsmesser). Der Höhenmesser ist genau genommen nur ein Barometer und misst den jeweiligen Luftdruck in der Flughöhe. Die Skala des Höhenmessers ist dann in m oder ft geeicht, sodass der Pilot direkt die Höhe ablesen kann. Von alten Piloten kann man oft 2 Eselsbrücken hören:

- *im Winter sind die Berge höher*
- *vom Hoch ins Tief geht's schief*

- Fliegerlatein, oder?

PS: Denken Sie an einen Flug der Sie bei Schönwetter (Hochdruckgebiet) von den Azoren nach Salzburg ins Schlechtwetter (Tiefdruckgebiet) mit Regen und tiefhängenden Wolken führt... keine Angst, die Piloten wissen was sie zu tun haben!

Funktionsprinzip des Fahrtmessers (Air Speed Indicator):

Der Fahrtmesser funktioniert ähnlich einfach: Es wird die Differenz zwischen statischen (=Luftdruck) und Staudruck + Luftdruck gemessen, die Kraftdifferenz durch den Staudruck bewegt schließlich den Instrumentenzeiger gegen eine Federkraft. In geringer Höhe zeigt ein Vergleich mit einem GPS, dass der Fahrtmesser ziemlich genau ist, in großer Höhe fliegt das Flugzeug nach GPS wesentlich schneller als nach dem Fahrtmesser... Es sei Windstille vorausgesetzt!

## 3.7 Treibhauseffekt



Diskussionen über den Treibhauseffekt sind allgegenwärtig. Jedoch wird leider vielfach ein sehr laxer Umgang mit den Fakten und Hintergründen gepflegt, der zusätzlich durch die Sensationsgier der Medien verstärkt wird.



Abbildung 3-7

Der Kern dieser Aufgabenstellung ist die Entwicklung eines idealisierten Modells für die untere Atmosphäre, um ein wenig die Zusammenhänge zu erkennen, mit deren Hilfe möglichst korrekte und konkrete Aussagen zum Thema Treibhauseffekt getätigt werden können.

In abschließenden Experimenten soll die Wirksamkeit einiger atmosphärischer Gase hinsichtlich ihrer Eignung als Treibhausgas untersucht werden.

Globale Strahlungsgleichgewicht der Erde:

- Ermittlung der eintreffenden solaren Strahlung und der terrestrischen Strahlung
- Berechnung der Gleichgewichtstemperatur  $T_{eff}$  (effektive Strahlungsgleichgewichtstemperatur)
- Untersuchung der Einflussgrößen und deren Auswirkung

### Erarbeitung eines idealisiertes Modells für die untere Erdatmosphäre (2-Flächen Modell)

- Modelleigenschaften für die Atmosphäre und den Erdboden im Ausgangsmodell definieren
- Skizze des Modells mit den Strahlungsflüssen
- Ermittlung der Temperatur der Atmosphäre und am Erdboden
- Vergleich mit der realen Welt
- Anpassung und Verfeinerung der Modelleigenschaften

### Modellversuche zum Treibhauseffekt

- Treibhausgase und deren Beitrag zum Treibhauseffekt :
- Unterschiedliche Gase auf ihre Eignung als Treibhausgase überprüfen, d.h. Temperaturverlauf über die Zeit messen
- Glaskolben mit Gasfüllung und Thermometer
- Rotlichtlampe als Strahlungsquelle oder Messvorrichtung mit Halogenlampe als Strahlungsquelle
- Messvorrichtung mit Halogenlampe als Strahlungsquelle

### 3.8 Nutzung der solaren Energie



Durch die steigenden Energiekosten aber auch dem zunehmenden Interesse an Fragen des Umwelt- und damit auch Klimaschutzes rücken die erneuerbaren Energieformen immer mehr in den Blickpunkt der Öffentlichkeit. Dies soll zum Anlass genommen werden, sich einmal ein bisschen näher mit der beinahe unerschöpfliche Energie der Sonne zu beschäftigen.



Abbildung 3-8

#### Fragestellungen

- Wie viel Energie erreicht Villach täglich zu Mittag?  
 $S_{0,h}$  - d.h. bezogen auf extraterrestrische horizontale Fläche
- Wie viel Energie kann täglich in Abhängigkeit der geographischen Breite konsumiert werden?  
Ecuador / Quito  
Österreich / Villach  
Norwegen / Tromsø
- Wie viel Energie bleibt nach dem Durchgang durch die Erdatmosphäre noch übrig?  
[Hinweis: Lambert-Beer Gesetz]  
Air Mass Factor – wie könnte er auch experimentell bestimmt werden?  
Wie ändert sich die Bestrahlungsstärke in Abhängigkeit von der optischen Dicke?
- Bestrahlungsstärke an Kollektorflächen am Erdboden während eines Jahres:  
Flachdach (horizontale Fläche)  
Steildach (Steilheit = geographische Breite)  
Senkrechte Wand (senkrechte Fläche)Sonnengang nachgeführt

### 3.9 Welcher Schneemann lebt länger?



Gemeinsam mit drei deiner Freunde planst du, die Gärten vor euren Häusern kurz vor Weihnachten zu verschönern und drei Schneemänner zu bauen. Da ihr eure Schneemänner in drei verschiedenen Gärten aufstellt, habt ihr nicht immer die gleichen Voraussetzungen:



#### 1. Freund:

Im Dorf, in dem dein Freund wohnt, hat es vor kurzem geregnet und deshalb schmolz ein Teil des bereits gefallenen Schnees weg. Ihr habt nun Probleme einen schönen Schneemann zu bauen, weil zu wenig weißer Schnee vorhanden ist - in eure Schneeballen werden durch das Aufrollen der wenig mächtigen Schneedecke des Gartens einige Grashalme mit eingearbeitet.

Abbildung 3-9

#### 2. Freund:

Dein zweiter Freund wohnt direkt an der Bundesstraße, wo täglich Autos vorbeifahren. Diese verschmutzen vor allem deshalb den Schnee, weil der Schneematsch, der durch den Regen entsteht durch die Reifen der Autos auf den Schnee im Garten gespritzt wird. Da der Garten deines Freundes aber nicht sehr groß ist, müsst ihr diesen verschmutzten Schnee für den Bau eures Schneemanns verwenden.

#### 3. Freund:

Dieser Freund wohnt in einem Ort, der auf ca. 700 m Seehöhe liegt – also höher als die Wohnorte deiner beiden anderen Freunde (Villach liegt auf ca. 500 m Seehöhe). Der Niederschlag, der bei deinen Freunden in Form von Regen niederging, fiel im Ort deines dritten Freundes (aufgrund der höheren Lage) in Form von Schnee - deshalb habt ihr keine Probleme einen Schneemann aus weißem Neuschnee zu bauen.

- Stellt Berechnungen an, wie lange es vermutlich dauern wird, bis die einzelnen Schneemänner in den Gärten weggeschmolzen sind. Ändert dann eure getroffenen Annahmen ab und beobachtet, inwiefern sich die entsprechenden Schmelzraten ändern.

### 3.10 Schwedenbombe – Schaumgenuss im Schokoguss



Ein Freund von dir ist gelernter Patissier und plant sich selbstständig zu machen. Er möchte eine Schokothek eröffnen. Neben diversen ausgefallenen Schokoladearten

überlegt er die von ihm kreierte Schwedenbombe „Schaumgenuss im Schokoguss“ in sein Sortiment aufzunehmen. Das Besondere seiner neu entwickelten Schwedenbombe ist, dass sie passend zur Jahreszeit unterschiedlich gefüllt ist:

Frühling: Rosenschaum

Sommer: Erdbeerschaum

Herbst: Apfel-/Birnenschaum

Winter: Zimt-/Orangenschaum

Da dein Freund die Produktionskosten für die Schwedenbomben möglichst gering halten möchte, versucht er herauszufinden, wie er die Maße für die Süßigkeit am besten wählen soll. Er weiß, dass er beim Schokoladeüberzug auf eine sehr hohe Qualität achten muss, um seine potentielle Kundenschicht zufriedenstellen zu können. Deshalb soll die Oberfläche der Schwedenbombe, die mit der teuren Schokolade überzogen wird möglichst dünn sein. Da das Produkt deines Freundes zu teuer ist, hat er mit Absatzschwierigkeiten zu kämpfen.

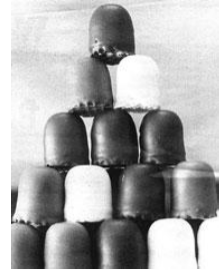


Abbildung 3-10

- Überlege dir Möglichkeiten, wie dein Freund den finanziellen Engpass abwenden kann und finde eine geeignete Berechnungsmethode, um die Kosten der Schwedenbombe zu kalkulieren.

### 3.11 Tischelfmeter – oder Wie viel Mathematik braucht ein Wettbüro bzw. Wettende?



Auf einem Tisch werden 2 Tore (durch Stifte, Bücher o.ä.) aufgestellt. Abwechselnd versuchen nun zwei Spieler/innen als „Elfmeterschützen“ einen „Ball“ von ihrem Tor ins andere Tor zu befördern. Es gibt keinen Torwart! Gespielt wird nach den Regeln für ein Elfmeterschießen, d. h. ist die Anzahl der Treffer nach einem Spiel gleich, wird so lange gespielt, bis eine Entscheidung fällt. Organisiert ein entsprechendes „Turnier“ mit mindestens zwei Wettbüros.



Abbildung 3-11

- Ziel ist es, eine Simulation zu (Sport-)Wetten zu erstellen, um zu erkennen, welche Auswirkungen Wetten für alle Beteiligten (Wettbüros, Wettende, ...) haben kann.

## 4 BEOBACHTUNGEN UND EVALUATION

### 4.1 Forschungsinteresse

Wie schon in Abschnitt 1.3 erläutert, interessieren mich bei diesem Projekt zwei Fragen ganz besonders:

- Einmal interessiere ich mich für die Art, wie Schüler/innen an die gestellten Probleme herangehen und sie zu lösen versuchen. Das konnte ich natürlich nicht bei allen 76 Teilnehmer/innen beobachten, ich beschränke mich hier auf das Beobachten zweier Gruppen – siehe Abschnitt 4.2.
- Das zweite Frage für mich war herauszufinden, wie sehr diese doch vollkommen andere Art des Unterrichtens und miteinander Arbeitens auf die Schüler/innen motivierend wirkt, und ob diese Motivation auch für ihr zukünftiges Interesse am Mathematikunterricht etwas bringen wird - siehe Abschnitte 4.3 und 4.4.

Außerdem wollte ich die allgemeine Zufriedenheit aller beteiligten Schüler/innen über das Projekt herausfinden – deshalb teilte ich in allen vier Klassen nach Abschluss des Projektes einen Fragebogen mit Fragen über das Projekt und den Unterschied Projektunterricht – „normaler“ Unterricht aus (siehe Abschnitt 4.3).

### 4.2 Beobachtung der Vorgehensweise anhand zweier Beispiele

#### 4.2.1 Gruppe 1: Planetensystem

Ausgehend von der Meldung „12. Februar 18604: alle Planeten mit Ausnahme von Pluto stehen innerhalb eines Winkels von 11.1 Grad ...“ waren unter anderem folgenden Fragen zu beantworten:

- Wie oft stehen Merkur und Venus hintereinander? Wie oft Merkur, Venus, Erde? Und alle 8 Planeten?

Die erste Idee der Gruppe war, das kleinste gemeinsame Vielfache der Umlaufzeiten der Planetenbahnen auszurechnen. Die Schüler merkten jedoch bald, dass dies zu keinem sinnvollen Ergebnis führt, da man nur berechnet, wann die Planeten wieder an der genau *gleichen* Position sind, aber nicht die anderen Möglichkeiten, wann sie hintereinander stehen könnten. Die Werte, die bei dieser Methode herauskamen waren im wahrsten Sinne des Wortes astronomisch hoch.

Bei der folgenden Internetrecherche fanden die Schüler eine Formel, wann jeweils 2 Planeten hintereinanderstehen, mit dieser merkten sie dann, dass ihre Methode nicht richtig sein konnte, und die Ergebnisse weitaus niedriger ausfallen sollten.

Der nächste Versuch der Gruppe war, in einer Excel Tabelle ausgehend von den Geschwindigkeiten der Planeten die Position berechnen zu lassen. In jeder Zeile wurde jeweils für Merkur, Venus, Erde Mars für jeden Tag die neue Position berechnet und dann die Differenzen dieser Positionen. Für die inneren Planeten hat diese Methode sogar ungefähr funktioniert, für die äußeren Planeten hat Excel aber nicht genügend Zeilen zur Verfügung gestellt – die Schüler waren an der Grenze von Excel angelangt. Ein weiteres Problem stellte der Planet Merkur dar, der sich viel schneller als die anderen Planeten bewegt, deshalb müsste man hier noch kürzere



Zeiträume als einen Tag verwenden – wodurch die Grenze von Excel noch schneller erreicht ist.

Die nächste gute Idee lies nicht lange auf sich warten: Die Sinuskurven der Umlaufbahnen wurden gezeichnet – das Argument der Gruppe war, dass dort, wo sich alle drei Sinuskurven in einem Punkt treffen, die Planeten in einer Linie stehen. Für die drei innersten Planeten sieht man das auch an der Folie ihrer Präsentation. Die Ergebnisse kann man in der Graphik zwar nicht exakt ablesen, die Schnittpunkte waren auch beim Zoomen nicht genau ablesbar, aber als erste Abschätzung ist die Methode auf jeden Fall geeignet.

Als letztes zeichneten die Schüler die Positionswinkel der Planeten. Diese ergeben als Graph eine Gerade, die Punkte, an denen sich diese schneiden sind die Punkte, an denen die Planeten hintereinanderstehen. Die Zeiten für Merkur und Venus konnten wiederum exakt ermittelt werden, für alle vier Planeten war die Zeitspanne wiederum zu groß.

Mir hat bei dieser Gruppe gefallen, wie viele verschiedene Lösungsmethoden sie einfach ausprobiert haben. Die Schüler haben ihre Ideen mit der Wirklichkeit verglichen, sie wieder verworfen und wieder etwas Neues probiert. Auch wenn sie für die äußeren Planeten und für die entsprechend langen Zeitspannen keine exakte Lösung gefunden haben, haben sie den Kern des Problems erkannt und sehr gute einfache Lösungsstrategien entwickelt.

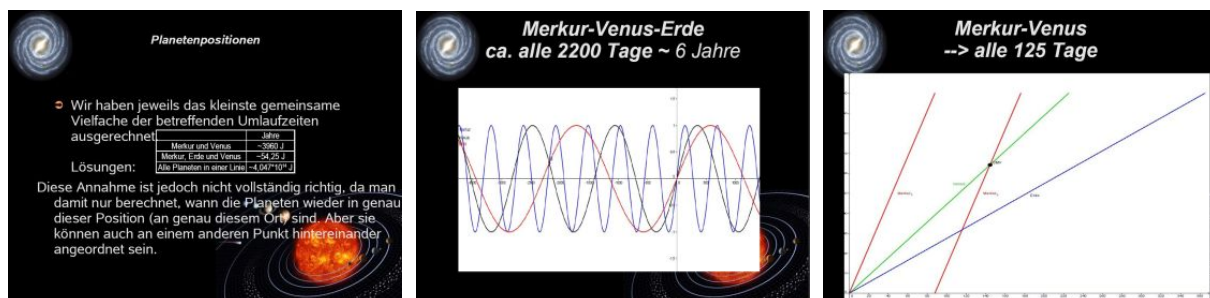


Abbildung 4-1: Drei Folien aus der Präsentation der Gruppe „Planetensystem“

## 4.2.2 Gruppe 2: Ein neues Design für Schwedenbomben

Eine Gruppe von Schülerinnen wählte das Problem mit den Schwedenbomben (siehe Kapitel 3.10). Als ersten wogen sie „echte“ Schwedenbomben ab und berechneten, wie viel Volumen und Oberfläche / Schokoladenfläche diese haben.

In der Problemstellung war ja eigentlich eine Extremwertaufgabe zu lösen – minimale Oberfläche bei maximalem Volumen. Das interessante daran war allerdings, dass zum Zeitpunkt des Projektes (Mitte Dezember) noch keine der Schülerinnen jemals etwas von einer Extremwertaufgabe gehört hatte. Wir Lehrer waren schon gespannt, wie die Schülerinnen dieses Problem angehen würden, unsere Idee war, dass man mit Hilfe einer Excel – Tabelle für verschiedene Radien und Höhen die entsprechenden Oberflächen und Volumina berechnen kann und sich dann eine günstige Größe auswählt.




Abbildung 4-2: Wie schwer ist eine Schwedenbombe?

Die Schülerinnen kamen aber gar nicht auf die Idee, das Problem mathematisch zu



lösen – sie versuchten einen Lösungsweg, der glaube ich der kaufmännischen Realität weit eher entspricht: Sie designten eine pyramidenförmige Schwedenbombe mit gleicher Höhe – diese hat natürlich viel weniger Volumen wie eine herkömmliche Schwedenbombe, man sieht es ihr nach Argumentation der Schülerinnen aber nicht an, weil sie gleich hoch ist (und die Konsumenten sowieso nie lesen würden, was kleingedruckt auf den Packungen steht).

Laut Angabe ist aber die Schokoladenhülle viel teurer als die Fülle, und das Verhältnis Oberfläche zu Volumen ist bei der Pyramide viel schlechter als bei der herkömmlichen Form der Schwedenbombe. Erst im Laufe des 2. Tages bemerkten die Schülerinnen diese Tatsache und verwarfen von da an diesen Lösungsansatz komplett. Sie blieben bei der herkömmlichen Form der Schwedenbomben und beschäftigten sich von da an nur mehr mit kaufmännischen Gesichtspunkten (Wie viele Schwedenbomben werden verkauft? Wie viel kosten Hülle und Fülle? Wie groß ist der Gewinn pro Schwedenbombe?...) Hier die ersten drei Folien (von insgesamt sechs) der Präsentation. Die eigentlich neue Idee der pyramidenförmigen Schwedenbombe haben die Schülerinnen nur kurz erwähnt und für die weiteren Berechnungen nicht mehr berücksichtigt, obwohl sie sich den ganzen ersten Tag damit beschäftigt haben

<p style="text-align: center;"><b>Schwedenbombe</b></p>  <p style="text-align: center;">Problem: Kosten senken und trotzdem hochwertige Produkte herstellen</p>	<p style="text-align: center;"><b>Realmodell</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idee: Schwedenbombenpyramiden:</li> <li>• Sind optisch gleich groß (gleiche Höhe) wie die üblichen Schwedenbomben</li> <li>• Jedoch wird weniger Schaum und weniger Schokolade verwendet, da Oberfläche und Volumen kleiner sind</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>mathematisches Modell:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich des Volumens  <math>V = 54,5 \text{ cm}^3</math>  <math>V_p = 26,6 \text{ cm}^3</math></li> <li>• und des Mantels  <math>M = 50 \text{ cm}^2</math>  <math>M_p = 40 \text{ cm}^2</math></li> </ul>
--	---	--

**Abbildung 4-3: Folien der Präsentation "Schwedenbombe"**

### 4.3 Evaluation der Fragebögen zum Projekt

Am Mittwoch nach dem Projekt habe ich in allen siebten Klassen kurze Fragebögen zum Projekt ausgeteilt, mit denen ich den Unterschied des Projektunterrichts zum normalen Unterricht in Bezug auf Gefallen und „Ich habe wichtiges gelernt“ untersuchen wollte. Der Fragebogen hatte neun geschlossene und eine offene Frage. Die Fragen habe ich Großteils aus dem *Projektbericht Begleitforschung des IMST-Fonds*<sup>6</sup> übernommen:

#### Kurzfragebogen zum Projekt „Modellieren“

**Klasse:**

**Geschlecht:**

O w

O m

	Stimmt überhaupt nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt teils/teils	Stimmt eher	Stimmt völlig
	1	2	3	4	5
1. Ich interessiere mich für die Dinge, die wir im Projekt bearbeitet haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Der Unterricht während des Projektes hat mir Spaß gemacht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Beim Projekt habe ich mir Sorgen gemacht, dass es für mich schwierig wird.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Beim Lösen von Aufgaben im Projekt wurde ich ganz nervös.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich finde den Unterricht, wie er normalerweise stattfindet, gut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich fand den Unterricht während des Projektes gut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich lerne in Mathematikunterricht etwas, das für mich sehr wichtig ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich habe im Projektunterricht etwas gelernt, das für mich sehr wichtig ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Was ich sonst noch sagen möchte .....

68 Fragebögen erhielt ich ausgefüllt zurück und wertete diese statistisch aus (Rohdaten siehe Anhang). Hier nur einige charakteristische und für mich interessante Ergebnisse:

#### 4.3.1 Allgemeine statistische Kennzahlen

Alle 9 Items konnte mit den Zahlen 1 („stimmt überhaupt nicht“) bis 5 („stimmt völlig“) bewertet werden – siehe oben.

<sup>6</sup> Vgl. Andreiz I. u. a., 2007, Seiten 6, 7, 13, 14

Die größte Zustimmung gab es zu den Items 2 („*Der Unterricht während des Projektes hat mir Spaß gemacht*“) und 6 („*Ich fand den Unterricht während des Projektes gut*“). Das arithmetische Mittel betrug hier 3,8 bzw. 3,9, bei einer doch relativ großen Standardabweichung von 1,0 bzw. 1,1.

Die geringste Zustimmung gab es bei Item Nr. 4 („*Beim Lösen von Aufgaben im Projekt wurde ich ganz nervös*“): arithmetisches Mittel = 1,4 bei einer Standardabweichung von 0,8. 47 Schüler/innen lehnten diesen Satz vollkommen ab, nur 2 stimmten völlig zu, stimmt eher wurde von niemandem angekreuzt.

Die größte Standardabweichung – hier waren sich die Schüler/innen also am wenigsten einig – gab es bei Satz Nr. 9 („*Ich habe im Projektunterricht etwas gelernt, das für mich sehr wichtig ist*“) – sie liegt bei 1,2. 9 Schüler/innen (13%) stimmten diesem Satz völlig zu, 8 (11 %) lehnten ihn völlig ab.

### 4.3.2 Unterschiede zwischen den Geschlechtern:

Wie schon zuvor erwähnt, war der erste Unterschied zwischen Mädchen und Burschen, dass sich nur Mädchengruppen für das kaufmännische Problem mit den Schwedenbomben und für das Problem mit dem Treibhauseffekt interessierten, für das Experimente gemacht werden mussten. Vor allem die Schülerinnen, welche die Experimente durchführten waren dann auch mit der größten Begeisterung bei der Sache.



Abbildung 4-4: Vorbereitungen für den Versuchsaufbau

Als nächstes interessierte es mich, ob Mädchen oder Burschen die Fragen unterschiedlich beantwortet haben. 39 Fragebögen wurden von Mädchen beantwortet, 23 von Burschen, auf 6 Fragebögen war leider kein Geschlecht angegeben.

Ich betrachtete bei allen Fragen den Mittelwert der angekreuzten Werte getrennt. Interessanterweise zeigte sich nur bei zwei Fragen ein Unterschied zwischen den Geschlechtern, der für mich signifikant war (das heißt hier: Der Unterschied der Mittelwerte ist größer als 0,5).

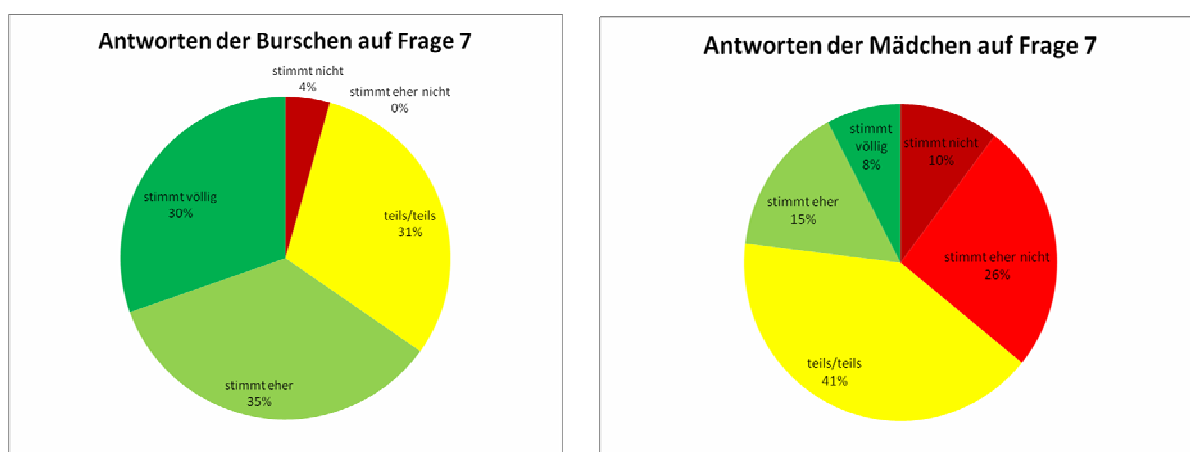


Abbildung 4-5: "Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht" - Unterschiede zwischen den Geschlechtern

Am deutlichsten war der Unterschied zwischen Mädchen und Burschen bei der Frage Nr. 7 („*Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht*“): Nur ein Bursche (4%) lehnt diesen Satz völlig ab, keiner lehnt ihn teilweise ab. 15 Burschen stimmen ganz

oder eher zu, das sind 65%. Von den Mädchen sagen 10%, dass dieser Satz nicht stimmt, 25% meinen, dass er eher nicht stimmt. Die Zustimmung („stimmt völlig“ oder „stimmt eher“) zum Satz „*Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht*“ liegt nur bei 22%.

Auch bei Aussage Nr. 8 („*Ich lerne im Mathematikunterricht etwas, das für mich wichtig ist*“), gab es einen leichten Unterschied zwischen den Geschlechtern. Hier lag der Mittelwert der Antworten bei den Burschen bei 3,0, bei den Mädchen nur bei 2,5 – tendenziell ist also das Gefühl der Burschen, im Mathematikunterricht etwas Wichtiges zu lernen, etwas größer.

Die von mir befragte Stichprobe war sehr klein, ich finde dieses Ergebnis aber dennoch sehr interessant: Mir fiel beim Lesen der Pisastudie auf, dass Österreich eines jeder OECD Länder „ohne statistisch signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede bei den Mathematikleistungen insgesamt.“ ist.<sup>7</sup> Dies entspricht auch meiner Erfahrung als Lehrerin.

Interessant ist für mich nun die Frage, warum bei meiner Umfrage gerade bei den Fragen „*Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht*“ und „*Ich lerne im Mathematikunterricht etwas, das für mich wichtig ist*“, die Burschen viel mehr von sich überzeugt sind. Vielleicht kann ich mich in einem zukünftigen Projekt einmal mit diesem fehlenden Selbstbewusstsein, die sich laut meiner Interpretation hier widerspiegelt, genauer beschäftigen.

Bei allen anderen Fragen gab es wie schon erwähnt keine Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern.

### 4.3.3 Interessante Korrelationen

Interessiert haben mich Zusammenhänge zwischen den Items – so zum Beispiel: Hängen die Aussage Nr. 5 („*Ich finde den Unterricht, wie er normalerweise stattfindet, gut*“) und die Aussage Nr. 6 („*Ich fand den Unterricht während des Projektes gut*“) zusammen?

Herausgekommen ist ein sehr eindeutiger Zusammenhang: Bei fast allen Fragebögen ist die Zustimmung zur Frage 6 höher.

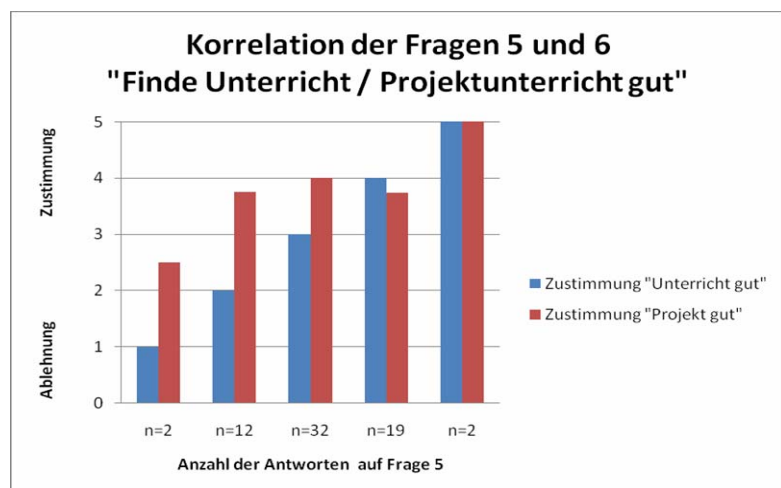


Abbildung 4-6: Korrelationen zwischen Gefallen am Unterricht und am Projektunterricht

Besonders signifikant ist der Unterschied bei jenen, die den normalen Unterricht nicht gut finden (denjenigen, die bei Item Nummer 5 „1“ angekreuzt haben). Ihre Ablehnung des Projektunterrichtes war nicht ganz so groß – es wurde einmal die „2“ und einmal die „3“ angekreuzt. Bei allen anderen war die Zustimmung zum Satz, dass der Projektunterricht gut war, im Mittelwert deutlich über „3“. Im Diagramm sieht man deutlich, dass bei fast allen der Projektunterricht besser abschneidet als der Regel-

<sup>7</sup> ebd. S. 17

unterricht. Nur bei fünf Fragebögen war die Zustimmung zu Item 5 geringer als die Zustimmung zu Item 6.

Ich habe dieses Faktum in meiner Klasse besprochen, die Erklärungen der Schüler/innen waren, dass das Arbeiten ohne Stundeneinteilung und Schulglocke so angenehm waren, dass es interessanter war, mit schulfremden Personen zu arbeiten, dass es einmal etwas anderes war. (Die Antwort, dass das Arbeiten ohne Notendruck besser war, kam interessanterweise nie.)

Ein weiterer interessanter Zusammenhang ist die Tatsache, dass diejenigen, die das Projekt interessant fanden, auch meinten, dass sie im Projekt etwas Wichtiges gelernt haben. Schüler/innen, die das Projekt uninteressant fanden, glaubten auch nicht daran, etwas Wichtiges gelernt zu haben.

Interpretation der Schüler/innen war hier, dass diejenigen, die sich nicht für Mathematik und Naturwissenschaften interessieren, auch im späteren Leben nie etwas machen wollten, wo sie diese Dinge brauchen werden.

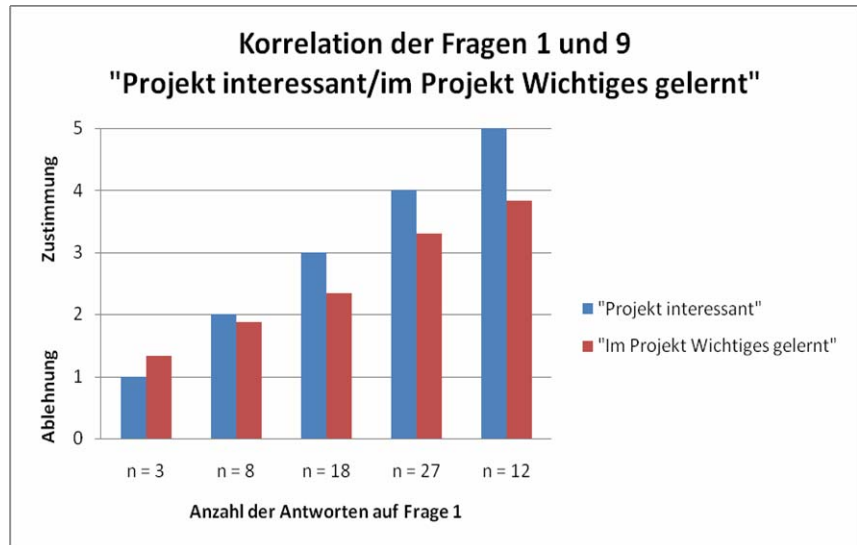


Abbildung 4-7: Korrelationen zwischen Interesse und "habe wichtiges gelernt"

#### 4.3.4 Kommentare der Schüler/innen zum Projekt

Hier kurz und unkommentiert die Anmerkungen der Schüler/innen auf den Fragebögen unter „Was ich sonst noch sagen möchte...“

„Schule könnte so schön sein .... Warum machen wir das nicht immer so?“

„Die Lehrer sollten sich besser auf die Themen vorbereiten“

„Die Arbeitszeit pro Tag im Projekt war zu lange“

„Bin dafür, dass so etwas wieder gemacht wird“ (2x)

„Wofür war das alles?“

„Es war sehr interessant und lehrreich für mich. Würde es gerne noch einmal machen“

„Vielen Dank für das Projekt!“

„Es war total super und ich würde es heuer gerne noch einmal machen!“

„Aller Anfang ist schwer“

## 4.4 Bezug zur OECD/Pisastudie

Was mir beim Lesen der Pisastudie auffiel, ist dass Österreich eines jeder OECD Länder „ohne statistisch signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede bei den Mathematikleistungen insgesamt.“ ist.<sup>8</sup> Dies entspricht auch meiner Erfahrung als Lehrerin.

Interessant ist für mich nun die Frage, warum bei meiner Umfrage gerade bei den Fragen „Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht“ und „Ich lerne im Mathematikunterricht etwas, das für mich wichtig ist“, die Burschen viel mehr von sich überzeugt sind (vergleiche voriger Abschnitt). Vielleicht kann ich mich in einem zukünftigen Projekt einmal mit diesem fehlenden Selbstbewusstsein, die sich laut meiner Interpretation hier widerspiegelt, genauer beschäftigen.

## 4.5 Evaluation der Fragebögen zum Thema Motivation

Wie schon in der Einleitung erwähnt, war für mich ein wesentliches Ziel in diesem Schuljahr, mehr Begeisterung für Mathematik und naturwissenschaftliche Fächer zu wecken und die Motivation, sich mit Mathematik zu beschäftigen, zu erhöhen. Ich habe im Oktober – also sechs Wochen vor dem Projekt – in meiner Klasse den Kurzfragebogen über Motivation ausgeteilt und die Schüler gebeten, ihn auszufüllen. Dieser Fragebogen stammt aus „Motivationsförderung im Unterricht“ von F. Müller u. a.<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> ebd. S. 17

<sup>9</sup> F. Müller, I. Andreitz & A. Fussi (2009), S. 22

## Kurzfragebogen zur Motivation im Mathematikunterricht

Klasse: 7D

Geschlecht:                      O w                      O m

Ich lerne in diesem Fach, ...		Stimmt über- haupt nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt teils/teils	Stimmt eher	Stimmt völlig
		1	2	3	4	5
1.	... weil ich neue Dinge lernen möchte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.	... weil ich es genieße, mich mit diesem Fach auseinanderzusetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.	... weil ich gerne Aufgaben aus diesem Fach löse.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.	... weil ich gerne über Dinge dieses Fachs nachdenke.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.	... weil ich sonst schlechte Noten bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.	... weil ich es einfach lernen muss.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.	... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.	... weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Auswertung des Oktober-Fragebogens:** Das erste Mal befragte ich die Schüler/innen meiner siebten Klasse im Oktober. Hier kurz einige statistische Eckdaten:

- 18 (von 19) Schüler/innen haben den Fragebogen ausgefüllt.
- Die größte Zustimmung gab es zur Aussage Nr. 5 („Ich lerne, weil ich sonst schlechte Noten bekomme“) mit einem Mittelwert von 4,0(!).
- Die größte Ablehnung erhob ich bei den Aussagen Nr. 4 („Ich lerne, weil ich gerne über Dinge dieses Faches nachdenke“) und 7 („Ich lerne, weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme“) – mit einem Mittelwert von jeweils 1,8.

Die Punkte 1 – 4 beziehen sich auf intrinsische Motivation, die Punkte 5 – 8 auf extrinsische Motivation. Summiert man bei jedem Fragebogen die Fragen 1 – 4 und teilt diese Summe durch 4, so erhält man eine Kennzahl für die intrinsische Motivation (und analog für die Fragen 5 – 8).

- Im Mittel ist die extrinsische Motivation der Schüler/innen größer als die intrinsische (arithmetisches Mittel der extrinsischen Motivation = 3,0 im Gegensatz zu einem Mittelwert von 2,2 bei der intrinsischen Motivation).
- Nur bei 4 (3 männlich, 1 weiblich) von 18 Fragebögen (das sind 22%) war der Wert bei der intrinsischen Motivation größer als der Wert bei der extrinsischen Motivation.

- Geschlechterspezifische Unterschiede: Die Mittelwerte der Kennzahlen für die intrinsische Motivation sind bei beiden Geschlechtern fast gleich, die Mittelwerte für die extrinsische Motivation sind bei den Mädchen allerdings etwas höher (3,1 zu 2,8 bei den Burschen).

Dies ist kein Ergebnis, mit dem ich zufrieden bin, ich hätte es aber in etwa auch so eingeschätzt und es entsprach auch dem Stimmungsbild in der Klasse im letzten Schuljahr sowie im Herbst dieses Schuljahres.

**Auswertung des Juni-Fragebogens:** Im Juni bat ich die Schüler/innen meiner siebten Klasse nochmals denselben Fragebogen auszufüllen. Hier nun die Auswertung des zweiten Fragebogens:

- 15 (von 19) Schüler/innen haben den Fragebogen ausgefüllt.
- Die größte Zustimmung gab es wieder zu Aussage Nr. 5 („*Ich lerne, weil ich sonst schlechte Noten bekomme*“), der Mittelwert ist allerdings jetzt nur mehr 3,5.
- Die größte Ablehnung ergibt sich beim Satz Nr. 7 („*Ich lerne, weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme*“) mit einem Mittelwert von 2,1.

Bei diesen Daten hat sich also im Vergleich zum Herbst wenig geändert. Ich war allerdings (sehr positiv) überrascht, als ich die Kennzahlen für die intrinsische und extrinsische Motivation verglich:

- Der Unterschied zwischen den beiden Kennzahlen ist im Klassenmittel praktisch verschwunden. Der Mittelwert der Kennzahlen für die intrinsische Motivation stieg auf 2,65, der Mittelwert für die extrinsische Motivation sank auf 2,75.
- Bei der Juni-Umfrage war schon bei 6 von 15 Fragebögen (40%) die Kennzahl für die intrinsische Motivation größer als die der extrinsischen Motivation.
- Geschlechtsspezifische Unterschiede: Bei den Mädchen hat sich wenig geändert – die Kennzahl der extrinsischen Motivation sank auf 2,9, die Kennzahl für die intrinsische Motivation stieg auf 2,4. Bei den Burschen ist der Unterschied zum Oktober deutlicher: Der Wert für die intrinsische Motivation stieg auf 2,9 und ist nun erstmals höher als der Wert für die extrinsische Motivation (=2,6).

Von den sechs Fragebögen, bei denen die Werte für die extrinsische Motivation höher waren, war nur einer von einem Mädchen, 5 waren von Burschen.

Warum vor allem die intrinsische Motivation vom Herbst bis zum Juni doch deutlich angestiegen ist, kann ich nicht genau erklären. Ich weiß natürlich, dass die Stichprobe zu klein ist, um wirklich relevante Aussagen treffen zu können. Außerdem spielen sicherlich auch noch viele andere Faktoren (Erste Umfrage bald nach den Sommerferien, die zweite gerade während des größten Prüfungsstressses,...) eine Rolle.

Vielleicht hat mein Bemühen im gesamten Schuljahr, auch im „normalen“ Unterricht häufiger in Teams und Gruppen zu arbeiten und neue (vielleicht interessantere) Beispiele zu finden ein bisschen dazu beigetragen. Leider konnte ich nur einen Teil meiner Ideen verwirklichen, weil wie immer zu wenig Zeit war und so wie jedes Jahr die Erfüllung des Lehrplanes, Probleme, die man als Klassenvorstand lösen sollte, Prüfen, sonstige Schulveranstaltungen .... sehr viel Zeit in Anspruch nahmen.

Ein Wehmutstropfen ist, dass die Steigerung der Motivation bei den Mädchen nicht so gut funktioniert hat wie bei den Burschen, und das bei einem ohnehin schon et-



was höherem Ausgangswert bei den Burschen. An diesem Punkt muss man sicherlich noch arbeiten, aber eine kleine Steigerung ist schließlich auch eine Verbesserung.

Trotzdem freut mich das Ergebnis sehr, vor allem da ich es nicht erwartet habe.

## 5 RESÜMEE

Für mich ist dieses Projekt sehr erfolgreich verlaufen. Ich war nicht nur am Abend nach den beiden anstrengenden Projekttagen sehr zufrieden mit allem – als Organisator hat man ja immer ein bisschen Bauchweh, ob alles klappen wird. Das Feedback, das ich von allen Seiten (Universitätsmitarbeitern, Kolleg/innen, Schüler/innen, Direktor) bekam, war überwiegend sehr positiv. Toll fand ich, dass sich auch einige Eltern bei uns gemeldet haben, um uns mitzuteilen, dass sie von diesem Projekt begeistert waren. Sehr gefreut habe ich mich über das Angebot eines Vaters, der selbst technischer Physiker ist, bei einem eventuellen Folgeprojekt mitarbeiten zu wollen, wenn wir noch Leute bräuchten.

Zwar haben sicherlich etwa 10% aller Schüler/innen an diesen zwei Tagen nichts oder kaum etwas gearbeitet – aber dieser Prozentsatz ist beim normalen Unterricht wahrscheinlich noch höher.

Was mich auch sehr freut, ist das Ergebnis der zweiten Umfrage über die Motivation Mathematik zu lernen in meiner Klasse. Auch wenn ich weiß, dass das bessere Resultat sicherlich mehr als eine Ursache hat und das Problem der mangelnden Motivation ein sehr vielschichtiges ist, kann ich glaube ich mit gutem Gewissen behaupten, dass dieses Projekt zumindest ein kleiner Beitrag zu einer positiveren Einstellung zum Fach Mathematik und vielleicht auch den anderen naturwissenschaftlichen Fächern war.

## 6 LITERATUR

FRANKE, Marianne (2003). Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule. Heidelberg: Springer Verlag

MEDWEDEW, Olesja (2006): Förderung der Modellierungskompetenzen im Mathematikunterricht, Schriftliche Hausarbeit zur zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen; Studienseminar GHRV Verden,  
<http://www.nibis.de/~nealon/lektionen/mags/modellieren/index.htm>

ANDREITZ I., HANFSTINGL, B. & MÜLLER, F. H. (2007). Projektbericht Begleitforschung des IMST-Fonds der Schuljahre 2004/05 und 2005/06;  
[http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2008/2847\\_718\\_IUS\\_Forschungsbericht\\_2.pdf](http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2008/2847_718_IUS_Forschungsbericht_2.pdf)

MÜLLER, F. H., ANDREITZ I. & FUSSE Angelika (2009). Motivationsförderung im Unterricht: Zwischen Utopie und Machbarem; In K. Krainer, B. Hanfstingl & S. Zehetmeier (Hrsg.), Fragen zur Schule – Antworten aus Theorie und Praxis (S. 31-49). Innsbruck: Studienverlag.

Erste Ergebnisse von Pisa 2003 Kurzzusammenfassung:

<http://www.oecd.org/dataoecd/16/52/35888923.pdf>

# ANHANG

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1-1: Graphische Darstellung des Modellierungsprozesses.....	1
Abbildung 2-1: Wir bereiten uns vor .....	1
Abbildung 2-2: Vorstellung der Themen .....	1
Abbildung 3-1 .....	1
Abbildung 3-2 .....	1
Abbildung 3-3 .....	1
Abbildung 3-4 .....	1
Abbildung 3-5 .....	1
Abbildung 3-6 .....	1
Abbildung 3-7 .....	1
Abbildung 3-8 .....	1
Abbildung 3-9 .....	1
Abbildung 3-10 .....	1
Abbildung 3-11 .....	1
Abbildung 4-1: Drei Folien aus der Präsentation der Gruppe „Planetensystem“ .....	1
Abbildung 4-2: Wie schwer ist eine Schwedenbombe? .....	1
Abbildung 4-3: Folien der Präsentation "Schwedenbombe" .....	1
Abbildung 4-4: Vorbereitungen für den Versuchsaufbau .....	1
Abbildung 4-5: "Mir fallen naturwissenschaftliche Fächer leicht" - Unterschiede zwischen den Geschlechtern.....	1
Abbildung 4-6: Korrelationen zwischen Gefallen am Unterricht und am Projektunterricht .....	1
Abbildung 4-7: Korrelationen zwischen Interesse und "habe wichtiges gelernt" .....	1

## Rohdaten der Fragebögen

Rohdaten und einige statistische Kennzahlen der Fragebogen zum Projekt (siehe Abschnitt 4.3), Bedeutung der Fragen und der Antworten (1 – 5) siehe dort, leere Felder stehen für keine Antwort;

Nr.	Klasse	Geschlecht	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9
1.	7B	w	4	5	3	1	3	5	4	3	3
2.	7B	m	3	4	1	1	4	4	3	3	2
3.	7B	w	4	4	3	2	3	4	4	3	2
4.	7B	w	2	4	4	1	3	4	3	1	1
5.	7B	w	4	5	3	1	3	4	4	2	4
6.	7B	w	5	5	3		3	5	3	3	4
7.	7C	w	2	3	4	3	4	2	3	3	2
8.	7B	w	5	5	1	1	5	5	4	3	4
9.	7D	w	4	5	2	1	2	5	3	2	2
10.		w	3	2	2	2	4	2	3	3	4
11.			5	5	3	2	3	5	2	2	2
12.			4	4	1	1	3	4	4	3	3
13.	7C	m	4	5	2	2	4	5	4	4	5
14.	7B	w	3	2	1	5	4	1	1	1	1
15.	7B	w	2	4	3	2	3	4	2	3	3
16.	7B	w	2	4	3	2	4	3	2	2	1
17.	7D	m	4	4	2	1	3	5	5	4	3
18.	7D	m	3	4	3	1	4	5	3	3	2
19.	7C	m	3	4	2	1	3	5	4	3	3
20.	7D	w	2	1	1	1	3	4	2	2	2
21.	7D	w	2	3	3	2	3	2	5	2	2
22.	7D	w	3	5	2	1	4	5	4	2	2
23.	7D		1	3	1	1	3	3	3	3	1
24.	7D	m	4	4	2	1	1	4	3	2	4
25.	7D	m	4	4	1	1	3	5	5	2	3
26.	7D	m	1	2	3	1	2	1	1	1	1
27.	7C	w	1	3	5	3	3	3	3	3	2
28.	7A	w	3	4	3	2	4	3	2	4	2
29.	7B	w	2	3	5	1	4	4	3	3	3
30.		m	4	4	1	3	3	2	5	3	3
31.	7D	w	3	4	1	1	3	5	3	2	2
32.	7D	w	3	4	1	1	2	4	5	2	4
33.	7B	w	2	4	1	1	2	3	1	1	1
34.	7D	w	3	3	2	1	3	5	3	3	2
35.	7D	w	4	4	1	1	3	4	3	3	4
36.		m	4	3	2	1	4	3	5	4	3
37.	7B	w	3	4	1	1	3	3	2	2	2
38.	7B	m	4	5	2	1	2	5	3	3	2
39.			3	4	3	1	4	4	3	3	3
40.		w	3	2	2	1		3	2	3	2

41.		w	5	5	3	1	4	5	3	2	5
42.	7B	w	3	4	2	1	3	4	2	2	2
43.	7B	w	4	5	2	1	3	5	2	3	4
44.		m	4	4	2	1	3	3	5	3	3
45.	7B		5	4	3	1	2	4	4	2	3
46.	7B	w	4	4	3	1	2	4	2	1	5
47.	7A	w	5	5	1	1	2	5	5	3	5
48.	7A	m	3	1	5	5	1	1	3	1	1
49.	7A	w	4	2	3	1	2	3	2	3	5
50.	7C	m	4	4	2	2	3	5	5	4	3
51.	7C	m	5	4	3	1	3	5	4	1	4
52.	7C	m	5	5	2	1	4	5	4	3	5
53.	7B	w	5	5	1	1	5	5	3	4	5
54.		m	4	3	2	2	3	3	4	3	3
55.		w	5	4	5	2	3	4	1	3	2
56.	7A	w	4	5	2	1	3	4	3	3	5
57.	7C	m	4	4	1	1	4	4	4	4	4
58.	7B	w	4	2	5	3	3	1	1	2	3
59.	7B		5	3	1	1	2	4	4	1	5
60.	7C	m	3	4	1	1	4	4	4	3	4
61.	7C	m	4	4	3	2	4	4	3	4	3
62.	7C	m	4	4	2	1	2	4	3	2	1
63.	7C	w	3	5	2	2	3	5	4	2	2
64.	7B	m	5	4	2	1	4	4	5	5	2
65.	7B	w	3	3	4	2	2	3	3	2	2
66.	7B	w	4	4	3	1	3	4	3	2	3
67.	7B	m	4	5	3	1	4	4	4	3	2
68.	7B	w	4	4	3	1	3	4	3	3	4

### Statistische Kennzahlen:

	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9
<b>Summe</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
<b>Antwort 1</b>	3	2	18	47	2	4	5	8	8
<b>Antwort 2</b>	8	6	21	14	12	4	11	20	22
<b>Antwort 3</b>	18	10	21	4	32	12	25	31	17
<b>Antwort 4</b>	27	33	3	0	19	26	17	8	12
<b>Antwort 5</b>	12	17	5	2	2	22	10	1	9

<b>arithm Mittel</b>	3,54412	3,8382	2,3529	1,4478	3,1045	3,85294	3,2353	2,6176	2,8824
<b>Standardabw.</b>	1,04928	0,9943	1,1345	0,8514	0,831	1,11493	1,113	0,8916	1,2191
<b>Median</b>	4	4	2	1	3	4	3	3	3
<b>Modus</b>	4	4	3	1	3	4	3	3	2

**Rohdaten und arithmetische Mittelwerte der Fragebögen zur Motivation:** (siehe Abschnitt 4.4), Bedeutung der Fragen und der Antworten (1 – 5) siehe dort, leere Felder stehen für keine Antwort;

**Antworten im Oktober:**

Klasse	Geschl.	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Intrin-sische Motiv.	Extrin-sische Motiv.	Differenz
7D	m	2	3	2	2	4	4	1	3	2,25	3	0,75
7D	m	1	1	2	1	5	5	4	5	1,25	4,75	3,5
7D	m	2	2	1	1	3	5	3	2	1,5	3,25	1,75
7D	m	2	2	2	2	5	5	1	3	2	3,5	1,5
7D	m	3	5	4	4	1	1	1	1	4	1	-3
7D	m	2	2	1	3	3	1	1	2	2	1,75	-0,25
7D	m	4	3	3	2	4	3	3	2	3	3	0
7D	m	3	1	1	1	3	4	1	1	1,5	2,25	0,75
7D	w	3	3	4	2	4	2	1	1	3	2	-1
7D	w	3	2	3	2	5	4	2	4	2,5	3,75	1,25
7D	w	1	1	2	1	5	4	3	2	1,25	3,5	2,25
7D	w	3	2	2	2	5	4	2	4	2,25	3,75	1,5
7D	w	2	2	3	1	5	5	3	2	2	3,75	1,75
7D	w	2	4	3	3	4	3	1	3	3	2,75	-0,25
7D	w	2	1	1	2	4	5	2	2	1,5	3,25	1,75
7D	w	1	2	1	2	2	2	1	1	1,5	1,5	0
7D	w	2	2	3	1	5	2	2	3	2	3	1
7D	w	2	3	3	1	5	5	1	3	2,25	3,5	1,25
<b>Mittelwerte</b>		<b>2,22</b>	<b>2,28</b>	<b>2,28</b>	<b>1,83</b>	<b>4,00</b>	<b>3,56</b>	<b>1,83</b>	<b>2,44</b>	<b>2,15</b>	<b>2,96</b>	

**Antworten im Juni:**

Klasse	Geschl.	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Intrin-sische Motiv.	Extrin-sische Motiv.	Differenz
7D	m	3	4	4	4	5	3	3	1	3,75	3	-0,75
7D	w	3	3	4	3	4	3	1	2	3,25	2,5	-0,75
7D	m	2	3	3	3	4	3	1	2	2,75	2,5	-0,25
7D	m	3	4	4	4	1	2	3	1	3,75	1,75	-2
7D	m	1	1	1	1	3	5	2	5	1	3,75	2,75
7D	w	2	3	3	2	4	3	1	2	2,5	2,5	0
7D	m	3	5	5	5	1	1	1	1	4,5	1	-3,5
7D	w	2	2	3	2	4	4	1	4	2,25	3,25	1
7D	m	3	1	2	3	3	3	3	1	2,25	2,5	0,25
7D	w	3	2	3	2	4	3	2	4	2,5	3,25	0,75
7D	w	2	1	3	1	3	4	4	2	1,75	3,25	1,5
7D	w	3	2	2	2	4	2	2	2	2,25	2,5	0,25
7D	w	2	1	3	2	4	4	3	2	2	3,25	1,25
7D	m	3	3	3	2	4	3	1	1	2,75	2,25	-0,5
7D	m	2	3	3	2	5	5	3	3	2,5	4	1,5
<b>Mittelwerte:</b>		<b>2,47</b>	<b>2,53</b>	<b>3,07</b>	<b>2,53</b>	<b>3,53</b>	<b>3,2</b>	<b>2,07</b>	<b>2,2</b>	<b>2,65</b>	<b>2,75</b>	