



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S 2 „Grundbildung und Standards“**

MPH6

**MATHEMATIK-PHYSIK IN DER 6. KLASSE
REALGYMNASIUM KOORDINIERT UNTERRICHTEN**

Gerhard Rath (Projektkoordination)

Waltraud Knechtl

**BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz
Institut für Physik der Universität Graz**

Graz, 2006

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| ABSTRACT | 3 |
| 1 EINLEITUNG | 4 |
| 1.1 Ausgangssituation..... | 4 |
| 1.2 Ziele, Methoden, Grundbildungsbezug..... | 4 |
| 1.3 Inhaltliche Bereiche..... | 6 |
| 1.4 Ablauf des Projekts | 7 |
| 2 KOORDINIERTE SEQUENZEN | 9 |
| 2.1 Größenordnungen/Zehnerpotenzen..... | 9 |
| 2.2 Potenzfunktion - 3. Kepler-Gesetz | 11 |
| 2.3 Logarithmen – Lautstärke, Abkühlungskurve | 12 |
| 2.4 Winkelfunktionen – Schwingungen und Wellen..... | 15 |
| 2.5 Der große Wagen in 3D – Vektoren | 17 |
| 3 EVALUATION | 19 |
| 3.1 Hypothesen..... | 19 |
| 3.2 Untersuchung 1 (Fragebogen) | 19 |
| 3.3 Untersuchung 2: Unterrichtsbeobachtung - Problemlösen | 22 |
| 3.4 Interviews | 26 |
| 4 RESÜMEE UND AUSBLICK | 29 |
| 5 LITERATUR | 30 |
| 6 ANHANG | 31 |
| 6.1 Lehrplanvergleich Mathematik-Physik | 31 |
| 6.2 Koordinierte Jahresplanung | 32 |
| 6.3 Größenordnungen in Raum und Zeit | 33 |
| 6.4 Xena könnte Pluto verdrängen | 34 |
| 6.5 Physlets zu Schwingungen und Wellen | 35 |
| 6.6 Der große Wagen in 3D | 36 |
| 6.7 Fragebogen | 39 |
| 6.8 Ergebnisse des Fragebogens | 40 |
| 6.9 Schülerbeispiele für Alltagsprobleme | 42 |
| 6.10 Transkript eines Interviews | 45 |

ABSTRACT

Unser Projekt hat zum Ziel, übergreifende Einstellungen und Kompetenzen der Schüler/innen durch permanente Koordination von Mathematik und Physik zu verbessern. Beispielhafte Unterrichtssequenzen zeigen Möglichkeiten der Lehrpläne zu abgestimmtem Vorgehen, in der 6. Klasse etwa zu den Themen Größenordnungen, Potenz-, Winkel- und Exponentialfunktionen, Logarithmen oder Statistik.

Neben der Wirksamkeit dieser Vorhaben wurde die fachspezifische Interessenslage einer 6. Klasse erhoben und daran anknüpfend das mathematisch-naturwissenschaftliche Problemlöseverhalten untersucht.

Schulstufe: 10
Fächer: Mathematik, Physik
Kontaktperson: Dr. Gerhard Rath (gerhard.rath@brgkepler.at)
Kontaktadresse: BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz
Webseiten <http://rath.brgkepler.at/imst/mph6>

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

Die beiden verwandten Fächer haben sich „auseinandergelebt“. In Inhalten und Methoden begründeten sie sich im Laufe des letzten Jahrhunderts immer stärker aus den zugehörigen Wissenschaften. Der Mathematikunterricht wurde axiomatisch und mengentheoretisch fundiert, der Physikunterricht wandte sich Experimenten und Anwendungen zu. Die Kluft in den Köpfen der Schüler/innen ist groß, eine Integration des Gelernten erfolgt normalerweise nicht, wie auch schon vorangegangene IMST-Projekte zeigen konnten (z.B. Ginzinger, Unterrainer 2005). Gerade im Sinne des Grundbildungskonzepts wäre eine solche aber dringend anzustreben, isoliertes Wissen ist nutzloses Wissen.

Daher versuchten wir bereits im Schuljahr 2004/05 im Rahmen des IMST-Projekts „MPh5“ den Unterricht aus Mathematik und Physik in zwei fünften Klassen des Realgymnasiums zu koordinieren (Knechtel, Rath 2005). Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus diesem Projekt veranlassten uns, die Idee weiterzuführen.

- Die Koordination überwand punktuell die Fächergrenzen und bewirkte bei den Schüler/innen Einsichten in Zusammenhänge und Wechselwirkungen
- Die Anwendbarkeit mathematischer Konzepte wurde verstärkt wahrgenommen, was das Erleben der Sinnhaftigkeit dieser Inhalte für Schüler/innen erhöhte
- Der Physikunterricht profitierte von der unmittelbarer Zugänglichkeit dieser mathematischen Verfahren für analytische oder rechentechnische Zwecke
- Das Bewusstsein der Schüler/innen gegenüber naturwissenschaftlich-mathematischen Problemen und Aufgabenstellungen – Interesse und Schwierigkeitsgrad betreffend – wurde geschärft.

Zusätzlich zu diesen Effekten für Schüler/innen ergaben sich für die beteiligten Lehrer/innen aufschlussreiche Einsichten in Inhalte, Strukturen und Arbeitsweisen des jeweils anderen Faches. Daher war es für uns klar, das Projekt in der 6. Klasse weiterzuführen, um die bisherigen Ergebnisse zu erweitern und zu vertiefen. Folgende Aspekte sollen allerdings neu hinzukommen bzw. modifiziert werden:

- Ein fächerübergreifendes Projekt der Schüler/innen
- Eine Erhebung über Interessen an den Fächern bzw. über spezifische Zugänge zu Aufgaben
- Problemlösetraining

1.2 Ziele, Methoden, Grundbildungsbezug

Unsere Hauptabsicht war, die oben beschriebene Kluft zwischen Mathematik und Physik punktuell zu überwinden, um dadurch positive Effekte für die Wirksamkeit beider Fächer im Sinne des Grundbildungskonzepts zu erzielen. Methodisch gingen wir zweigeteilt vor: Die Basis bildeten (meist kurze) fächerkoordinierte Sequenzen, die wir nach bewährtem Muster durchführten. Als zentralen gemeinsamen Kompetenzbereich sahen wir das Problemlösen, diesem war hauptsächlich die Evaluation gewidmet, die in der Folge zu Reflexion und Verbesserung des Problemlöseverhaltens führen sollte.

1.2.1 Ziele

- *Vertiefung der Einsicht in die Zusammenhänge zwischen beiden Fächern bzw. Wissenschaften und ihren Beiträgen zum Welt- und Alltagsverständnis*
- *Verbessern der Kompetenzen für Erkennen, Strukturieren und Lösen mathematisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen.*

1.2.2 Methoden

- *Erstellen und Durchführen von parallelen Sequenzen nach dem Modell des „Fächerkoordinierten Unterrichts“ (Häußler u.a. 1998, S. 44)*
- *Durchführung eines fächerübergreifenden Projekts*
- *Untersuchung über Fach- und Themeninteresse im Klassenvergleich (Fragebogen)*
- *Diagnose des Problembegriffes und -lösungsverhaltens (Unterrichtsbeobachtung)*
- *Darauf aufbauendes fächerübergreifendes Problemlösetraining*
- *Integration von Informationstechnologien für Datenauswertung und Simulationen*

1.2.3 Bezüge zum Grundbildungskonzept

Im Grundbildungskonzept vom IMST²-S1 heißt es:

„Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundbildung bedeutet, dass Menschen mit den grundlegenden Konzepten der Naturwissenschaften und der Mathematik vertraut sind.“ (Anton u.a.2004)

Die folgenden Konzepte bzw. Kompetenzen spielen sowohl in der Physik als auch in der Mathematik eine fundamentale Rolle, daher gehören sie nach unserer Ansicht zu grundbildungsrelevanten Inhalten des Unterrichts in diesen Fächern.

- *Fähigkeit zur Anwendung mathematischer Konzepte zur Modellierung und Simulation physikalischer Vorgänge und Objekte*
- *Denken in funktionalen Zusammenhängen*
- *Umgang mit Zehnerpotenzen und Größenordnungen*
- *Umformen und Interpretieren von Formeln*
- *Analysieren von Daten, Erstellen und Interpretieren von Diagrammen*
- *Räumliche Vorstellung – Orientierung, Gerichtetheit*
- *Statistische und Stochastische Grundvorstellungen und –techniken*

Um eine dauerhafte Integration in die Denkstrukturen der Schüler/innen zu erreichen, müssen diese Aspekte geübt und immer wieder in verschiedenen Kontexten angewendet werden. Daher sollen diese Kompetenzen bzw. Inhalte auch in den folgenden Jahren fächerkoordiniert wiederholt und vertieft werden.

Bezüge zu den Leitlinien

Inhaltlich lässt sich der stärkste Bezug zur Leitlinie „**Wissenschaftsverständnis**“ festmachen.

„Einsicht in naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten ist zu vermitteln. Weiters können die Fähigkeiten zur Abstraktion und Modellbildung geschult, fachsprachliche Kompetenzen erworben sowie fachspezifische Strukturen und Ordnungsprinzipien erkannt werden.“(Anton u.a. 2004)

Durch den deutlichen Wunsch der Schüler/innen nach realitätsnahen, anwendbaren Aufgaben kam im Verlauf des Projekts auch der Aspekt der **Alltagsbewältigung** stärker ins Spiel.

Methodisch zielt die fächerkoordinierte Vorgangsweise natürlich stark auf die Leitlinie „Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen“. Das ganze Projekt kann als eine Antwort auf folgende Frage des Grundbildungskonzepts gesehen werden:

„Wie gelingt die Nutzung fachübergreifender Kooperationen, um Inhalte gezielt unter verschiedenen Perspektiven zu bearbeiten und in ihrer möglichen Vielfalt zu akzeptieren?“(Anton u.a. 2004)

1.3 Inhaltliche Bereiche

Ein Vergleich der neuen Lehrpläne für Mathematik und Physik zeigt, dass sich bereits in den allgemeinen Teilen einige Parallelitäten finden.

So heißt es z.B. im Lehrplan für Mathematik:

Mathematik ist eine spezielle Form der Erfassung unserer Erfahrungswelt; sie ist eine spezifische Art, die Erscheinungen der Welt wahrzunehmen und durch Abstraktion zu verstehen; Mathematisierung eines realen Phänomens kann die Alltagserfahrung wesentlich vertiefen. (bm:bwk 2004)

Ganz ähnlich klingt ein Satz aus dem Lehrplan für Physik:

Mathematisierung als spezifische physikalische Arbeitsweise bedeutet das Durchlaufen verschiedener Stufen zunehmender Abstraktion von der Gegenstandsebene über bildliche, sprachliche und symbolische Ebenen zur formal-mathematischen Ebene. (bm:bwk 2004)

Die vollständige Gegenüberstellung findet sich im Anhang (-> Seite 31). Inhaltlich lassen sich für die 6. Klasse Realgymnasium vier Bereiche festmachen:

| Mathematik | Physik |
|--|---|
| Potenzen Logarithmus | Vertiefung Zehnerpotenzen; 3. Kepler-Gesetz Weber-Fechner'sches Gesetz, Lautstärke, dB |
| Folgen und Reihen Exponentialfunktion | Wachstums- und Abnahmeprozesse Gedämpfte Schwingung, Abkühlkurve |
| Trigonometrische Funktionen | Schwingungen und Wellen, Akustik |
| Stochastik | Auswertung von Messungen allgemein, Fehlerabschätzung, Mittelwert Statistische Mechanik - Gase |

1.4 Ablauf des Projekts

Da wir unser Projekt MPh5 beim IMST-StartUp in Graz (September 2005) im Rahmen eines Workshops präsentieren durften, hatten wir bereits zu Beginn des Schuljahres Konzepte und Materialien vorbereitet und koordiniert. Dazu gehörte insbesondere die abgestimmte Jahresplanung für zwei sechste Klassen (-> Anhang Seite 32). Eine davon musste jedoch wieder herausgenommen werden, da sie in diesem Jahr in Mathematik von einem Unterrichtspraktikanten unterrichtet wurde, somit blieb uns „nur“ die 6.a-Klasse. Andererseits konnten wir die beiden Klassen nunmehr besser für Vergleiche heranziehen.

Im Oktober fand im Retzhof die Jahrestagung der *Arbeitsgemeinschaft Physik* Steiermark statt. In diesem Rahmen hielt einer der Autoren (Gerhard Rath) einen Vortrag über die Koordination von Mathematik und Physik in der Sekundarstufe 2, wobei natürlich unsere Projekte vorgestellt wurden. Eine kurze Vorstellung erfolgte auch im Februar 2006 auf der Fortbildungswoche des *Vereins zur Förderung von Physik und Chemie in der Schule* in Wien.

1.4.1 Fächerkoordinierter Unterricht

Wir verwenden eine Art des koordinierenden Unterrichts, die wir bei einem vorangehenden IMST-Projekt (Knechtl, Rath 2004) entwickelt haben und die zum Ziel hat, mit relativ wenig Aufwand und weitgehend personenunabhängig durchführbar zu sein. Diese Organisationsform ermöglicht, immer wieder koordinierte Sequenzen bei passenden Themen anzusetzen und soll so den punktuellen Charakter gemeinsamer Projekte überschreiten und permanent Denkbarrieren überwinden helfen.



Die Systematik der beiden Fächer bleibt im Wesentlichen erhalten, es gibt aber immer wieder Themen bzw. Bereiche, wo aufeinander Bezug genommen wird.

Insgesamt wurden fünf parallele Sequenzen durchgeführt. Den Abschluss sollte ein fächerintegratives Projekt bilden, das wir als notwendige Ergänzung zu den koordinierten Stunden empfanden. Geplantes Thema: RANDOM SCIENCE – Statistik in den Naturwissenschaften. Leider konnte dieses Vorhaben aus Zeitmangel nicht mehr durchgeführt werden bzw. wäre zeitlich ganz an den Schulschluss gewandert, weshalb wir beschlossen, es zu Beginn des nächsten Schuljahres anzusetzen.

1.4.2 Evaluation/Problemlösen

Darauf lag der eigentliche Schwerpunkt in diesem Schuljahr – schließlich absolvierten wir zwei IMST-Workshops zum Thema Evaluation.

Ein Ergebnis der Untersuchungen des Vorgängerprojekts war, dass Schüler/innen unterschiedliche Einstellungen gegenüber Aufgaben haben: Für manche sind schwere, herausfordernde Aufgaben interessant, die Mehrheit bevorzugt jedoch leichtere Probleme. Unsere erste Annahme war: Hier zeigen sich die „guten“ und die „weniger guten“ Mathematiker. Diese Annahme sollte genauer untersucht werden, um in der Folge gezielte Hilfen für das Problemlöseverhalten anbieten zu können.

Auf dem ersten Evaluationsworkshop entwickelten wir einen Fragebogen, der die Interessen und Einstellungen der Schüler/innen gegenüber den Fächern und bestimmten Inhalten abfragte. Die Resultate zeigten ein differenzierteres Bild, als unserer ersten Annahme entsprach. Darauf aufbauend konfrontierten wir die Schüler/innen mit einer offenen Problemstellung. Ihr Lösungszugang wurde von Lehramtsstudent/innen Physik im Rahmen des „Schulpraktischen Seminar 2“ beobachtet und analysiert. Nach einer Einheit über naturwissenschaftliches Problemlösen wurde den Schüler/innen die Aufgabe gestellt, ein eigenes Problem aus ihrer Alltagswelt zu finden und naturwissenschaftlich/mathematisch zu behandeln.

Um punktuell mehr in die Tiefe zu kommen, führten wir gegen Ende des Schuljahres Interviews mit 5 Schüler/innen durch. Dabei ging es uns darum zu erfahren, wie bewusst ihnen die Versuche der Koordination eigentlich geworden waren und wie sie zu diesen stehen.

2 KOORDINIERTE SEQUENZEN

2.1 Größenordnungen/Zehnerpotenzen

Zu Beginn des Schuljahres wiederholten wir in beiden Fächern diese Thematik, da sich im Vorgängerprojekt bei etwa der Hälfte der Schüler Probleme in der längerfristigen Kompetenz im Umgang gezeigt hatten.

Ziele

- Kenntnis der Vorsilben (Abkürzungen) und einiger Beispiele aus den Bereichen Raum/Zeit
- Üben des Rechnens mit Zehnerpotenzen, Erweiterung auf gebrochene Exponenten
- Vergleich der Sinnhaftigkeit solcher Zahlen in Mathematik und Physik

Arbeitsblatt

Die (leere) Tabelle musste von den Schüler/innen unter Verwendung der Lehrbücher sowie Materialien des Vorjahres ausgefüllt werden (-> Anhang Seite 33)

| 10^{HOCH} | Vorsilbe | Beispiel: Länge (m) | Beispiel: Zeit (s) |
|--------------------|-------------|---|---|
| 10^{15} | Peta P | <i>Oortsche Wolke</i> | <i>30 Mio Jahre - Eiszeit</i> |
| 10^{12} | Tera T | <i>1 Lichtstunde</i> | <i>Halbwertszeit Plutonium</i> |
| 10^9 | Giga G | <i>Entfernung Mond - Erde</i> | <i>Leben</i> |
| 10^6 | Mega M | <i>Länge der Donau</i> | <i>Woche</i> |
| 10^3 | kilo k | <i>Berg</i> | <i>Viertel Stunde</i> |
| 10^0 | 1 | <i>Mensch</i> | <i>Herzschlag</i> |
| 10^{-3} | milli m | <i>Tröpfchen</i> | <i>Tausendstel sec. - Fotoblitz</i> |
| 10^{-6} | mikro μ | <i>Zellkern</i> | <i>PC Rechenaktion (MHz)</i> |
| 10^{-9} | nano n | <i>Moleküle</i> | <i>Lichtweg für 30 cm</i> |
| 10^{-12} | pico p | <i>Im Atom</i> | <i>Kurzlebige Elementarteilchen</i> |
| 10^{-15} | femto f | <i>Durchmesser Atomkern</i> | <i>Lichtschwingung</i> |
| Kleinste Werte | | $10^{-35}m$ Planck-Länge | $10^{-44}s$ Planck-Zeit |
| Größte Werte | | <i>Größe Kosmos: $10^{26} m$</i> | <i>Alter Kosmos: $10^{18} s$</i> |

Wie große Zehnerpotenzen sind physikalisch sinnvoll?

Für die Mathematik ist so etwas wie 10^{200} kein Problem, jeder Taschenrechner arbeitet von 10^{-99} bis 10^{+99} . Die Anzahl aller möglichen Wege, um 100 Städte abzufahren, liegt in der Größenordnung von 10^{158} .

In der Physik gibt es Grenzen der Sinnhaftigkeit solcher Zahlen, und zwar unabhängig vom verwendeten Einheitensystem. Zum Beispiel:

Die geschätzte Zahl aller Elementarteilchen im Kosmos beträgt 10^{87} . Größere Zahlen haben bezüglich materieller physikalischer Objekte keinen Sinn, mehr kann es nicht geben. Daran ändert auch eine gewisse Unsicherheit dieser Schätzung nichts: Wenn es 100 mal so viele Teilchen wären, betrüge die Zahl 10^{89} .

Gibt es „absolute“ Zahlen?

Einheitenunabhängige Zahlen können nur Verhältnisse sein. Die Angabe von Alter und Größe des Universums in m bzw. s benutzt willkürliche Einheiten, daher haben Zahlen wie 10^{26} m keine absolute Bedeutung. Setzen wir sie in Beziehung zu den kleinsten (quantenphysikalisch) sinnvollen Längen bzw. Zeiten, so kommen wir an tatsächliche physikalische Grenzen.

Das Alter des Universums wäre etwa 10^{62} Planck-Zeiten, seine Größe bei 10^{61} Planck-Längen. Die größten sinnvollen Längen/Zeit-Angaben liegen also bei etwa 10^{60} . (Philosophische Frage: Sind diese Zahlen bereits in der Natur gegeben?)

Analyse der Verständnisprobleme der Schüler/innen

Die im letzten Schuljahr bemerkten Schwierigkeiten vieler Schüler/innen mit dem Konzept der Größenordnungen bzw. mit dem Umgang mit großen und kleinen Zahlen waren heuer zwar in geringerem, aber noch deutlich wahrnehmbarem Ausmaß vorhanden. Ein bemerkenswertes Buch half uns, diese Probleme besser zu verstehen (Spitzer 2002). Unter der Überschrift „Genau rechnen versus grob schätzen“ (S. 260) führt der Neuropsychologe Spitzer aus, dass das menschliche Gehirn über zwei unterschiedliche Formen der Repräsentation von Zahlen verfügt, „...zum einen diskret und sprachlich und zum anderen approximativ und räumlich“ (S. 267).

Der Mathematikunterricht sollte sich um die Integration beider Zugangsweisen bemühen. „In der Praxis des Mathematikunterrichts neigen wir hingegen dazu, jeweils einzelne Regeln und Verfahren zu lernen, ohne sie mit anderem in Verbindung zu setzen.“ (S. 267), meint Spitzer weiter.

Daraus lässt sich zweierlei schließen:

1. Ein Teil der Schüler/innen hat nach wie vor Probleme mit der zweiten (entwicklungsgeschichtlich älteren) Art der Repräsentation von Zahlen
2. Gerade für diese Schüler/innen ist das Training dieses Zugangs besonders wichtig. Dieser ist aber gerade ein Hauptziel unserer Koordination, da ja im Physikunterricht häufig und gezielt mit Näherungen und Größenordnungen gearbeitet wird.

2.2 Potenzfunktion - 3. Kepler-Gesetz

Im Rahmen der Astronomie wurden im Physikunterricht Leben und Leistungen J. Keplers erarbeitet (unter Einsatz unseres "Keplerraums": www.keplerraum.at). Zeitgleich wurde in Mathematik als Einstieg in Reelle Funktionen die Potenzfunktion mit gebrochenen (rationalen) Exponenten behandelt.

Dieser Unterricht endete mit einer koordinierten Einheit (je eine Stunde aus Physik und Mathematik)

Unterrichtsskizze: J. Kepler: Planetengesetze

Ziel: Das 3. Keplersche Gesetz als Beispiel für gebrochene Exponenten auf unser Sonnensystem rechnerisch anwenden können

Zum 3. Planetengesetz

Kepler suchte nach Zusammenhängen zwischen den **Geschwindigkeiten** der Planeten und ihren **Abständen**. Grundsätzlich werden sie nach außen hin immer langsamer. Er war überzeugt, dass die antreibende Wirkung von der Sonne ausging – daher die Abschwächung.

Zu seiner Enttäuschung fand er einen Zusammenhang hoch $2/3$. Vergleicht man jeweils zwei Planeten, so gilt: Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich zueinander wie die Kuben der Abstände (großen Halbachsen).

Bedeutung: Mit einer einzigen Abstandsmessung kann man (aus den gut beobachtbaren Umlaufzeiten) alle anderen Abstände ausrechnen. Auch ohne absoluten Abstand ergeben sich relative Verhältnisse – so lässt sich sofort ein Modell des Sonnensystems errechnen.

Das Gesetz gilt für jede Zentralbewegung, z.B. auch für Satelliten um die Erde, Doppelsterne oder extrasolare Planetensysteme.

Mathematik

Vervollständige diese Tabelle

| Name des Planeten | Bahnradius a (in AE) | Umlaufzeit t_u (in Tagen) |
|-------------------|----------------------|-----------------------------|
| Merkur | | 87 |
| Venus | | 227 |
| Erde | | 365 |
| Mars | | 690 |

Arbeitsaufträge:

1. Die Art des funktionalen Zusammenhangs erkennt man besonders gut am Graphen im Koordinatensystem. Zeichne den Graphen der Funktion!
2. Welche Eigenschaften des Graphen sprechen gegen eine Funktionsgleichung der Form $t_u = k \cdot a$?
3. Welche Eigenschaften des Graphen lassen eine Funktionsgleichung der Form $t_u = k \cdot a^2$ oder $t_u = k \cdot a^3$ vermuten?
4. Erweitere die Tabelle um Spalten für die Quotienten t_u/a ; t_u/a^2 ; t_u/a^3 und $t_u/a^{3/2}$.
Wie kann man an den Werten für die Quotienten erkennen, dass die Funktionsgleichung $t_u = a^{3/2}$ den Sachverhalt besonders gut darstellt?
5. Formuliere das 3. Keplersche Gesetz in Worten!
6. Welche Aussagen kannst du über Definitionsmenge und Wertemenge machen?
Welche Bedingung muss die Basis a erfüllen?

Physik

Danach wurde in Physik der Aufbau des Sonnensystems wiederholt und anhand eines aktuellen Artikels die Frage nach der derzeitigen sinnvollen Zahl von Planeten diskutiert.

Artikel: Xena könnte Pluto verdrängen

(-> Anhang, S. 34)

Fragen: Gibt es nun 9 oder 10 Planeten – oder gar nur 8? Begründe deine Meinung!
Berechne aus der gegebenen Umlaufdauer die Entfernung dieses Objekts!

2.3 Logarithmen – Lautstärke, Abkühlungskurve

Wo kommen in der Natur logarithmische bzw. exponentielle Verläufe vor, oder genauer: Welche Vorgänge oder Phänomene lassen sich mit diesen Funktionen modellieren?

Eine Aufgabe für die Schüler war, nach solchen Problemen in ihren Schulbüchern zu suchen. Ein „Aha-Erlebnis“ für viele war die Erkenntnis, dass die gut bekannten Größenordnungs-Skalen (in Zehnerpotenzen) logarithmische Skalen sind. Zwei Aspekte wurden in Physik und Mathematik herausgegriffen.

2.3.1 Lautstärke - dB

Die Unterrichtsskizze beschreibt Erklärungen sowie Messungen von dB-Werten durch Schüler in Physik und darauf aufbauende Rechnungen in Mathematik.

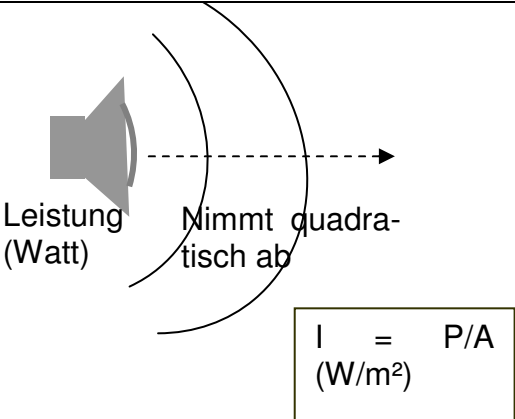

Physik

Thema: *Wie misst man Lärm?*

Ziele

- Kenntnis des Weber-Fechnerschen Gesetzes, Def. Intensität, Lautstärke, Einheiten
- Verständnis des Zusammenhangs Quelle (Leistung, Intensität) – Ohr (Lautstärke)
- Nennen einiger Beispiele für dB-Werte (Hörschwelle, Schmerzgrenze)
- Messen von Schallpegeln

Input

| Physikalische Seite: Die Schallquelle | Subjektive (menschliche) Seite: Lautstärkeempfindung |
|---|--|
| Siehe Buch (Jaros u.a.) S. 105 | Buch S. 106: Weber-Fechner Gesetz. Interpretiere das Diagramm! |
|  |  |

| | |
|--|--|
| Die Leistung der Schallquelle verteilt sich im Raum auf Kugelflächen - > Quadratische Abnahme der Intensität | $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (bei 1000 Hz) |
| Beispiele für Quellenleistungen: S. 105 | Definition der Lautstärke: $L = 10 \lg I / I_0$ Einheit: dB (Dezibel) s. Buch; Beispiele: S.106 |
| z.B: $I = 10^{-6} \text{ W/m}^2$ | $L = 10 \lg 10^{-6}/10^{-12} = 60 \text{ dB}$ |

Messung

Aufgabe: Messt mit Schallpegelmessgeräten die db(A)-Werte verschiedener Geräusche und Töne, jeweils in 1 m Entfernung (Reden, Glocke....); vergleicht mit Tabelle im Buch S. 106

Mathematik

Aufg. 3.153 S. 145 (Geretschläger u.a.)

Rechnungen mit den gemessenen dB-Werten.

z.B: Welche Schalleistung strahlt die Pausenglocke ab?

Wie steigt die Lautstärke, wenn mehrere Maschinen im Werkraum zugleich laufen?

2.3.2 Abkühlungskurve

In Physik wurden in Gruppen Abkühlungskurven aufgenommen. Diese Daten wurden in Mathematik bzw. Informatik mit EXCEL ausgewertet.

Physik

Thema: *Wie kühlt sich heißer Tee ab? Ab wann könnte man ihn trinken?*

Ziele

- Diskutieren von Temperaturwerten im Alltag
- Messung der T-Abnahme, grafische Darstellung im Protokoll

Diskussion

Welche Temperaturen haben für uns im Alltag welche Bedeutung? Wie heiß/kalt können wir trinken? Welche Temperatur soll Kaffee haben, welche Bier, Cola? Wie heiß ist ein Bad? Was heißt Kochen, Backen, Grillen...

Input

Temperatur: Physikalische Grundgröße. Einheit °C (Definition)

Messung

Messung der Temperaturabnahme von heißem Wasser. Ca. 0,2 l heißes Wasser wird jede Minute gemessen, möglichst lange. Diagramm mitzeichnen: T/t (Einzelprotokolle).

Damit man starke Abnahmen erhält, empfiehlt es sich, das heiße Wasser in einen großen Behälter mit kaltem Wasser zu stellen. Auch dessen Temperatur ist zu messen (eventuell ihr Durchschnitt, falls sie sich erhöht) – auf diese Temperatur hin fällt die Kurve ab. Wesentlich ist auch definiertes Rühren des Wassers während der Messung.

Mathematik

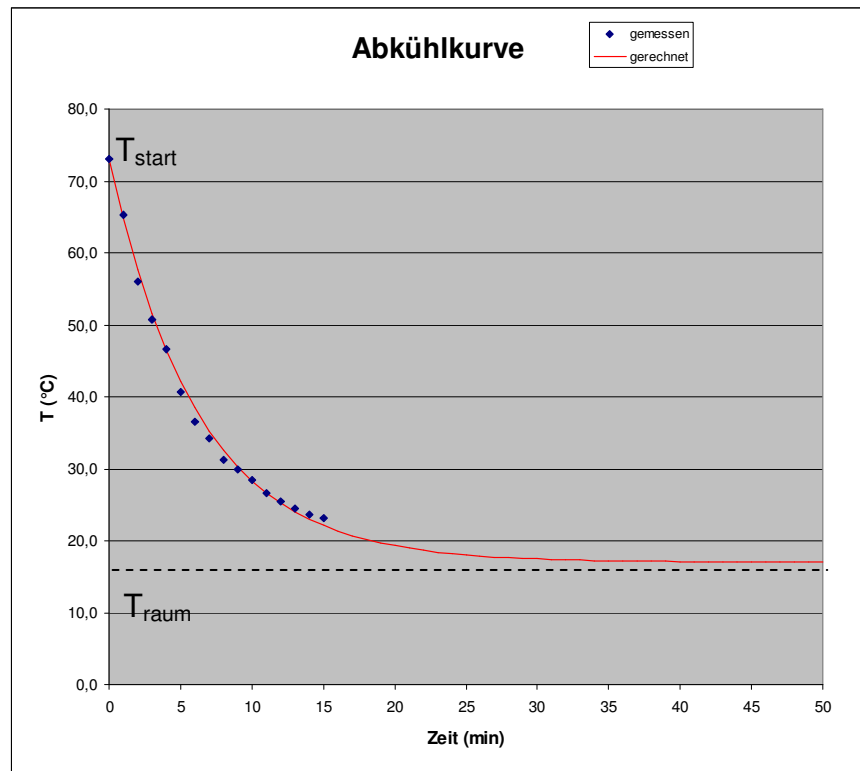
Versuch einer Modellierung der Messkurve aus Physik mit einer e-Funktion.

$$T: t \rightarrow T_{\text{raum}} + T_{\text{start}} \cdot e^{-\lambda t}$$

Bestimmt die Abkühlkonstante!

Eventuell Aufg. 3.62 S. 123

Die Modellierung ist auch in EXCEL möglich.



2.3.3 Geometrische Folgen und Reihen - der hüpfende Ball

Als Beispiel für geometrische Reihen wird im Mathematik-Lehrbuch (Geretschläger u.a. S. 31) der hüpfende Ball angeführt und an einem (theoretischen) Beispiel durchgerechnet. Hier wird jedoch nur die Abnahme der Sprunghöhe berücksichtigt.

Wir führten in Physik tatsächliche Messungen an Bällen (Tischtennis- und Hüpfbälle) im Schülerversuch durch. Aufgabe für die Schüler/innen war, möglichst genau die Abnahme der Höhe zu messen. Das schöne an diesem Versuch ist jedoch, dass man die geometrische Reihe auch hört, denn auch die Zeit nimmt nach einer geometrischen Reihe ab. Als zweite Aufgabe mussten also die Zeiten gemessen werden.

Auswertung

Die ersten Auswertungen erfolgten am Computer. Die Daten wurden in EXCEL eingegeben und aus ihnen mehrere Diagramme erstellt:

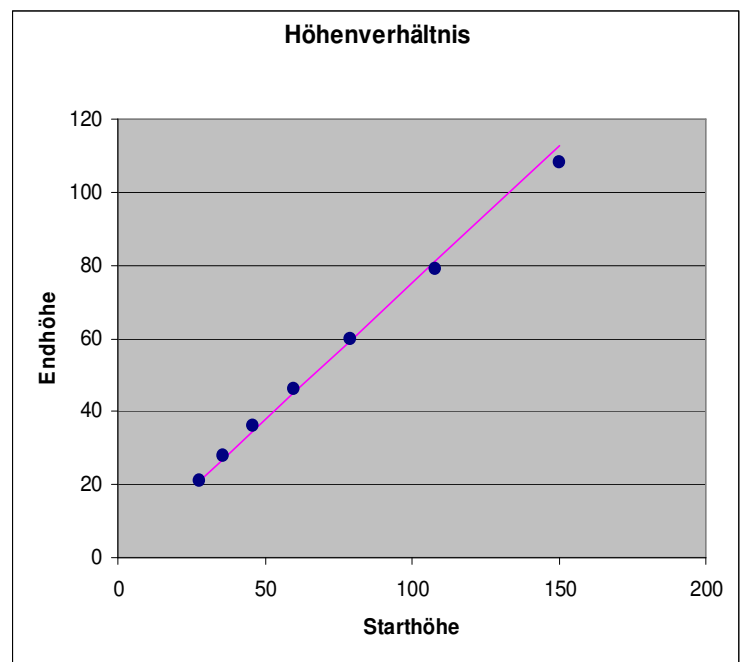
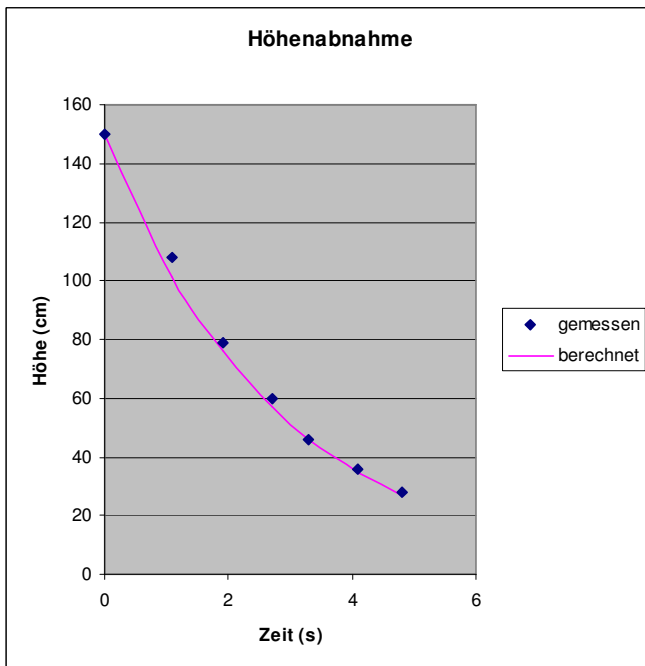
- Höhe/Zeit
- Höhe/Höhe (h_n/h_{n+1})
- Zeit/Zeit (t_n/t_{n+1})

Die letzten beiden Diagramme zeigen im Idealfall lineare Verläufe.

In einer Mathematikstunde wurden die Daten bzw. die PC-Diagramme interpretiert und weiter ausgewertet:

- Was zeigen die konstanten Höhen- bzw. Zeitverhältnisse?

- Wie groß sind die Quotienten von geometrischen Folgen, die am besten als Modell für die Daten passen?
- Wie hängen die Quotienten von Höhen und Zeiten zusammen?



2.4 Winkelfunktionen – Schwingungen und Wellen

2.4.1 Messungen an Pendeln

Vorbereitend zur Darstellung von Schwingungen und Wellen durch Weg-Zeit-Diagramme (für harmonische Schwingungen: Sinusfunktion) wurden in Physik Messungen an Feder- und Fadenpendeln im Schülerversuch durchgeführt.

Versuch 1

Nach einer Aufgabe aus dem Mathematik-Lehrbuch (Geretschläger, S...) wurde in Anlehnung an die Untersuchung des Hüpfenden Balles die Abnahme der Amplitude eines Fadenpendels bestimmt.

Erkenntnisse:

Im Gegensatz zum Ball nimmt die Amplitude einer Schwingung sehr langsam ab, allerdings lässt sich die Abnahme ebenfalls mit einer geometrischen Folge modellieren.

Die Dauer der Schwingung nimmt überhaupt nicht ab – sie ist unabhängig von der Amplitude.

Versuch 2

Von welchen Variablen hängt die Schwingungsdauer eines Fadenpendels (wie) ab?

Ergebnisse:

Die Schwingungsdauer ist von der Masse unabhängig. Grund: Die Schwingung ist eine Art Fallbewegung, an ihr wird deutlich sichtbar, dass verschieden schwere Gegenstände im Idealfall gleich schnell fallen.

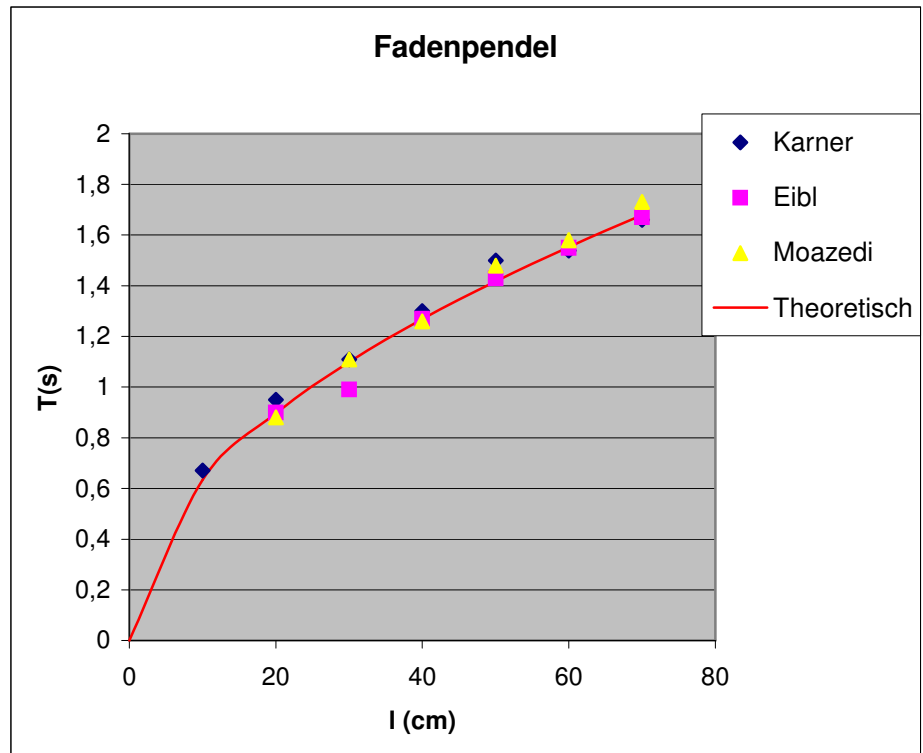
Die Schwingungsdauer hängt von der Fadenlänge ab. Man erkennt, dass der Zusammenhang nicht linear ist.

Weitere Auswertung:

Eine Theorie des Fadenpendels (Lehrbuch Jaros S. 70) ergibt die Formel $T = 2\pi \cdot \sqrt{l/g}$ (g : Schwerebeschleunigung).

Vergleichen eure Messdaten mit dieser Formel! Wie sieht der Funktionsgraph $T-l$ aus?

Die Abbildung zeigt Messwerte von 4 Schülergruppen im Vergleich zur gerechneten Kurve.



Versuch 3

Messungen am Federpendel

In offenerer Aufgabenstellung wurden entsprechende Messungen am Federpendel durchgeführt:

Wovon hängt die Schwingungsdauer (wie?) ab?

Vergleichen die Messwerte mit gerechneten (Theorie des Fadenpendels: Jaros S. 69).

2.4.2 Winkelfunktionen

Nach dem Mathematik-Lehrbuch (Geretschläger S. 146) wurden Sinus und Cosinus über die gedachte Projektion einer Kreisbewegung eingeführt. Parallel dazu benutzten wir diverse „Physlets“, kleine Java-Programme, um diesen Zusammenhang zu veranschaulichen. Gerade hier macht die Simulation am Computer die mathematische Modellierung von Bewegungen verständlicher, da sie diese dynamisch zeigt.

www.schulphysik.de/java/physlet/applets/pendel2.html vergleicht die Schwingung eines Federpendels mit der Kreisbewegung sowie auch gleich mit der Projektion in Form eines dynamischen Weg-Zeit-Diagramms. Die Schüler/innen arbeiteten mit verschiedenen Physlets nach einem Arbeitsblatt (-> Anhang Seite 34)

Zu den Eigenschaften der Winkelfunktionen arbeiteten die Schüler/innen in 3 gemeinsamen Stunden mit einem fertigen Lernpfad:

www.geogebra.at/de/examples/fourier/Arbeitsblaetter/uebersicht.htm

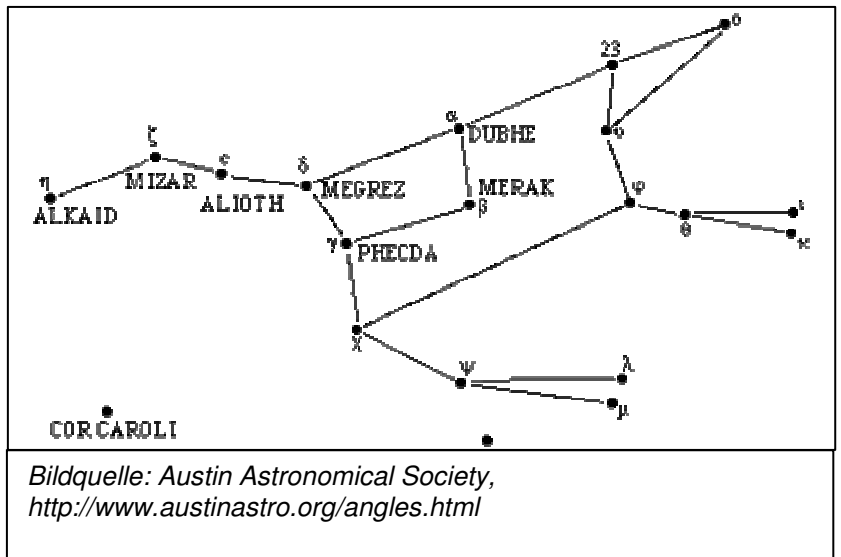
Diese GeoGebra-Anwendung ermöglicht die Erforschung von Winkelfunktionen mit mehreren Sinnen: Zusätzlich zur den interaktiven Diagrammen werden diese als Töne interpretiert und abgespielt. So wird der Zusammenhang der Überlagerung von Tönen mit der Addition von Sinusfunktionen unmittelbar einsichtig und „-hörig“.

Ergänzend dazu wurden im Physikunterricht Versuche zur Akustik gezeigt, etwa die Aufnahme von Schallsignalen mit dem Mikrophon und ihre Darstellung am Oszilloskop.

2.5 Der große Wagen in 3D – Vektoren

Die Analytische Geometrie des Raumes zeichnet sich weder im Lehrplan noch in unserem Lehrbuch durch eine Breite von Anwendungen aus. Um die gelernten Konzepte für Schüler/innen „greifbarer“ zu machen, befassten wir uns in einer kurzen koordinierten Sequenz mit dem bekannten Sternbild des Großen Wagens.

Es ist klar, dass die Winkelabstände der Sterne, wie sie uns von der Erde aus erscheinen, nicht mit ihren wirklichen Abständen im Raum übereinstimmen. Die Frage war also: Wie können wir aus gegebenen Winkeln sowie den Abständen zur Erde ein „räumliches“ Bild dieser Sterne gewinnen, das auch ihre tatsächlichen Entfernungen untereinander ergibt?



Unterrichtsskizze:

Nach einführender Problemdiskussion erhielten die Schüler/innen ein Arbeitsblatt (-> Anhang Seite 36), das folgende Tabelle enthielt:

| | Name | RA (hh:mm) | RA (°) | Dec (Grad) | Abstand D (Lj) |
|------------|--------|------------|--------|------------|----------------|
| α | Dubhe | 11:04 | | 61° 45' | 105 |
| β | Merak | 11:02 | | 56° 23' | 80 |
| γ | Phecda | 11:54 | | 53° 42' | 90 |
| δ | Megrez | 12:15 | | 57° 02' | 65 |
| ϵ | Alioth | 12:54 | | 55° 58' | 70 |
| ζ | Mizar | 13:24 | | 54° 55' | 88 |
| η | Alkaid | 13:48 | | 49° 19' | 210 |

Im Physikunterricht ging es darum, die astronomischen Koordinaten zu erklären sowie die Rektaszension von einer Zeit- in eine Winkelangabe umzurechnen. Die nächste Anforderung

war mathematischer Natur: Unter Anwendung der Winkelfunktionen sollten die Schüler/innen die Winkel (Polarkoordinaten) in Längen (Ortsvektoren) umrechnen.

In der Mathematikstunde wurde diese Umrechnung in allgemeine Formeln gefasst. Aus den Koordinaten der Sterne konnten dann durch Vektor-Subtraktion die tatsächlichen Abstände der Sterne im Raum gerechnet werden (Lösungsblatt im Anhang).

Zu dieser Einheit angeregt wurden wir durch einen Artikel in der Zeitschrift „The physics teacher“ (Kuo, Bichner 2006). Die Autoren schildern dort die Darstellung des Großen Wagens am PC in 3-D– dies gelang uns mangels entsprechender Software nicht.

3 EVALUATION

Unsere Grundfrage lautete: Was bringt den Schüler/innen das koordinierte Unterrichten von Mathematik und Physik? Sie ließ sich mit unserer kleinen Population natürlich nicht allgemeingültig beantworten, direkte (Vergleichs-) Untersuchungen schieden aus.

3.1 Hypothesen

Das koordinierte Unterrichten bringt...

höhere Einsicht in und Fähigkeit zur Mathematisierung der "Natur" (insbesondere physikalischer Phänomene und Prozesse)

stärkere Überzeugung über die Sinnhaftigkeit von mathematischen Modellierungen

Erkennen der Anwendbarkeit mathematischer Konzepte

3.2 Untersuchung 1: Fragebogen

Wir wollten herausfinden, ob die Schüler/innen signifikante Unterschiede in ihrer Rezeption bestimmter mathematischer Inhalte angeben, bezüglich **Interesse** und **Anwendbarkeit**. Dabei wurden zwei Themen abgefragt: Ungleichungen (wurde nur in Mathematik unterrichtet) und Logarithmen (wurde teilweise mit Physik koordiniert unterrichtet).

Weiters fragen wir nach **konkreten Anwendungen** für mathematische Gebiete, die bereits in der 5. Klasse unterrichtet worden waren - teilweise koordiniert, teilweise nicht. Damit wollten wir im Sinne der Nachhaltigkeit herausfinden, ob koordiniert unterrichtete Inhalte mehr Anwendungsbezüge bei Schülern hinterlassen als die restliche Mathematik.

(Fragebogen: -> Anhang Seite 39)

1. Wie groß ist dein **Interesse** an den folgenden Teilbereichen der Mathematik?

Bitte ankreuzen, Skala: 1 (sehr gering) – 6 (sehr groß)

Ungleichungen (1-6) - Logarithmen (1-6)

Begründung:

2. Wie schätzt du die **Anwendbarkeit**, die **Brauchbarkeit** dieser beiden Gebiete ein? (1: sehr gering – 6: sehr groß)

Ungleichungen (1-6) - Logarithmen (1-6)

Begründung:

3. Nenne möglichst viele **Anwendungen** für die genannten Teilgebiete der Mathematik

Vektoren
Lineare Funktion
Gleichungssysteme
Rechnen mit Potenzen
Winkelfunktionen

4. Wie groß ist dein **Interesse** an...? (1: sehr gering ... 6: sehr groß)

Mathematik: (1-6) -Physik: (1-6)

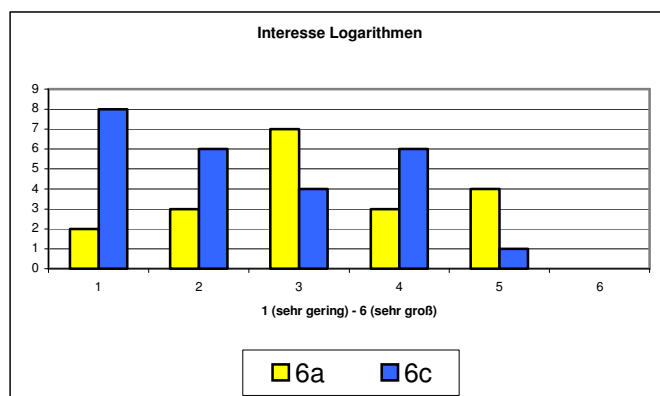
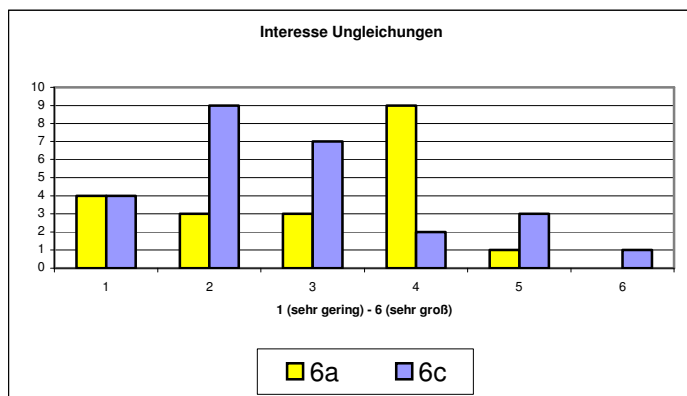
Ergebnisse

In der 6a Klasse (koordinierter Unterricht in Mathematik und Physik) und der Vergleichsklasse 6c wurde die Befragung durchgeführt und ausgewertet.

Interesse an Teilbereichen der Mathematik

| Klasse | Ungleichungen | Logarithmen |
|--------|---------------|-------------|
| 6.a | 3,00 | 3,15 |
| 6.c | 2,77 | 2,44 |

Innerhalb der 6a zeigte sich nur ein geringer Unterschied bezüglich des Interesses zwischen Ungleichungen und Logarithmen. Der durchschnittliche Wert lag aber in beiden Gebieten höher als in der 6c – bei den Logarithmen sogar deutlich. Das lässt vermuten, dass die Beschäftigung mit koordinierten Inhalten in beiden Fächern positiven Einfluss auf das Interesse an diesen Teilbereichen hat.



Anwendbarkeit der beiden Gebiete

| Klasse | Ungleichungen | Logarithmen |
|--------|---------------|-------------|
| 6.a | 2,95 | 3,65 |
| 6.c | 2,12 | 2,23 |

Die Anwendbarkeit dieser beiden Gebiete wurde in der 6c markant niedriger bewertet als in der 6a. Besonders hoch ist der Unterschied bei den Logarithmen. Die Brauchbarkeit der Logarithmen erscheint den SchülerInnen der 6a nach unserer Interpretation wichtiger, weil die theoretischen Grundlagen der Mathematik durch anwendungsbezogene Beispiele aus dem Bereich der Physik Sinn bekamen.

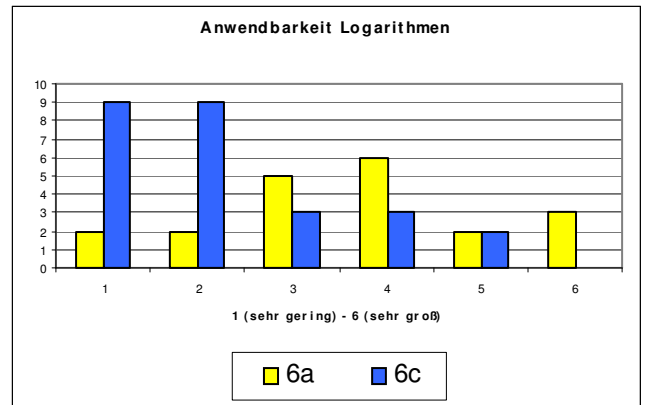
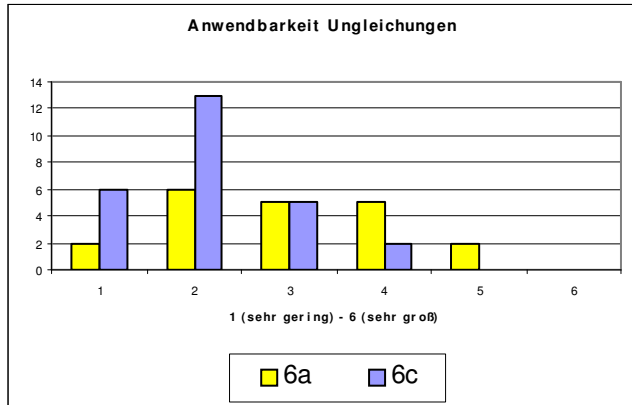
Als Begründung für die Anwendbarkeit der Logarithmen gab ein Schüler der 6a an:

„Logarithmen spielen in einigen Bereichen der Physik eine wichtige Rolle.“

Interessant hingegen zwei Begründungen von SchülerInnen der 6c:

„Ungleichungen und Logarithmen sind im Lehrstoff enthalten, man lernt sie, weil man laut Lehrplan muss und nicht braucht.“

„Braucht man im wirklichen Leben nicht, außer man wird Mathe-Lehrer.“



Anwendungen für Teilgebiete der Mathematik

Die Schüler/innen sollten möglichst viele Anwendungen aus den Bereichen Vektoren, lineare Funktionen, Gleichungssysteme, Rechnen mit Potenzen und Winkelfunktionen aufzählen. In der 6a konnte im Durchschnitt eine Anwendung genannt werden. In der 6c Klasse liegt der Mittelwert zum Teil deutlich unter 1!

Durchschnittliche Anzahl der genannten Anwendungen

| Klasse | Vektoren | Lineare Funktion | Gleichungssysteme | Potenzen | Winkelfunktionen |
|--------|----------|------------------|-------------------|----------|------------------|
| 6.a | 0,95 | 1,05 | 0,90 | 0,80 | 0,95 |
| 6.c | 0,85 | 0,54 | 0,19 | 0,73 | 0,81 |

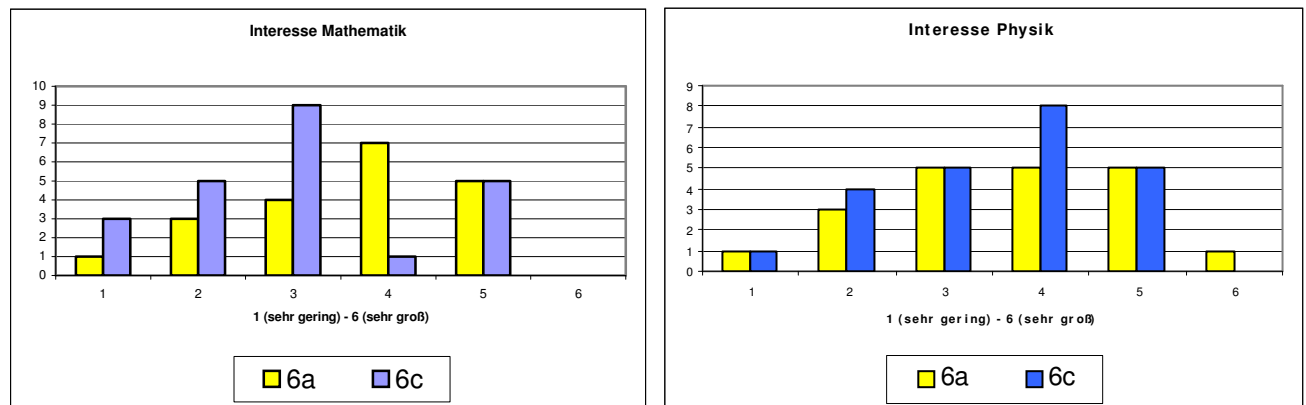
Das Ergebnis zeigt hier deutlich die Unterschiede zwischen den beiden Klassen. Bemerkenswert ist, dass die Schüler/innen der 6a **in allen Teilbereichen** mehr Anwendungen nannten. Diese Unterschiede führen wir zum Teil auf die koordinierten Unterrichtssequenzen zurück, denn die genannten Anwendungen der 6c Klasse stammten großteils aus dem vorigen Schuljahr (teilweise koordinierter Unterricht Mathematik – Physik).

Interesse an Mathematik (1: sehr gering – 6: sehr groß)

| Klasse | Mathematik | Physik |
|--------|------------|--------|
| 6.a | 3,60 | 3,65 |
| 6.c | 3,00 | 3,52 |

Das Fachinteresse war in beiden Fächern durchschnittlich. Das Interesse an Mathematik und Physik war in der 6c Klasse niedriger, insbesondere für Mathematik.

Der Mittelwert hat hier nur beschränkte Aussagekraft. Interessanter war für uns die Streuung der Werte, die für uns die Einteilung der Klassen in jeweils vier Gruppen nahelegte, wie im nächsten Abschnitt weiter ausgeführt wird.



Interpretation

Wenn auch die Daten zweier Klassen keine allgemeinen Schlüsse zulassen, so bestätigten die Ergebnisse für uns in der Tendenz doch Erfolge des koordinierten Unterrichtens: Das Bewusstsein für Sinnhaftigkeit und Anwendbarkeit mathematischer Konzepte konnte im Durchschnitt gestärkt werden.

Die genauere Aufschlüsselung der Daten zeigte, dass an Mathematik wenig Interessierte Schüler/innen mehr Anwendungsbezüge sahen und auch mehr Anwendungen kannten – ähnliches galt für die an Physik Interessierten. Den „Mathematikern“ genügt die „reine“ Mathematik?

Analysen wie diese gaben uns Einblicke in die Interessenslage der Klasse, wir konnten von der erhobenen Verteilung aus gezielter weiter vorgehen.

3.3 Untersuchung 2: Unterrichtsbeobachtung - Problemlösen

Unsere ursprüngliche Idee für diese Aktion hatte sich aus den Ergebnissen der Evaluation betreffend Aufgabenqualität und –kultur im Vorgängerprojekt MPh5 ergeben. Die dort erkennbaren widersprüchlichen Aussagen bezüglich Interesse und Schwierigkeitsgrad legten differenziertere Untersuchungen nahe, wobei unsere erste, eher einfach gestrickte Hypothese war: „Gute“ Schüler/innen bevorzugen schwierige, herausfordernde Aufgabenstellungen.

Auf dem IMST Evaluationsworkshop wurde uns bewusst, dass dieser Zugang einen fragwürdigen wertenden Aspekt enthält: Was sind Kriterien für „gute“ Schüler/innen? Wenn es „gute“ gibt, muss es auch „schlechte“ geben...

Mit dem Fragebogen (3.1.2) gingen wir dazu über, das neutralere Fachinteresse als Indikator und Einteilungskriterium zu verwenden. Sowohl in der genauer evaluierten 6.a-Klasse wie auch in der Vergleichsklasse ergab sich ein ähnliches Bild, das die Einteilung der Schüler/innen in 4 Gruppen nahe legte:

M: An Mathematik interessiert – an Physik weniger

P: An Physik interessiert – an Mathematik weniger

MP+ An beiden Fächern interessiert

MP- An beiden Fächern wenig interessiert

Unser Ziel war, den Gruppen ein offenes Problem zu stellen, um spezifische Zugänge und Strategien erkennen zu können und in der Folge auf die Resultate mit speziellen Förderungen und Forderungen reagieren zu können. Unabhängig von den Gruppen wollten wir natürlich auch ein ganzheitliches Bild der Problemlösekompetenz der Klassen bekommen. Wie gehen die Schüler/innen an eine Problemstellung heran? Inwieweit lassen sich naturwissenschaftliche Zugangsweisen erkennen?

Ablauf

1. Erklärung von Absicht, Zielen und Vorgangsweise
2. Einteilung der Schüler/innen in vier Gruppen
3. Ausgabe eines Problem-Blattes je Gruppe, mündliche Erklärung, Beantworten von Fragen
4. Gruppenarbeit. Aufgabe: Festhalten verschiedener Aspekte des Prozesses, aufgetretene Fragen, Lösungsansätze

Jede Gruppe wurde von einem/r Studenten/in des Schulpraktischen Seminars (Lehr- amtsausbildung Physik) beobachtet. Die Student/innen sollten den Prozess dokumentieren und ihr Augenmerk auf etwaige Ansätze für naturwissenschaftliche Problemlösestrategien richten.

Die Problemstellung

Gehen oder Rennen im Regen?

Du hast eine bestimmte Strecke (z.B. 1 km) im Regen zurückzulegen und hast natürlich keinen Schirm dabei.

*Wie schnell musst du dich bewegen, damit du möglichst wenig nass wirst?
Gibt es eine optimale Geschwindigkeit?*

Diskutiert dieses Problem in eurer Gruppe und dokumentiert:

- *Welche Fragen treten auf?*
- *Welche Lösungsansätze werden vorgebracht?*
- *Was ist eure Lösung des Problems?*
- *Wie kommt ihr zur Lösung?*

Die „Lösung“

Das Problem hat eine hohe Alltagsrelevanz (jeder kennt die Situation) und benötigt relativ einfache physikalische Konzepte zur Lösung. Allerdings ist es so offen angelegt, dass zuerst Vereinfachungen, Einschränkungen, Idealisierungen getroffen werden müssen.

1. Vereinfachungen

Regen: homogen, konstant, gerade von oben (Durchschnittlicher Tropfenradius: 3 mm; Durchschnittliche Fallgeschwindigkeit: 11 m/s)

Mensch: Modelliert durch einen (aufrechten) Quader, bewegt mit konstanter Geschwindigkeit

2. Welche Größen spielen eine Rolle?

Geschwindigkeit des Menschen
mögliche Schrägstellung (Winkel)
Was heißt „Nass werden“? Am Einfachsten: Aufgetroffene Wassermenge

3. Modell 1:

Der Quader bewegt sich aufrecht und gleichförmig durch den Regen. Von vorne trifft ihn immer die gleiche Menge, von oben weniger, je schneller er sich bewegt.

4. Modell 2:

Durch die Bewegung scheint der Regen mehr von vorne zu kommen. Passt man den Winkel dieser Neigung an, so wird man auch von vorne weniger nass.

5. Ergebnis:

Dieses Modell legt eine möglichst schnelle Bewegung nahe

6. Interpretation

Wichtig ist die Diskussion der Aussagekraft und der Grenzen des Modells. Laufen und Neigen stimmt jedenfalls immerhin mit unserer intuitiven Verhaltensweise überein. Jedoch treffen bei sehr schneller Bewegung die Tropfen mit hoher Wucht auf, was das subjektive Gefühl für „Nässe“ erhöht.

Dieser Lösungsansatz wurde mit den Schüler/innen in einer Folgestunde durchgespielt, wobei vor allem Reflexionen der Vorgangsweise (was tun wir eigentlich, wie geht man „wissenschaftlich“ vor?) betont wurden.

Als längerfristige Hausübung bekamen sie die Aufgabe, ein physikalisches Alltagsproblem ihrer Wahl in entsprechenden Überlegungen zu dokumentieren.

Ergebnisse der Gruppenarbeit

Generell taten sich die Schüler/innen schwer, sich vom Konkreten zu lösen und zu abstrakteren Überlegungen überzugehen. Naturwissenschaftliche Zugangsweisen wurden meist nur in Ansätzen sichtbar und kaum systematisch verfolgt.

Den zielgerichtetsten Zugang verfolgte die Gruppe **MP+** (6 Schüler, an beiden Fächern interessiert). Sie erkannte, dass man die scheinbare Richtung der Tropfen aus einer vektoriellen Addition der beiden Geschwindigkeiten ermitteln kann und fand gar eine formelhafte Lösung, die Schrägstellung des Berechneten betreffend.

$$v_{Mensch} = \frac{v_{Regen}}{\tan \alpha} - v_{Regen}$$

Die Gruppe **P** (An Physik interessiert, an Mathematik weniger; 4 Schülerinnen, ein Schüler) tat sich schwerer, von der Realität zu idealisieren.

„Es ist nicht klar, was man annehmen oder vereinfachen darf. Sie glauben, es muss alles realistisch sein. Sie können nicht abschätzen, wo sie richtig liegen.“

(Aus dem Beobachtungskommentar der Studentin)

Das abgegebene Aufgabenblatt zeigt mehrere Berechnungen, hauptsächlich mit konkreten Zahlen. Ganz in Manier einer Rechenaufgabe gelangte die Gruppe zu einer Lösung, wobei nicht sichtbar wurde, wie: *„Mit 12 km/h Durchschnitt trifft man weniger Wasser.“*

Aus dem Protokoll der Gruppe **MP-** (an beiden Fächern durchschnittlich bis wenig interessiert; 4 Schüler, eine Schülerin) war lediglich erkennbar, dass offenbar mit Modellen gearbeitet wurde (Zeichnungen von Menschen, Quader, Einfallswinkeln...), ein Ergebnis wurde nicht sichtbar. Der beobachtende Student hielt fest:

„Im Grunde genommen waren gute Ansätze zur Lösung des Problems zu sehen. Sie verstrickten sich allerdings zu viel in Details, was Zeit kostete. Theoretisch wurde das Problem in alle möglichen Faktoren zerlegt, doch fehlten die nötigen Mittel diese Ideen mit Hilfe von Formeln zu Papier zu bringen.“

Am wenigsten zielgerichtete Verhaltensweisen ließen sich bei den „Mathematikern“ **M** feststellen (2 Schüler, eine Schülerin), was jedoch zum Teil auf die geringe Anzahl von Teilnehmer/innen zurückzuführen sein dürfte. Sie blieben bei schnellen, oberflächlichen Antwortversuchen:

„Es ist nicht relevant, in welcher Geschwindigkeit man den Weg zurücklegt, denn man ist schon nach ein paar Metern nass.“

Die beobachtende Studentin hielt fest:

„Sie wollten aus der Fragestellung die Antwort errahnen, also wenn steht ...“optimale Geschwindigkeit“ ... so muss es eine geben. Sie haben nur Gedanken gesammelt, aber nie einen Gedankengang weitergeführt.“

Interpretation - Vergleiche

Die gleiche Aufgabe wurde in der 6.c-Klasse gegeben, allerdings ohne Beobachtung der Gruppen durch Student/innen. Ohne allzu sehr zu verallgemeinern, ließ sich vergleichend festhalten:

- Alle Gruppen zeigten mehr oder weniger Ansätze naturwissenschaftlicher Prozesse, jedoch kaum planmäßiges, gezieltes Problemlöseverhalten
- Die Ergebnisse der 6.a-Klasse waren durchwegs besser
- Am weitesten kamen jeweils die Gruppen mit Schüler/innen, die ein hohes Interesse an Physik angegeben hatten
- Am wenigsten Einsatz und Erfolg zeigten die Gruppen jener Schüler/innen, die sich für Mathematik interessieren, nicht aber für Physik.

Daraus folgerten wir:

Gezieltes Training der Problemlösekompetenz ist sinnvoll und notwendig

Vorsichtige Bestätigung der Hypothese: Das koordinierte Unterrichten bringt *höhere Einsicht in und Fähigkeit zur Mathematisierung der Natur*

An Physik Interessierte stehen Anwendungen und offenen Problemen positiver gegenüber und zeigen höhere Problemlösekompetenz

(Nur) an Mathematik Interessierte sind eher an der Lösung formaler, geschlossener Beispiele interessiert.

Alltagsprobleme

Die Mathematisierung von Problemen aus dem Alltag hat den Nachteil, dass sie meistens so einfach nicht ist – daher wirken ja so viele Schul-Aufgaben konstruiert und realitätsfern. Trotzdem bekamen die Schüler/innen den Auftrag, sich selbst so ein Problem zu suchen und ihr naturwissenschaftlich-mathematisches Geschick daran zu versuchen. Allerdings war die Unterstützung durch Quellen zugelassen, sofern diese explizit angegeben wurden.

Einige der gewählten Fragen:

Warum landet das Butterbrot immer auf der mit Butter beschmierten Seite, wenn es vom Esstisch fällt?

Warum wird es warm, wenn es schneit?

Warum zieht es den Duschvorhang beim Duschen nach Innen?

Wie muss man mit dem Auto fahren, um die weiteste Strecke pro Liter Treibstoff zu erzielen?

Wie viel Cola muss in einer Dose sein, damit sie am besten steht?

Warum werden Mulden auf der Schipiste beim Drüberfahren immer tiefer?

Wie beeinflusst ein „Achter“ beim Fahrrad das Fahren?

Kann ein Tormann einen gut geschossenen Elfmeter nur mit seinem Reflex halten?

Experiment: Was passiert mit Gummibärchen in: a) normalem Wasser, b) Salzwasser, c) Mineralwasser, d) kochendem Wasser?

Wie kann ein funkgesteuerter Türöffner durch ein magnetisches Schlüsselbrett gestört werden?

Bei welchem Gewicht erzielt man die beste Beschleunigung mit einem Moped?

Wenn die Sonne ein Stern ist, warum erscheint sie dann gelblich und nicht weiß?

Könnte man einen Menschen mit einer (sehr hoch) fallenden Euro-Münze erschlagen?

Ohne hier auf die Ergebnisse weiter eingehen zu können, sei zusammenfassend angemerkt: Etwa zwei Drittel der Schüler/innen zeigte selbständige Lösungsversuche mit mehr oder weniger physikalisch/mathematischen Konzepten, wobei oftmals auf das Vorbild der Analyse des „Regenproblems“ zurückgegriffen wurde. Einige Beispiele dazu finden sich im Anhang (-> Seite 42).

3.4 Interviews

Über die beiden Projektjahre hatten wir Lehrer/innen das Empfinden, dass das koordinierte Unterrichten „etwas bringt“ und auch bei den Schüler/innen ankommt. In dieser Meinung wurden wir durch die schriftlichen Befragungen bestärkt, allerdings hatten wir bis dato keine gezielt gefragte bzw. festgehaltene Meinungsäußerung von Schüler/innen bezüglich ihrer Haltung dem Projekt gegenüber. Was macht man in so einem Fall? Man fragt die Schüler/innen einfach.

Fragen hieß in diesem Fall mündlich befragen, wir hatten ja bereits genug „Flächen“-Informationen (Durchschnitte etc.), aber noch keine „Tiefenbohrung“. Gegen Ende des Schuljahres führten wir also Interviews durch, genauer gesagt: Wir ließen sie durchführen, und zwar von 2 Student/innen des Schulpraktischen Seminars (Lehramtsausbildung Physik, Uni Graz). Dies sollte zum einen ehrlichere Auskünfte ergeben, zum anderen den Lehramtsstudent/innen einen Zugang zur Praxis des Interviews ermöglichen. Neben einer Besprechung praktischer Umstände (Raum, Zeit, Aufnahmetechnik,

Transkript...) bekamen sie grundsätzliche Informationen zu Interviews (aus den IMST-Workshopunterlagen von G. Benke und A. Schuster sowie aus Altrichter/Posch 1998). Für die Interviews wählten wir 2 Schülerinnen und 3 Schüler aus allen Interessensgruppen.

Interviewleitfaden

Ziele

Wir wollen herausfinden, wie weit den Schüler/innen das Projekt der Koordinierung von M und Ph bewusst geworden ist und wie sie allgemein dazu stehen. Weiters interessiert uns ihre Haltungen zu Aufgaben bzw. Problemstellungen.

Fragenbereiche

In der 5. und 6. Klasse wurde öfters versucht, Mathematik und Physik koordiniert zu unterrichten.

Was hast du davon bemerkt? Welche konkreten Beispiele kannst du nennen, die so gemacht wurden?

Wie stehst du zu diesem Projekt? Was hat es für dich gebracht? Was hast du dabei gelernt?

Welche Arten von Aufgaben/Problemen aus Physik oder Mathematik hast du am liebsten? Wie sollen gute Aufgaben/Probleme aussehen? Kannst du Beispiele nennen?

Die Antworten auf diese Fragestellungen bestärkten uns in unserem Tun. Es kam recht deutlich heraus, dass diese Form des Unterrichtens den Schüler/innen etwas gebracht hat, gab es doch nur positive Äußerungen zum zweiten Fragenbereich. Relativiert wurde dieser Eindruck durch die Meinung, dass die Koordinierung zu wenig deutlich bzw. zu wenig häufig erfolgt sei.

Schülerzitat: *“Das ist recht praktisch, dass man es kombiniert!“*

Zwei Aspekte, die die Vorteile des Koordinierens des Unterrichts aufzeigen sind einerseits die Verbesserung des Verständnisses für Mathematik und Physik und andererseits die Brauchbarkeit von Mathematik beziehungsweise Physik. Als positiv wurde erwähnt, dass man sich die Dinge in Mathematik besser vorstellen kann.

Schülerzitat: *„Es gibt mir das Gefühl, dass das was man in Mathe lernt auch irgendwo eine praktische Anwendung hat.“*

Wenn SchülerInnen klar wird, wofür sie etwas lernen sollen, steigt nicht nur die Motivation, sondern auch die Leistungsbereitschaft. Damit ist die Basis für nachhaltiges Lernen und Verstehen gegeben.

Auf die Frage, welche Beispiele die Schüler/innen nennen können, war interessant, dass nicht nur Beispiele aus dem heurigen Schuljahr („MPh6“), sondern auch aus dem Vorjahresprojekt „MPh5“ genannt wurden. Dies zeigt, dass die Bearbeitung von Themen in beiden Fächern die Inhalte im Gedächtnis gut verankert.

Genannte Beispiele aus diesem Schuljahr:

Größenordnungen
Entfernungen zu Planeten
Trigonometrie
Regenproblem
Exponentialfunktionen
Potenzfunktionen
Vektoren
3. Kepler-Gesetz
Logarithmen

Die Interviews schlossen mit Fragen zu „guten“ Aufgaben. Hier wurden die Ergebnisse der entsprechenden Fragebögen des Vorjahres bestätigt: Die Aufgaben sollten klar und einfach formuliert sein, nicht zu theoretisch und sie sollten Alltagsbezug haben.

Schülerzitat: *„Aufgaben, die man auch als normaler Mensch praktisch anwenden kann.“*

Der Grundtenor aller befragten SchülerInnen war, dass das koordinierte Unterrichten von Mathematik und Physik eine gute Sache ist und noch intensiver gemacht werden sollte.

Eines der Interviews lässt sich als Transkript im Anhang (-> S. 45) nachlesen.

4 RESÜMEE UND AUSBLICK

Umsetzen der Vorhaben – Erreichen der Ziele

Wenn man sich zu wenig vornimmt, kommt man nicht weit. Wir hatten uns etwas zu viel vorgenommen, allerdings durchaus mit Absicht. Alle der vielen Ideen des Jahresbeginns ließen sich in der Praxis nicht umsetzen, war doch besonders im ohnehin kurzen 2. Semester die Anwesenheit der Klasse durch die Teilnahme an mehreren internationalen Aktionen und Projektwochen eine Art „Fleckerlteppich“. Auf der Strecke geblieben ist (für dieses Jahr) unser geplantes fächerübergreifendes Projekt (mit Biologie) „Random Science“, ein gezieltes Problemlösetraining wurde nur in Ansätzen umgesetzt.

Routiniert und konsequent fortgesetzt wurden die fächerkoordinierten Sequenzen, das Rückgrat unserer Arbeit. Einen wesentlichen Schritt weiter kamen wir bezüglich der Evaluation, die in diesem Jahr den Schwerpunkt des Projekts bildete.

Unseren allgemeinen Zielstellungen (1.2.1, S. 5) kamen wir ein gutes Stück näher, wie die Resultate der Untersuchungen belegen. Die Schüler/innen standen der Koordination nicht nur grundsätzlich positiv gegenüber, sie wünschten sich sogar deutlichere Akzentuierungen in dieser Richtung, da ihnen die gegenseitige Sinnggebung beider Fächer bewusster geworden war. Aspekte und Konzepte der Mathematik wurden durch den Kontextwechsel in die Physik besser verstanden und umgekehrt.

Wie kann es weitergehen?

Ein weiterführendes Projekt wurde für das nächste Schuljahr beim MNI-Fonds eingereicht. Natürlich sollen wieder koordinierte Sequenzen durchgeführt werden, wobei gerade die Differentialrechnung ein weites Feld bietet. Der Schwerpunkt wird aber auf das naturwissenschaftlich/mathematische Problemlösen gesetzt werden. Als Ansatzpunkt könnte uns das Konzept von F. Reif (1983) dienen, der konkrete Verfahren zur Problemlösung beschreibt, die insbesondere aus der Beobachtung von „Expert/innen“ gewonnen wurden. Diese Idee wollen wir mit aktuelleren Veröffentlichungen abgleichen und dann in Form einiger fächerübergreifender Problemstellungen umsetzen.

Eines ist jedenfalls klar: Es bleibt noch genug zu tun auf diesem Gebiet. Um ein Wort von R. Feynman abzuwandeln: Zwischen Mathematik und Physik ist noch viel Platz.

5 LITERATUR

- Altrichter H., Posch P.: Lehrer erforschen ihren Unterricht. Klinkhardt, Bad Heilbrunn 1998
- Anton M. u.a.: Ein dynamisches Konzept für mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung. IMST²-Newsletter, Jahrgang 2/8, 2003/04. Herausgegeben vom IFF im Auftrag des bm:bwk
- Bm:bwk: Lehrplan AHS Oberstufe, Bundesministerium für Unterricht, Wien. BGBl. II Nr. 277/2004
http://www.bmbwk.gv.at/schulen/unterricht/lp/abs/ahs_lehrplaene_oberstufe.xml
- Geretschläger R., Griesel H., Postel H.: Elemente der Mathematik 6 Dorner-Verlag 2004
- Ginzinger R., Unterrainer K.: Lösen physikalischer Aufgaben mit mathematischen Modellen. Versuch der Überwindung des „Kasterldenkens“.BG Zaunergasse, Salzburg 2005
- Häußler u.a.: Perspektiven für die Unterrichtspraxis. IPN Kiel 1998
<http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/pendel2.html>
- Jaros A., Nussbaumer A. u.a.: Basiswissen Physik-compact 2 Öbv-hpt 2004
- Knechtl W., Rath G., Sprenger S.: Fächerkoordinierender Unterricht – Beiträge zur Grundbildung? IMST²-Projektbericht, Graz 2004
- Knechtl W., Rath G.: MPH5. Mathematik - Physik in der 5. Klasse Realgymnasium koordiniert unterrichten. BRG Kepler, Graz 2005
- Kuo V., Bichner R.: Stars of the Big Dipper : A 3-D Vector Activity. In: The Physics Teacher Vol 44, 3/2006, S. 168 ff
- Reif, F.: Wie kann man Problemlösen lehren? In: Der Physikunterricht 1/83, S. 51 ff
- Spitzer, M: Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg und Berlin 2002

6 ANHANG

6.1 Lehrplanvergleich Mathematik-Physik

| Mathematik | Physik (5./6. Kl.) |
|--|--|
| <p>Potenzen, Wurzeln, Logarithmen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definieren von Potenzen mit natürlichen, ganzen, rationalen und reellen Exponenten, Definieren von Wurzeln und Logarithmen - Formulieren und Beweisen von Rechengesetzen für Potenzen, Wurzeln und Logarithmen; Umformen entsprechender Terme <p>Folgen</p> <ul style="list-style-type: none"> - rekursives und explizites Darstellen von Folgen - Untersuchen von Folgen auf Monotonie, Beschränktheit und Konvergenz, intuitives Erfassen und Definieren des Begriffes Grenzwert - Definieren der Eulerschen Zahl - Arbeiten mit arithmetischen und geometrischen Folgen und Reihen, Erkennen des Zusammenhangs zwischen arithmetischen Folgen und linearen Funktionen sowie zwischen geometrischen Folgen und Exponentialfunktionen - Verwenden von Folgen zur Beschreibung diskreter Prozesse in anwendungsorientierten Bereichen (insbesondere Geldwesen) <p>Gleichungen, Ungleichungen, Gleichungssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeiten mit einfachen Ungleichungen (Abschätzungen, Umformungen, Fallunterscheidungen) - Lösen von linearen Gleichungssystemen mit drei Gleichungen in drei Variablen - Kennenlernen von Näherungsverfahren zum Lösen von Gleichungen <p>Reelle Funktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definieren, Darstellen und Untersuchen von Potenzfunktionen, von Exponential- und Logarithmusfunktionen sowie von Winkelfunktionen (Bogenmaß) - Untersuchen von Eigenschaften reeller Funktionen (Monotonie, globale und lokale Extremstellen, Symmetrie, Periodizität) und von Beziehungen zwischen Funktionen (Umkehrfunktionen) - Beschreiben von Änderungen durch Änderungsmaße (absolute und relative Änderung, Differenzenquotient) - Anwenden von Funktionen zur Beschreibung kontinuierlicher Prozesse, Vergleichen von Modellen, Erkennen der Grenzen von Modellbildungen - Kennenlernen von Verallgemeinerungen des Funktionsbegriffs - Verkettung von Funktionen <p>Analytische Geometrie des Raumes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übertragen bekannter Begriffe und Methoden aus der zweidimensionalen analytischen Geometrie, Erkennen der Grenzen dieser Übertragbarkeit - Ermitteln von Normalvektoren, Definieren des vektoriellen Produkts - Beschreiben von Geraden und Ebenen durch Parameterdarstellungen bzw. Gleichungen - Schneiden von Geraden und Ebenen, Untersuchen von Lagebeziehungen - Lösen von geometrischen Aufgaben, gegebenenfalls unter Einbeziehung der Elementargeometrie und der Trigonometrie <p>Stochastik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeiten mit Darstellungsformen und Kennzahlen der beschreibenden Statistik - Kennen des Begriffes Zufallsversuch, Beschreiben von Ereignissen durch Mengen - Kennen der Problematik des Wahrscheinlichkeitsbegriffs; Auffassen von Wahrscheinlichkeiten als relative Anteile, als relative Häufigkeiten und als subjektives Vertrauen - Berechnen von Wahrscheinlichkeiten aus gegebenen Wahrscheinlichkeiten; Arbeiten mit der Multiplikations- und der Additionsregel; Kennen des Begriffs der bedingten Wahrscheinlichkeit - Arbeiten mit dem Satz von Bayes | <ul style="list-style-type: none"> - mittels einfacher Schülerexperimente insbesondere die Fähigkeit zum Beobachten, Beschreiben und Berichten sowie Planen, Durchführen und Auswerten entwickeln - Größenordnungen im Mikro- und Makrokosmos kennen und unsere Stellung im Universum einschätzen können - Grundlagen der Elektrizitätslehre (einfacher Stromkreis, Spannung, Strom, elektrischer Widerstand, elektrische Energie und Umgang mit elektrischen Messgeräten) anwenden - im Rahmen der Wärmelehre Zustände und Zustandsänderungen der Materie mit Hilfe des Teilchenkonzepts erklären können, den nachhaltigen Umgang mit Energie beherrschen und bei angestrebter größerer Erklärungstiefe die Bedeutung der thermodynamischen Hauptsätze verstehen - mit Hilfe der Bewegungslehre (Relativität von Ruhe und Bewegung, Bewegungsänderung: Energieumsatz und Kräfte, geradlinige und kreisförmige Bewegung, Impuls und Drehimpuls, Modell der eindimensionalen harmonischen Schwingung) Verständnis für Vorgänge, beispielsweise im Verkehrsgeschehen oder bei den Planetenbewegungen, entwickeln - an Hand von Grundeigenschaften mechanischer Wellen Verständnis für Vorgänge, beispielsweise aus Akustik oder Seismik, entwickeln und als Mittel für Energie- und Informationsübertragung verstehen |

6.2 Koordinierte Jahresplanung

| Monat | Mathematik | Physik |
|--------------|--|---|
| Sept | Rechnen mit Potenzen Potenzen mit ganzen Zahlen als Exponenten; Rechengesetze Potenzen mit rationalen Zahlen als Exponenten – Wurzeln; Rechenregeln | Astronomie Größenordnungen im Universum Geometrisierung der Welt Johannes Kepler, Kepler-Gesetze Gravitation |
| Okt | Logarithmen Definition, Rechengesetze Exponentialgleichungen und logarithmische Gleichungen | Aktuelles Thema Nobelpreis Physik 2005 |
| Nov | Ungleichungen Lineare Ungleichungen, Bruchungleichungen Grafisches und rechnerisches Lösen von quadratischen Ungleichungen | Wärme und Energie Meteorologische Grundbegriffe Temperatur-Begriff; Messungen Druck, Luftfeuchtigkeit Wärme, Wärmekapazität, Energie 1. HS der Thermodynamik 2. Hauptsatz, Entropie Arten der Wärmeübertragung Zustandsänderungen Chaostheorie Abkühlkurve |
| Dez | Folgen und Reihen Unendliche Folgen – explizite und rekursive Darstellung Arithmetische u. Geometrische Folgen und Reihen Monotonie von Folgen | |
| Jan | Reelle Funktionen Potenzfunktionen; Exponentialfunktion trigonometrische Funktionen Lineares und exponentielles Wachstum exponentielle Abnahme – Zerfall; Eulersche Zahl; | Schwingungen Harmonische Schwingung Frequenz, Amplitude, Schwingungsdauer Messungen an Pendeln Gedämpfte Schwingung, exponentielle Abnahme Lautstärke: dB |
| Feb | Sinus- und Cosinusfunktion, Tangensfunktion Logarithmusfunktion | |
| März | Analytische Geometrie Kartesisches Koordinatensystem im Raum Addieren und Subtrahieren von Vektoren Parameterdarstellung von Geraden Lagebeziehungen (Punkt-Gerade; Gerade-Gerade) Länge eines Vektors, Abstand zweier Punkte Skalarprodukt - Winkelberechnung | Wellen Wasserwellen: Longitudinal und Transversal Erdbebenwellen Ausbreitung: Auftürmen, Tsunamis Schallwellen Überlagerung von Wellen Hören Musik, Obertöne |
| April | Abstände, Flächenberechnungen Parameterdarstellungen einer Ebene Koordinatengleichungen einer Ebene - Normalform Lagebeziehungen; Vektoriell Produkt | |
| Mai | Stochastik Aufbereiten und Darstellen von statistischen Daten Mittelwerte und Streuungsmaße Wahrscheinlichkeitsbegriff – relative Häufigkeit Laplace'sche Wahrscheinlichkeit Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten Ziehen geordneter und ungeordneter Stichproben; Kombinatorik Bedingte Wahrscheinlichkeit | Stromkreis Einfache Gleichstromkreise Leiter, Isolatoren Ladung, Stromstärke, Spannung Parallel, Serienschaltung, Ohmsches Gesetz Elektrischer Widerstand |
| Juni | Projekt Der Schein der Weisen: Wie Zahlen lügen können. Daten, Statistiken, Kurven... | |

6.3 Größenordnungen in Raum und Zeit

| 10^{HOCH} | Vorsilbe | Beispiel: Länge (m) | Beispiel: Zeit (s) |
|--------------------|----------|---------------------|--------------------|
| 10^{15} | | | |
| 10^{12} | | | |
| 10^9 | | | |
| 10^6 | | | |
| 10^3 | | | |
| 10^0 | | | |
| 10^{-3} | | | |
| 10^{-6} | | | |
| 10^{-9} | | | |
| 10^{-12} | | | |
| 10^{-15} | | | |
| | | | |

Suche typische Beispiele für die jeweiligen Größenordnungen!

Was sind die größten (bzw. kleinsten) Exponenten, die in der Physik noch sinnvoll sind?

Gibt es „absolute“ Zahlen, die nicht vom Einheitensystem abhängen?

6.4 Xena könnte Pluto verdrängen

Schon seine Entdeckung hatte für Streit gesorgt: Soll Xena als zehnter Planet des Sonnensystems gelten? Oder Pluto nur noch als Asteroid? Jetzt wurde der Himmelskörper 2003 UB313 erstmals vermessen. Er ist deutlich größer als Pluto - und vielleicht sogar größer als unser Mond.

3000 Kilometer beträgt der Durchmesser von 2003 UB313, auch bekannt als Xena - das sind rund 700 Kilometer mehr als bei Pluto, dem neunten und äußersten Planeten unseres Sonnensystems. Damit kommt neuen Bewegung in den Forscherstreit, ob Xena der zehnte Planet des Sonnensystems ist oder Pluto künftig nicht mehr als Planet geführt wird. Weil 2003 UB313 recht weit draußen und zudem klein ist, war es seinem Entdecker Mike Brown vor drei Jahren nicht gelungen, die Größe des Objekts zu berechnen. "Garantiert größer als Pluto" hatte Brown damals grob geschätzt.

Andererseits hatte das bisschen von UB313 reflektierte Licht so wenige Pixel im Sensor des kalifornischen Palomar-Observatoriums getroffen, dass der Beweis ausbleiben musste. "Es war schon klar, dass das Ding größer sein sollte als Pluto", sagte der Radioastronom Frank Bertoldi zu SPIEGEL ONLINE. Seinem Forschungsteam mit Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Radioastronomie (MPIfR), der Universität Bonn und des französischen Forschungsinstituts IRAM ist es nun gelungen, erstmals die Größe von UB313 zu messen, wenn auch indirekt.



Himmelskörper im Größenvergleich: Xena ist größer als Pluto

Mit einem 30-Meter-Teleskop auf dem Gipfel des südspanischen Pico Veleta fingen die Forscher einen kleinen Teil der Wärmeabstrahlung auf, die von UB313 zur Erde gelangt. Allein das sichtbare Licht eines Himmelskörpers sagt noch nichts über seine Größe aus: Zwar kann er mehr Strahlung zurückwerfen, je größer seine Oberfläche ist. Doch abhängig von deren genauer Beschaffenheit unterscheidet sich auch der Grad des Reflexionsvermögens. Astronomen sprechen von Albedo.

Mit der neu gemessenen thermischen Strahlung (mit einer Wellenlänge von 1,2 Millimetern) und der schon bekannten im sichtbaren Bereich konnte das Team um Bertoldi nun den Albedo für UB313 berechnen. Der ähnele "auffallend" dem der Pluto-Oberfläche, schreiben Bertoldi und seine Kollegen in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift "Nature".

Der Streit um den Planetenstatus von Pluto dürfte damit an Schärfe zunehmen. Dass UB313 definitiv größer ist, stärkt die Gegner von Plutos Planetenstatus. Seit Browns Veröffentlichung vom vergangenen Sommer hatten sie gefordert, UB313 müsse entweder als zehnter Planet an-, oder aber Pluto die Mitgliedschaft im Club der Planeten aberkannt werden.

In Anbetracht der technischen und methodischen Messungenauigkeiten, mit denen Bertoldi und seine Kollegen zu kämpfen hatten, erklärt er: "Ich persönlich glaube das zwar nicht, aber mit rund zehnprozentiger Wahrscheinlichkeit könnte er sogar größer sein als unser Mond." Dass das seit der Entdeckung von Neptun 1846 größte neu gefundene Objekt im Sonnensystem wird indes weder endgültig 2003 UB313 heißen, noch Xena oder Lila. So heißt die kurz vor dem Fund geborene Tochter von Mike Brown. Offiziell für die Taufe von Himmelskörpern zuständig ist die Internationale Astronomische Union (IAU). Gegenwärtig liegt diese Entscheidung in einem ihrer Komitees - ebenso wie die Frage nach der Klassifizierung. (*Der Spiegel*, 2.2.2006)

Fragen:

- Wie findet man überhaupt „Planeten(?)“ außerhalb der Neptun-Bahn?
- Wie kann man die Größe eines so weit entfernten, lichtschwachen Objekts abschätzen?
- Die Umlaufdauer von Xena wird auf 560 Jahre geschätzt. Berechne die Entfernung in Astronomischen Einheiten und in Lichtlaufzeit!
- Nimm Stellung zur Frage: Xena und Pluto – Planet oder nicht?

6.5 Physlets zu Schwingungen und Wellen

Beantworte die Fragen zu den Programmen – wenn möglich – in dieser Datei!

Federpendel

<http://www.colorado.edu/physics/phet/simulations/massspringlab/MassSpringLab2.swf>

Bestimme die Federkonstante der Feder 3 (stiffness: soft bzw. hard) auf 2 Arten!

Wie groß sind die 3 unbenannten Gewichte: grün, gelb, rot?

Federschwingungen

<http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/pendel2.html>

Betrachte, wie man von einer Federschwingung zur Sinus-Funktion gelangt. Was bedeuten die Diagramme?

<http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/schwing1.html>

Lass das Pendel schwingen und ändere die Federkonstante D .

Was bedeuten die 3 Diagramme?

Wellen

Transversal und Longitudinal

<http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/welle01.html>

Ändere Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit!

Welle auf einer Saite

<http://www.colorado.edu/physics/phet/simulations/stringwave/stringWave.swf>

Verändere Frequenz und Amplitude und Dämpfung

Was geschieht bei Veränderung der Spannung (tension)

Wie unterscheidet sich die Welle, wenn das Ende fixiert oder frei ist?

Schwingungen – Töne

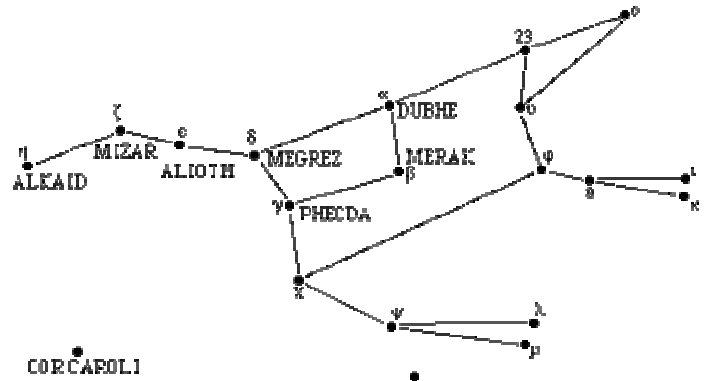
Sinusschwingungen zum Hören

<http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/sinus1.html>

Verändere Amplitude und Frequenz!

6.6 Der große Wagen in 3D

Die bekannten Sterne erscheinen uns am Firmament in Form eines Wagens oder Schöpflöffels – tatsächlich liegen sie in unterschiedlichen Entfernungen

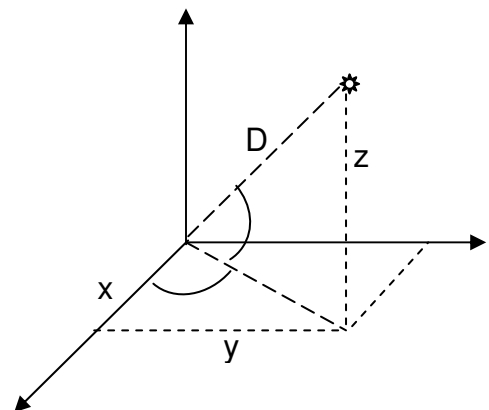
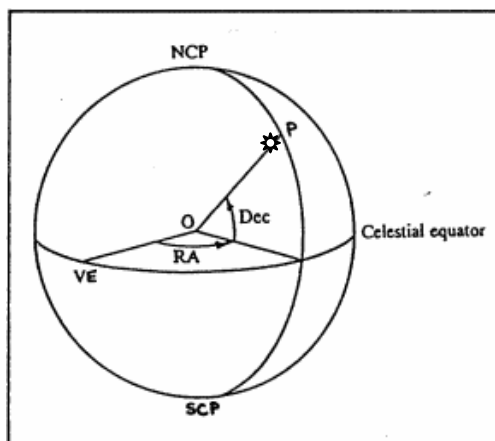


Die Angaben von Sternpositionen erfolgen üblicherweise im Äquatorsystem mit den Koordinaten RA (Rektaszension – Winkel Horizontal) und Dec (Deklination: Winkel vertikal). Bezugsebene: Himmelsäquator, Frühlingspunkt (VE)

Die Rektaszension wird oft in Zeiteinheiten angegeben. Dabei gilt: 24 h \leftrightarrow 360°.

| | Name | RA (hh:mm) | RA (°) | Dec (Grad) | Abstand D (Lj) |
|------------|--------|------------|--------|------------|----------------|
| α | Dubhe | 11:04 | | 61° 45' | 105 |
| β | Merak | 11:02 | | 56° 23' | 80 |
| γ | Phecda | 11:54 | | 53° 42' | 90 |
| δ | Megrez | 12:15 | | 57° 02' | 65 |
| ϵ | Alioth | 12:54 | | 55° 58' | 70 |
| ζ | Mizar | 13:24 | | 54° 55' | 88 |
| η | Alkaid | 13:48 | | 49° 19' | 210 |

- Rechnet die Zeitangaben für die Rektaszension in Winkelgrade und –minuten um!
- Überlegt, wie man die Winkelkoordinaten in kartesische Koordinaten umrechnen kann (Einheit: Lj)!
- Stellt die Positionen der Sterne in Form von Vektorkoordinaten dar!
- Bestimmt den tatsächlichen räumlichen Abstand einiger Sterne voneinander!



Lösungen

| | Name | RA (hh:mm) | RA (°) | Dec (Grad) | Abstand D (Lj) | (x/y/z) |
|------------|--------|------------|----------|------------|----------------|--------------------|
| α | Dubhe | 11:04 | 166° | 61° 45' | 105 | -48,2/12/92,5 |
| β | Merak | 11:02 | 165° 30' | 56° 23' | 80 | -42,9/11,1/66,6 |
| γ | Phecda | 11:54 | 178° 30' | 53° 42' | 90 | -53,3/1,4/72,5 |
| δ | Megrez | 12:15 | 183° 45' | 57° 02' | 65 | -35,3/-2,4/54,5 |
| ϵ | Alioth | 12:54 | 193° 30' | 55° 58' | 70 | -38,1/-9,1/58 |
| ζ | Mizar | 13:24 | 201° | 54° 55' | 88 | -47,2/-18,1/72 |
| η | Alkaid | 13:48 | 207° | 49° 19' | 210 | -122,2/-61,8/159,2 |

$$x = D \cos(\text{Dec}) \cos(\text{RA})$$

$$y = D \cos(\text{Dec}) \sin(\text{RA})$$

$$z = D \sin(\text{Dec})$$

Entfernungen

| | Dubhe | Merak | Phecda | Megrez | Alioth | Mizar | Alkaid |
|---------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | -48,2 | -42,9 | -53,3 | -35,3 | -38,1 | -47,2 | -122,2 |
| | 12 | 11,1 | 1,4 | -2,4 | -9,1 | -18,1 | -61,8 |
| | 92,5 | 66,6 | 72,5 | 54,4 | 58 | 72 | 159,2 |
| Dubhe | -48,2 | | | | | | |
| | 12 | 0,0 | 26,5 | 23,2 | 42,7 | 41,7 | 36,4 |
| | 92,5 | | | | | | |
| Merak | -42,9 | | | | | | |
| | 11,1 | 26,5 | 0,0 | 15,4 | 19,7 | 22,5 | 30,0 |
| | 66,6 | | | | | | |
| Phecda | -53,3 | | | | | | |
| | 1,4 | 23,2 | 15,4 | 0,0 | 25,8 | 23,5 | 20,4 |
| | 72,5 | | | | | | |
| Megrez | -35,3 | | | | | | |
| | -2,4 | 42,7 | 19,7 | 25,8 | 0,0 | 8,1 | 26,4 |
| | 54,4 | | | | | | |
| Alioth | -38,1 | | | | | | |
| | -9,1 | 41,7 | 22,5 | 23,5 | 8,1 | 0,0 | 19,0 |
| | 58 | | | | | | |
| Mizar | -47,2 | | | | | | |
| | -18,1 | 36,4 | 30,0 | 20,4 | 26,4 | 19,0 | 0,0 |
| | 72 | | | | | | |
| Alkaid | -122,2 | | | | | | |
| | -61,8 | 124,0 | 142,0 | 127,5 | 148,5 | 141,7 | 123,0 |
| | | | | | | | 0,0 |

159,2

6.7 Fragebogen

Geschlecht:

1. Wie groß ist dein **Interesse** an den folgenden Teilbereichen der Mathematik?
Bitte ankreuzen, Skala: 1 (sehr gering) – 6 (sehr groß)

Ungleichungen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

Logarithmen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

Begründung:

2. Wie schätzt du die **Anwendbarkeit**, die **Brauchbarkeit** dieser beiden Gebiete ein?
(1: sehr gering – 6: sehr groß)

Ungleichungen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

Logarithmen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

Begründung:

3. Nenne möglichst viele **Anwendungen** für die genannten Teilgebiete der Mathematik

Vektoren

Lineare Funktion

Gleichungssysteme

Rechnen mit Potenzen

Winkelfunktionen

4. Wie groß ist dein **Interesse** an...? *(1: sehr gering ... 6: sehr groß)*

Mathematik:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

Physik

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

6.8 Ergebnisse des Fragebogens

6.a-Klasse

| FBNr | Geschlecht | 1Ungleichung | 1Logarithmen | 2Ungleichung | 2Logarithmen | 3Vektoren | 3Linear | 3Gleichung | 3Potenzen | 3Winkelfkt | 4Mathematik | 4Physik |
|--------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|---------|------------|-----------|------------|-------------|---------|
| 1 | m | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 |
| 2 | m | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 |
| 3 | m | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 |
| 4 | m | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 |
| 6 | w | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 7 | w | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 8 | m | 3 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 |
| 9 | m | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 10 | m | 1 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 11 | m | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 |
| 12 | w | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 |
| 13 | w | 2 | 5 | 2 | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 3 | 3 |
| 14 | w | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 5 |
| 15 | m | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 16 | m | 4 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 5 | 5 |
| 17 | m | 4 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 4 | 6 |
| 18 | m | 4 | 3 | 5 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| 19 | m | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 20 | m | 4 | 1 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| mittel | | 3,00 | 3,26 | 2,95 | 3,63 | 0,95 | 1,00 | 1,00 | 0,89 | 1,00 | 3,63 | 3,68 |
| StaAbw | | 1,33 | 1,19 | 1,22 | 1,54 | 0,71 | 0,88 | 1,15 | 0,81 | 0,67 | 1,21 | 1,34 |
| Median | | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |

6.c-Klasse

| 1 | FB Nr. | Geschlecht | 2 | 1Ungleich | 2 | 1Logarith | 3 | 2Ungleichung | 5 | 2Logarithm | 1 | 3Vektoren | 1 | 3Linear | 1 | 3Gleichung | 1 | 3Potenzen | 2 | 3Winkelfkt | 5 | 4Math | 4 | 4Ph |
|--------|--------|------------|------|-----------|------|-----------|------|--------------|------|------------|------|-----------|---|---------|---|------------|---|-----------|---|------------|---|-------|---|-----|
| 2 | m | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | |
| 3 | m | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | m | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | m | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | m | 2 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | m | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | m | 5 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 5 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | m | 5 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 5 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | m | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | m | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | m | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | m | 1 | 1 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | w | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | m | 3 | 4 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | m | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | m | 1 | 1 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | w | 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | m | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | m | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | m | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | m | 5 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | m | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 24 | w | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | m | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | m | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| mittel | | 2,77 | 2,44 | 2,12 | 2,23 | 0,85 | 0,54 | 0,19 | 0,73 | 0,81 | 3,00 | 3,52 | | | | | | | | | | | | |
| StaAbw | | 1,37 | 1,29 | 0,86 | 1,27 | 0,97 | 0,65 | 0,40 | 0,72 | 0,75 | 1,31 | 1,16 | | | | | | | | | | | | |
| Median | | 2,5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |

6.9 Schülerbeispiele für Alltagsprobleme

Erwärmt sich die Luft bei Schneefall? Wird es warm wenn es schneit ?

Dominik Glawogger, 6.a

Hintergrund: Nassfeld, Gondel, Minus 3 Grad zeigt das Thermometer bei der Einstiegsstelle, 3 Minuten später am Gipfel. Ich beobachte bewusst erneut das Thermometer, welches gleich beim Ausstieg deutlich sichtbar neben dem Stuhl des Liftwarts hängt. Doch während der Bergfahrt hat es zu schneien begonnen. Die Fahrt war kurz, da dürfte sich wohl an der Temperatur nichts verändert haben oder? Oder ist es kälter geworden, es schneit ja schließlich? Doch siehe da, die Temperatur ist um 4 Grad gestiegen- Plus 1. Ich bin erstaunt- aber Warum? So schnell hatte ich eine passende Aufgabe für meine Arbeit- "Physikalische Phänomene im Alltag"!

Lösung

-Ansätze-Überlegungen-Netzinfos-Vereinfachung-Größendefinition-uvvm-

Schnee ist ja kalt, darum denke ich im Minusbereich. Demnach müsste es ja kälter werden, oder schon kalt sein und auch bleiben. Aber dann habe ich gelesen dass nicht der Schnee die Erwärmung verursacht, sondern die Erwärmung zu Schneefall führt. Damit komme ich der ganzen Lösung schon um einiges näher. Doch zuerst sollte ich einmal das ganze Problem vereinfachen und die gegebene Größen definieren und erklären.

Größen:

- Luftfeuchtigkeit 1
- Temperatur 2
- Schneefall

1. Anteil des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs(=gasförmiges Wasser, unsichtbar wie Luft). Luft ist das Gasgemisch der Erdatmosphäre.
2. Eine Größe, die den Wärmezustand eines physikalischen Systems, z. B. eines Körpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases kennzeichnet.
3. Als Schneefall bezeichne ich, gleichmäßigen, raschen, zügigen Fall der einzelnen Flocken.

Vereinfachung:

1. kein Wind
2. konstanter Schneefall
3. gleichmäßige Oberfläche
4. nicht über Wald, See, Wald, See- sondern nur über Wald z.B.
5. Wolkenlos

Wie kann es jetzt zu schneien beginnen? Was muss passieren?

Bei sehr kaltem Wetter ist die Fähigkeit der Luft, Feuchtigkeit aufzunehmen stark reduziert. Der verbleibende Wasserdampf fällt als Raureif aus. Gleichzeitig verdampft nur wenig, weil die Luftfeuchtigkeit niedriger bleibt. Und diesen Bedingungen kann sich kein Schnee bilden. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen eher der Sättigungspunkt erreicht ist und Wasserdampf anfängt zu kondensieren. Wenn wärme Luft in kältere Bereiche vordringt, spüren wir nicht nur einen Temperaturanstieg sondern auch das der überschüssige Wasserdampf als Schnee ausfällt. Somit hätten wir die Antwort auch schon. Ich war selbst sehr überrascht als ich das als Antwort auf einen Leserbrief gelesen habe. Dachte anfangs, dass es genau umgekehrt sein müsste. Mathematische Formeln, Ansätze und sonstiges habe ich zu dieser Frage keine gefunden.

Das heißt also, dass wir für Schneefall ein Niederschlagsgebiet benötigen, denke ich. Diese Gebiet ist definiert als- Wasserdampfhaltige Luft und Wolken. Diese beiden isolieren die sonst ungehinderte Abstrahlung in den dunklen Weltraum. Wenn sich Wolken bilden wird eine höhere Temperatur erzeugt. Durch die Wärme wird der Wasserdampf flüssig. Entweder in Form von Wasser oder Schnee.

Eigene Meinung @Physik im Alltag

Die Idee an sich, dass sich Schüler mit Physikalischen Problemen beschäftigen und nicht nur den Lernstoff auswendig lernen finde ich sehr gut. Man sollte sich für diese Aufgabe genügend Zeit nehmen. Bei mir persönlich war diese nur bei der Fragefindung vorhanden. Bei der Ausarbeitung dann war ich unter Zeitdruck und musste schauen, dass ich ein passendes und passables Endprodukt zusammen bringe. Jedoch ist es sehr schwer, wenn nicht fast zu schwer ' mathematische Lösungsansätze für die behandelten Themen zu finden.

Quellen

www.wissen.de

Bücher

www.wissenschaft-online.de

www.wikipedia.at

Bei welchem Gewicht erzielt man die beste Beschleunigung mit einem Moped?

Stefan Giuliani, 6.a

1) Das Problem

Man will die beste Beschleunigung herausfinden. Bekannt ist ja, dass je mehr Masse in Bewegung gebracht werden muss, desto mehr Kraft braucht man dafür. Das liegt an der Trägheit und dem Rollwiderstand, die beide von der Masse abhängen. Jedoch ergibt mehr Gewicht auch mehr Haftreibung und so eine bessere Kraftübertragung auf die Straße, also mehr Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit.

2) Vereinfachung und Größen

Natürlich spielen bei solch einem Problem noch viel mehr Faktoren mit, wie der Luftwiderstand, temperaturbedingte veränderte Widerstandsbeiwerte, die Gewichtsverteilung zwischen den beiden Rädern und unterschiedliche Motorleistung, auch wieder hauptsächlich durch die Temperatur verursacht.

Um einen Lösungsansatz zu finden, nimmt man an, dass diese Faktoren unabhängig von dem Gewicht immer gleich sind, so dass man sie streichen kann. Es bleiben also nur mehr Trägheit, Roll- und Haftreibung.

Trägheitsmoment
*Keine allgemeine Formel,
hängt von Körperform ab.
Jedoch ist die Masse immer
Bestandteil.*

Rollreibung
 $F_R = C_R * F_N$

Haftreibung
 $F_H = \mu_H * F_N$

$F_N = g * m$

3) Lösungsansatz und Theorie

Da bei allen Größen nur die Masse verändert wird, kann man die anderen Größen unberücksichtigt lassen. Wichtig ist nun das Verhältnis zwischen den drei Größen. Das Trägheitsmoment und die Rollreibung, bewirken bei vergrößerter Masse eine schlechtere Beschleunigung.

Nur die Haftreibung sorgt für mehr Beschleunigung, da sie ja eine bessere Kraftübertragung bewirkt. Die Haftreibung erzielt zwar eine bessere Kraftübertragung, doch ist diese Verbesserung viel zu gering, um die deutliche Verschlechterung der Beschleunigung, durch die erhöhte Rollreibung und das erhöhte Trägheitsmoment, auszugleichen

Deshalb gilt, weniger Masse ergibt eine bessere Beschleunigung.

Kann man Elektronik durch ein statisches Magnetfeld stören?

Andreas Gruber, 6.c

Dieser Frage geht ein Alltagsproblem voraus. Konkret geht es um einen funkgesteuerten Türöffner, der durch ein magnetisches Schlüsselbrett gestört wurde. Denn wenn man sich ein Schlüsselbrett kauft, das aus einer Metallleiste mit einem starken Permanentmagnet besteht kann der funkgesteuerte Türöffner für das Auto oder andere Geräte gestört werden.

Nun stellt sich die Frage:

Kann es vorkommen, dass die Elektronik des Türöffners ge- bzw. zerstört oder der Speicher, der den Türcode beinhaltet, gelöscht werden kann, wenn man diesen an die Magneteleiste hängt?

Die Überlegungen lauten:

Ein statisches Magnetfeld wird nichts bewegen können. Aber sobald man den Schlüssel in das Feld hineinbewegt, hat man ein sich änderndes Magnetfeld. Tut man dies schnell, werden größere Ströme induziert, als wenn man es langsam tut.

Können diese Induktionsströme Flash ROMs, EEPROMs oder ähnliche Speicher und Daten umprogrammieren oder löschen? Sind solche Induktionsströme groß genug?

Die Überlegung lautet:

Die funktionsgesteuerten Türöffner sind wahrscheinlich gut gegen solche Spannungswechsel und Magnetfelder gesichert. Trotzdem kann man bei einem anderen ähnlichen Beispiel einen Schaden eines solchen Speichers beobachten. Wenn man mit einem Magneten über eine Diskette fährt trägt der Speicher einen großen Schaden davon. Sämtliche Daten werden gelöscht oder irreparabel geschädigt. Es entsteht zunächst nur eine Spannung, Strom fließt erst dann, wenn ein Magnetfeld, das sich ändert, eine Leiterbahn durchsetzt. Außerdem kommt es auf mehrere Komponenten an ob so eine Löschung überhaupt möglich ist. Zuerst hängt es davon ab, wie stark der Magnet ist, und in welche Richtung die Leiterbahnen in der Schüttelelektronik laufen usw. Normalerweise sollte man aber dank der Normen davon ausgehen können, dass es nichts schadet. Wenn man nun berücksichtigt, dass der Chip bei einem Türöffner sehr klein ist, und dass die Magnetfeldstärkeänderung pro Zeit kleiner ist, als bei einer Lautsprecherspule im Luftspalt, dann dürften die Spannungen sich lediglich im Mikrovoltbereich bewegen, was dem Chip nicht schadet. Mehr Bedenken sollte man bei elektrostatischen Entladungen haben, gegen die der Chip aber auch sehr gut geschützt sein sollte.

Quelle: Ich habe in einem Forum für Physik im Internet über diesen Versuch gelesen, habe aber die Seite nicht wieder finden können.

Gummibärchenversuch

Christoph Steinlechner, 6.c

Normalgröße: 2 x 1,2 x 0,8 cm 1,92 cm³

Gummibärchen in Glas

- a) mit normalem Wasser
 - b) mit Salzwasser
 - c) mit Mineralwasser
 - d) mit kochendem Wasser
- alle 2,5 h die Größe abmessen

| | Zeit | 2,5 | 5 | 7,5 Stunden |
|------------------|------|------|------|----------------------|
| normales Wasser | | 5,23 | 7,13 | 8,83 cm ³ |
| Salzwasser | | 3,96 | 5,72 | 7,19 cm ³ |
| Mineralwasser | | 4,4 | 6,43 | 8,04 cm ³ |
| Kochendes Wasser | | 0 | 0 | 0 cm ³ |

a) Eigentlich klar, dass es sich dort am meisten vergrößert. Aber gibt es etwas wo sich das Gummibärli noch mehr vergrößert?

b) Durch das Salz wird eine größere Wasseraufnahme verhindert und deshalb ist es auch deutlich kleiner als das Gummibärli im normalen Wasser.

c) Auch im Mineralwasser etwas kleiner, wohl auch wegen der Salze im Wasser Mineralwasser lässt nach der Zeit immer mehr nach und vergrößert sich dann deutlich schneller als das Salzwasser.

d) Das Gummibärchen löst sich komplett und eine Gelatineschicht in der Farbe des Gummibärli setzt sich am Boden fest. Das Gummibärli war von oben nicht zu sehen, es ist interessant zu beobachten. Die Schicht leuchtet dann leicht am Bodentand und lässt sich auch nicht so leicht auswaschen.

6.10 Transkript eines Interviews

Interviewer: Ich möchte fragen, was hast Du von dem Projekt mitbekommen?

Schüler: Mitbekommen, vom Stoff?

Interviewer: Ja, also von diesem Projekt: Koordinierung von Mathematik und Physik.

Schüler: Ja, da gab es gelegentlich bei einer Aufgabe fächerübergreifend, das heißt, dass wir eben in Mathematik die theoretische Grundlage gelernt haben und dann in Physik ein praktisches Beispiel...

Interviewer: Ja

Schüler: Das heißt eben...(Gemurmel)...Ich glaub, das dritte Newton'sche Gesetz ist das Verhältnis aus Bahnradius und Umlaufzeit von den Planeten, das ist irgendein potentielles Verhältnis. Wenn wir in Mathematik Logarithmen gelernt haben, haben wir das in Physik berechnet.

Interviewer: Aha..

Schüler: Das haben wir in Mathematik auch ein Zeitl gemacht

Interviewer: Fällt Dir noch etwas ein? Du hast ruhig Zeit, überleg was Dir so einfällt!

Schüler: Wir haben irgendwann einmal, ich glaub, mit Münzen die Pulsübertragung, wie beim Billardspielen, mit einem Kräfteparallelogramm dann in Mathe gezeichnet.

Interviewer: Mm, ja

Schüler: Mehr wüsste ich nicht.

Interviewer: Kannst ruhig überlegen ein bissl!

Schüler:....Na, (Lachen)

Interviewer: Ja macht nichts. Ich hab nur gedacht vielleicht...Am, und wie stehst Du zu dem Projekt?

Schüler: Na, es ist sicher sinnvoll, dass nicht jeder Lehrer sein eigenes Süppchen kocht. Das wird sonst gemacht. Ja,.. Ich tue mich nicht schwer dabei, zum Beispiel, Ich streng mich nicht sehr an.

Interviewer: Ja, und, am, hast Du das Gefühl, Du hast was dabei gelernt?

Schüler: Naja, es gibt einem das Gefühl, dass das, was man in Mathe lernt auch irgendwo eine praktische Anwendung hat, weil ansonsten stoßt man ja nicht so oft auf den Logarithmus.

Interviewer: Ja,

Schüler: Ja (lachen)

Interviewer: Ja, und welche Aufgaben jetzt in Mathematik oder Physik, oder kann auch kombiniert sein, welche gefallen Dir da so?

Schüler: Muss ich sagen, ist mir ziemlich egal. Ich mag halt die, die nicht zu lang sind, weil ich neig dazu, bei den längeren Schlampigkeitsfehler zu machen. Aber ich verstehe sie alle vom Sinn her.

Interviewer: Ja

Schüler: Es ist mir egal, ich mein, sie interessieren mich nicht sehr, aber... in der Physik halt manche, wo man im Alltag eine Anwendung hat, interessieren mich mehr als irgendwie,

das Verhältnis von Umlaufbahn zu Umlaufzeit. Das, muss ich sagen, ist mehr praxisfern. Das interessiert mich weniger.

Interviewer: Ja, und was würdest Du bezeichnen als gute Aufgabenstellung? Also wenn Du jetzt eine Aufgabe kriegst...Stell Dir vor eine konkrete Aufgabe, was gefällt Dir da dabei, was wäre wirklich gut für Dich?

Schüler: Ja, eben eine Alltagsaufgabe, wo man eben ein Problem bekommt und zwar haben wir da gehabt: Wie schnell und in welchem Winkel der Mensch geneigt geht...Also so soll man durch den Regen laufen, um am wenigsten nass zu werden...Das ist wieder ein bissl seltsam, aber es ist eine praktische Aufgabe

Interviewer: Ja, ...ja, gut ..Möchtest Du noch irgendetwas sagen? Fallen Dir irgendwelche allgemeinen Beispiele ein, also es muss jetzt nicht im Unterricht gemacht worden sein, einfach was Du sagst, das hätte ich gern als Aufgabenbeispiel, das in ihr Physik oder Mathematik machen müsst?

Schüler: Also wir haben jetzt in Physik, was mir nicht so gefallen hat, sehr auf die Person so ein Beispiel bezogen, oder auf die Person Kepler, den Unterricht gehabt und eben teilweise weniger auf den Inhalt...eben auf' s Leben von der Person. Muss ich sagen, das hat mich weniger interessiert, wie der Mensch gelebt hat, als was er zusammen gebracht hat.

Interviewer: Okay...Irgendwelche Beispiele, wo Du sagst: Das ist nicht gemacht worden, oder das ist mir eigentlich aufgefallen, das dürfte Physik sein, das wäre nett, wenn das im Unterricht gemacht wird? Fällt dir da etwas ein?

Schüler: Ja, mechanische Beispiele hätten mich interessiert, ich mein, vom Moped fahren her. Ich muss mir das immer auf Umwegen über meinen Vater, der Architekt ist, irgendein Hintergrundwissen erarbeiten.

Interviewer: Ja

Schüler: Aber, das interessiert halt nicht jeden, das kann man nicht...kann man nicht erzwingen

Interviewer: Ja, also kann man sagen Du bist eher auf der technischen Seite...Okay...und was beim Moped fahren genau, würde Dich da interessieren?

Schüler: Na, wir haben ah... eben ein Alltagsproblem schildern müssen: Wie die Kräfte beim Motorradfahren, Moped fahren, sind zwar die gleichen aber weniger, auf Fahrer und Fahrzeug auftreten und wir haben gemerkt, wir haben in Mechanik kaum was, so von Physik, dazu etwas gemacht, über Momente

Interviewer: Hm

Schüler: Wie man so etwas rechnet. Wir haben das über Umwege mitbekommen.

Interviewer: Okay, aber so etwas würde Dich interessieren.

Schüler: Ja

Interviewer: Okay, Ja gut, das wäre es schon.