



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung**  
**Themenorientierung im Unterricht**  
**Schwerpunkt 2**

---

**ANWENDEN MATHEMATISCHER MODELLE AUF  
PHYSIKALISCHE AUFGABENSTELLUNGEN UND  
GEWINNEN VON SOLCHEN MODELLEN AUS  
PHYSIKALISCHEN AUFGABEN**

**Mag.<sup>a</sup> Renate Ginzinger**  
**Mag. Klaus Unterrainer**  
**BG Zaunergasse, Zaunergasse 3**  
**5020 Salzburg**

Salzburg, Juni 2006

# INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS .....	2
ABSTRACT .....	4
1    EINLEITUNG .....	5
1.1  Das Motiv .....	5
1.2  Die Ziele .....	5
1.3  Die Methode .....	6
1.4  Der Gesamtplan .....	6
2. BESCHREIBUNG DES PROJEKTVERLAUFES .....	7
2.1  Einführung durch die Lehrer/innen .....	7
2.2  Gruppenbildung .....	8
3. PROJEKTVERLAUF .....	8
3.1  Organisatorischer Rahmen .....	8
3.2  Beispiel „Durchschnittsgeschwindigkeit“ .....	8
3.3  Beispiel „Arbeiten mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen“ .....	10
3.4  Beispiel „Der Wahrscheinlichkeitsbegriff bei umkehrbaren, bzw. nicht umkehrbaren Prozessen in der Physik“ .....	12
4. EVALUATION - INTERVIEWS .....	12
4.1  Aus Sicht der Lehrer/innen .....	12
4.2  Ausgewertete Ergebnisse und im Vergleich dazu die Ergebnisse der beiden Lernzielkontrollen .....	12
4.2.1  Interview mit einer Schülerin – mittelmäßiger Leistungsansatz .....	12
4.2.2  Beurteilung aus der Sicht der Lehrer/innen .....	14
4.2.3  Interview mit einem Schüler – schwacher Leistungsansatz .....	14
5.  SCHLUSSBEMERKUNGEN  UND  AUSBLICKE  AUF  EINE  ZUKÜNFTIGE ZUSAMMENARBEIT .....	16
6. ANHANG .....	17
ANLAGE 1 .....	17
ANLAGE 2 .....	17

ANLAGE 3.....	20
ANLAGE 4.....	20
ANLAGE 5.....	21
ANLAGE 6.....	22
ANLAGE 7.....	25
ANLAGE 8.....	26
ANLAGE 9.....	28
ANLAGE 10.....	29
ANLAGE 11.....	30
ANLAGE 12.....	31
ANLAGE 13.....	35
ANLAGE 14.....	40

# ABSTRACT

Schulstufe: 10.  
Fächer: Mathematik und Physik  
Kontaktpersonen: Mag.<sup>a</sup> Renate Ginzinger (M)  
Mag. Klaus Unterrainer (PH)  
Kontaktadresse: BG Zaunergasse, Zaunergasse 3, 5020 Salzburg

*Das Ziel dieses Teamteachings lag vor allem darin, den Schüelr/innen ein nachhaltigeres Verstehen in den beiden Fächern zu ermöglichen und das Anwenden bekannter mathematischer Modelle auf Aufgabenstellungen aus der Physik zu erleichtern.*

*Es wurde bei den Aufgabenstellungen besonders auf eigenverantwortliches Lernen in der Gruppe oder bei einer Partnerarbeit Wert gelegt, wie auch die Präsentation der Arbeitsergebnisse, die Feststellung des Grades der Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe und das Erteilen von Rückmeldungen dazu berücksichtigt wurden.*

*Die Schüler/innen arbeiteten durchwegs zielgerichtet und motiviert. Von Bedeutung war für die Lehrer/innen aber auch die Feststellung, dass in einer Gruppe mit nur „leistungsschwachen“ Schüler/innen sehr schlecht bis kaum Lösungen von Aufgabenstellungen erarbeitet werden konnten und somit in die vorerst freiwillig erfolgte Gruppenzusammenstellung eingegriffen werden musste.*

*Die Arbeit während des Projektes floss in die Leistungsbeurteilung beider Fächer ein. In Mathematik wurde diese gemäß der lernzielorientierten Beurteilung durchgeführt. Das Wesentliche des Projektthemas wurde immer auch als Kernziel für Mathematik formuliert. Die weitaus umfangreichere Lernzielkontrolle am Ende eines jeden einzelnen Projektes, zu mindestens 70% richtig gelöst, konnte als besondere Leistung für das Erreichen einer besseren Note, bzw. zum Eintauschen für ein nicht erreichtes Kernziel verwendet werden.*

*Die Ergebnisse dieser Lernzielkontrollen bestätigten leider auch die von den Lehrer/innen gefühlsmäßig aufgenommene Situation: Schüler/innen mit eher geringem Zugang zu den naturwissenschaftlichen Fächern (Selbsteinschätzung durch die Schüler/innen) sind durch diese Zusammenarbeit sehr ge-, wenn nicht überfordert, ihre Ergebnisse fielen ernüchternd dürftig aus. Offen blieb deshalb die Frage, wie und ob diesen Schüler/innen auf andere Art und Weise zu einem besseren Verständnis der Zusammenhänge geholfen werden kann.*

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Das Motiv

Im Schuljahr 2004/05 arbeiteten wir bereits in einer Maturaklasse des Gymnasiums in den beiden Fächern Mathematik und Physik während des gesamten Schuljahres zusammen. Wir bearbeiteten im Teamteaching physikalische Aufgaben aus dem Kernstoff der Oberstufe, welche sich mit mathematischen Modellen lösen ließen. Eine Befragung der Schüler/innen nach Abschluss des Projektes brachte die Einsicht, dass diese Art der Zusammenarbeit notwendig ist, aber bereits in niedrigeren Schulstufen beginnen muss. (Ginzinger, Unterrainer, Lösen physikalischer Aufgaben mit mathematischen Modellen, Versuch der Überwindung des „KasterlDenkens“, 2005)

Deshalb entschieden wir uns für eine Fortsetzung der Zusammenarbeit in der Klasse 6A, einer gymnasialen Klasse im 10. Schuljahr. Wir machten allerdings im Vorjahr die Erfahrung, dass die Durchführung des Projektes vor allem sehr viel Zeit abverlangte. Aus diesem Grund einigten wir uns auf die fächerübergreifende Behandlung zweier Themen pro Semester.

Als weiteren Grund für die Durchführung eines weiteren MNI – Projektes sahen wir die im Leitbild des BG Zaunergasse festgeschriebene Arbeit an und in Projekten als Schwerpunkt für die Oberstufe.

In der 5. Klasse lernen die Schüler/innen verschiedene Arbeitstechniken kennen und anwenden. Daneben laufen an vier Nachmittagen Kommunikationsseminare, welche von einer externen Betreuerin nach einem von der Schule erstellten „Lehrplan“ durchgeführt werden.

In der 6. Klasse wird einerseits das Gelernte aus der Kommunikation an zwei weiteren Nachmittagen vertieft und ausgebaut, andererseits wird in allen Gegenständen das Arbeiten im Team, die Verteilung der Funktionen und das Rückmelden über die Arbeit in den Gruppen eingeübt. In der 7. Klasse werden die verschiedensten Präsentationstechniken gelehrt und möglichst in allen Fächern eingeübt. Prinzipiell muss erwähnt werden, dass sich alle Lehrer/innen einer Klasse an der Einübung und Vertiefung der Kommunikations- und Präsentationstechniken und des Arbeitens im Team beteiligen (müssen).

Das Arbeiten an Projekten beginnt in der 6. Klasse. In jedem Semester wird neben einigen kleineren Projekten ein größeres durchgeführt. Dabei wird in der 6. Klasse der Schwerpunkt auf das Arbeiten im Team gelegt, in der 7. Klasse auf die Präsentation und in der 8. Klasse auf die Dokumentation. Diese Schwerpunkte werden auch für die Leistungsbeurteilung herangezogen.

Den Anforderungen des Leitbildes folgend lag also eine fächerübergreifende Zusammenarbeit nahe. Unterrichtsbeobachtungen haben immer wieder deutliche Defizite bei den Schüler/innen gezeigt, wenn es darum ging, Gelerntes in einen anderen Fachbereich einzubringen und anwenden zu können. Dies trifft besonders auf die beiden Fächer Mathematik und Physik zu.

## 1.2 Die Ziele

Die Schüler/innen der 6. Klasse üben dem Leitbild entsprechend in verschiedenen Gegenständen das Arbeiten im Team ein. Die Zusammenarbeit von zwei Lehrer/innen in

zwei Fächern, das Teamteaching, sollte erste Erfahrungen beim Projektunterricht unterstützen.

Zudem wollten wir erreichen, dass im Mathematikunterricht erarbeitete Modelle auf physikalische Aufgabenstellungen sicher angewendet werden können und dies zu einer Selbstverständlichkeit wird.

Im engeren Sinne wollten wir

- ❖ durch die Zusammenarbeit als Team ein sichtbares Zeichen zum Überschreiten der Fachgrenzen setzen,
- ❖ die Schüler/innen befähigen, unter Zuhilfenahme von mathematischen Kenntnissen geeignete Lösungsmodelle für physikalische Aufgaben zu finden,
- ❖ Möglichkeiten und Hilfestellungen geben zum Überwinden des „Kasterl-denkens“,
- ❖ durch Lernzielkontrollen eine Veränderung im Verständnis der Zusammenhänge und bei der Anwendung von Lösungsstrategien zu erkennen und
- ❖ durch Schüler/inneninterviews einen Nachweis für die Nachhaltigkeit erbringen.

### **1.3 Die Methode**

Unser Bestreben war – die Ziele des Leitbildes unterstützend – die Erweiterung und Festigung der Methodenkompetenz der Schüler/innen. Deshalb wurde besonders eigenverantwortliches Arbeiten gefördert und die soziale Kompetenz durch gegenseitige Hilfestellungen innerhalb der Gruppe gestärkt.

Es wurden verschiedene Arbeitsmethoden eingefordert, von der Einzel-, zur Partner- und Gruppenarbeit. Besonderes Augenmerk wurde auf die Präsentation des Arbeitsergebnisses, der Feststellung des Grades der Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe und auf Rückmeldungen durch die Mitschüler/innen und die beiden Lehrer/innen gelegt.

### **1.4 Der Gesamtplan**

Vor Beginn der Arbeit wurden 6 Schüler/innen zu einem Interview gebeten. Als Kriterium für die Auswahl wurde die eigene Einschätzung bezüglich des Interesses an naturwissenschaftlichen Themen von wenig, mittelmäßig bis sehr interessiert genommen. An Hand von 8 Fragestellungen, z. B. über Erwartungen, die Einstellung zum naturwissenschaftlichen Arbeiten, den Einsatz des grafikfähigen (TI – 83) Rechners oder Einbringen mathematischer Ideen beim Lösen physikalischer Aufgabenstellungen, sollten Entwicklungen im Arbeitsprozess, Lösungsstrategien, etc. erfasst werden. Nach Beendigung eines jeden Themenbereiches wurden diese Fragen wiederholt.

Eine Woche nach Beendigung einer thematischen Einheit wurde über eine einstündige Lernzielkontrolle das erlangte Wissen, das Erfassen der Zusammenhänge, das Beherrschen notwendiger Algorithmen, etc. überprüft.

Folgende Themenstellungen aus dem Lehrplan der Physik der 10. Schulstufe wurden behandelt:

- ❖ Klärung des Begriffes Durchschnittsgeschwindigkeit und adäquater Bezeichnungen in Anwendungsbeispielen, Erkennen derselben in angewandten Beschreibungen, Berechnen derselben.
- ❖ Arbeiten mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen.
- ❖ Der Begriff der Wahrscheinlichkeit in der Physik.
- ❖ Schwingungen

Die Arbeit während des Projektes floss in die Leistungsbeurteilung in beiden Fächern ein. In Mathematik wurde diese gemäß der lernzielorientierten Beurteilung durchgeführt. Das Wesentliche des Projektthemas wurde auch als Kernziel für Mathematik formuliert und musste im Rahmen der Schularbeit an einem Beispiel bearbeitet werden. Die weit- aus umfangreichere Lernzielkontrolle am Ende des einzelnen Projektthemas, zu mindestens 70% richtig gelöst, konnte als besondere Leistung für das Erreichen einer besseren Note, bzw. zum Eintauschen für ein nicht erreichtes Kernziel verwendet werden.

Lernzielkatalog für die fächerübergreifende Arbeit:

- MNI1 Du kannst mit eigenen Worten und mit mathematischen Symbolen erklären, was man unter der Durchschnittsgeschwindigkeit versteht, Du kennst auch synonyme Begriffe wie mittlere Änderungsrate, durchschnittliches Längenwachstum eines Gletschers, etc. Du kannst aus angewandten Beispielen die Durchschnittsgeschwindigkeit berechnen und sie grafisch interpretieren. Du kannst den Zusammenhang mit der linearen Funktion und ihrer Steigung herstellen.
- MNI2 Du kannst sehr große und sehr kleine Zahlen mit Hilfe ihrer Vorsilben ausführlich und in der normierten Gleitkommadarstellung anschreiben. Du bist in der Lage, mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen aus dem Bereich der Naturwissenschaft sicher zu arbeiten.
- MNI3 Du kannst den Wahrscheinlichkeitsbegriff mit umkehrbaren, bzw. nicht umkehrbaren Prozessen in der Physik verbinden. Du kennst den Unterschied zwischen einer Bewegung entlang einer schiefen Ebene und der von Gasteilchen. Du erkennst den prinzipiellen Unterschied in der Beschreibung dieser beiden Fälle.

## 2. BESCHREIBUNG DES PROJEKTVERLAUFES

### 2.1 Einführung durch die Lehrer/innen

Am Beginn stand eine ausführliche Einführung in das geplante Projekt, wobei die Ziele aus der Sicht der beiden Betreuer/innen dargelegt wurden. Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, vorhandenen Ängsten seitens der Schüler/innen Raum und Gehör zu verschaffen und die Rahmenbedingungen für das Arbeiten und für die Leistungsbeurteilung klar anzugeben. Die Schüler/innen äußerten bei den Eingangsinterviews die Befürchtung, dass gewissermaßen ein weiteres Fach dazukommt und dies zu einer Mehrarbeit vor allem im außerschulischen Bereich führt.

Herr Unterrainer ist Klassenvorstand der 6A – Klasse und unterrichtete die Schüler/innen bis zur 5. Klasse in Mathematik. In diesem Schuljahr unterrichtet er das Fach Physik und Frau Ginzinger Mathematik. Für die Schüler/innen war daher die lernzielori-

enterte Beurteilung in Mathematik neu, zu Beginn der gemeinsamen Projektarbeit für sie noch nicht wirklich greifbar und führte damit zu ängstlichen Einschätzungen.

## **2.2 Gruppenbildung**

Das Projekt wurde fächerübergreifend in Mathematik und Physik in der Klasse 6A mit 28 ordentlichen Schüler/innen (19 Mädchen und 9 Knaben) mit zwei Wochenstunden (eine aus Physik und eine aus Mathematik) durchgeführt. Die Gruppeneinteilung geschah vorerst freiwillig nach dem Gesichtspunkt, dass die Gruppenmitglieder gut zusammenarbeiten können. Das ging rasch und ohne Schwierigkeiten und wurde von allen mit großer Zustimmung aufgenommen.

Es ergaben sich reine Mädchengruppen, eine reine Knabengruppe und eine gemischte Gruppe. Eine Gruppe aus „leistungsschwachen“ Schülerinnen konnte bei der Bearbeitung des ersten Themas keine der gestellten Aufgaben lösen oder Ansätze dafür finden. Beim zweiten Thema wurde die Gruppenbildung durch die Schüler/innen insofern geändert, dass sich die leistungsschwachen Schüler/innen besseren angeschlossen haben. In einer Gruppe arbeiteten 5 bzw. 6 Schüler/innen zusammen.

In der Anlage 1 findet man die Namen der Gruppenmitglieder.

## **3.PROJEKTVERLAUF**

### **3.1 Organisatorischer Rahmen**

Die Arbeit am Projekt fand jeweils am Donnerstag in der 2. und 3. Stunde (auf dem Stundenplan standen die Fächer Mathematik und Physik) im Teamteaching statt. Zu Beginn wurde der Arbeitsauftrag in schriftlicher Form (siehe Anlagen 2 – 7) ausgeteilt und besprochen, dann in den Gruppen gearbeitet.

Die Vorbildung für die Projektarbeit (Kommunikationstraining, das Erlernen der Arbeitstechniken, die Einführung in das Arbeiten im Team) führte dazu, dass die Schüler/innen jederzeit ernsthaft, eigenverantwortlich und auf weiten Strecken selbstständig arbeiteten.

### **3.2 Beispiel „Durchschnittsgeschwindigkeit“**

Für die Bearbeitung dieses Themas wurden insgesamt 8 Unterrichtseinheiten aufgewendet. Das Thema war den Schüler/innen aus dem Physik<sub>1</sub>- und Mathematikunterricht<sub>2</sub> der Unterstufe bekannt und wurde zu Beginn der Arbeit nicht wiederholt.

In der Anlage 2 findet man die Arbeitsaufträge dazu. Der ersten Phase eines projektorientierten Unterrichtes folgend mussten die Gruppenmitglieder am Beginn der Arbeit die notwendigen Funktionen (Zeitmanager/in, Sprecher/in, Einholer/in von fehlenden Informationen, Kontrollor/in für das Verstehen) aufteilen.

Im ersten Teil – Aufgabenstellungen a) bis d) - sollten die Schüler/innen eine gegebene Durchschnittsgeschwindigkeit in einer vorgegebenen Einheit angeben, die Definition der selben mit mathematischen Symbolen und mit eigenen Worten anschreiben und aus verschiedenen Situationsbeschreibungen erkennen, bei welchen eine Durchschnittsgeschwindigkeit beschrieben wird. Es mussten dazupassende Beispiele aus Physik durchgearbeitet werden.



Es wurde beobachtet, dass die Rollenverteilung in den Teams zu keinen großen Überraschungen geführt hat, z. B. wurde die Rolle der Gruppensprecher/in durchwegs von Schüler/innen wahr genommen, welche auch in anderen Gegenständen gerne diese Rolle einnehmen. Der Austausch an Informationen zwischen den Gruppen funktionierte relativ gut, die Lehrer/innen wurden anfangs sparsam befragt.

Vor Ablauf der ersten Doppelstunde wurde ein Plenum einberufen, bei dem die ersten Ergebnisse überprüft (Tafelbild dazu in Anlage 3), Zufriedenheit, Arbeitserfolg und die Stimmung in der Gruppe ausgetauscht wurden.

Eine reine Mädchengruppe mit Eva, Esther, Sabine, Julia und Yara fiel gleich zu Beginn auf: Die Rollenverteilung ging eher zäh vor sich, die eigentliche Arbeit an den Aufgabenstellungen ging nicht weiter, ein Informationsaustausch mit Mitgliedern der anderen Gruppen funktionierte kaum. Sabine zeigte keinerlei Bereitschaft zu arbeiten und versuchte, die anderen Gruppenmitglieder in dieser Haltung zu beeinflussen, was auch gelang. Die Gruppenmitglieder kamen über eine gleichgültige bis destruktive Arbeitshaltung nicht hinaus. Betont werden muss auch, dass Esther ein schwer gehörgeschädigtes Mädchen mit Hörapparaten ist und aus diesem Grund mit größeren Geräuschkulissen Probleme haben kann. Interessanterweise schlüpfte sie in die Rolle der Informationsbeschafferin.

Um auch dieser Gruppe zu einer Bewältigung der gestellten Aufgaben zu verhelfen, wurden die Mädchen über die Beobachtungen der Lehrer/innen über die Arbeit während der ersten Doppelstunde informiert und ihnen das Angebot unterbreitet, dass die Aufgabenstellungen a) bis d) gemeinsam mit Ginzinger erarbeitet werden. Die weiteren Aufgabenstellungen mussten anschließend selbstständig bearbeitet werden.

Zu Beginn der zweiten Doppelstunde mussten die Gruppen ein Mindmap über die verschiedenen Bezeichnungen von Durchschnittsgeschwindigkeit erstellen, um bestmöglich an die Arbeit der Vorwoche anzuschließen. Das Ziel war, dass die Schüler/innen sicher die verschiedenen Namen für „Durchschnittsgeschwindigkeit“ wie Steigung der Sekante, mittlere Änderungsrate, Durchfahren einer Strecke mit gleich bleibender Geschwindigkeit, Veränderung der  $y$  – Werte bezogen auf die Änderung der  $x$  – Werte, Unterschied der Wege dividiert durch den Unterschied der Zeiten, etc. beherrschen. Die Unterlagen dafür finden sich in der Anlage 4.

Anschließend sollte aus einem Weg – Zeit – Diagramm für eine Durchfahrt durch einen Tunnel mit durchschnittlichen Geschwindigkeiten gearbeitet werden. Vor allem mussten die durchschnittlichen Geschwindigkeiten für einzelne Zeitphasen abgelesen und interpretiert werden. (Aufgabenstellungen e) bis h) in der Anlage 2).

Ein weiterer Abschnitt an Aufgabenstellungen verfolgte das Ziel, aus gegebenen Formeln aus der Physik die Variablen zu finden, den Funktionstyp festzustellen und den dazugehörigen Graphen in ein richtig beschriftetes Koordinatensystem zu zeichnen.

Bei der Bearbeitung dieser Fragestellungen ergab sich ein buntes Bild an Schwierigkeiten beim Erkennen der Variablen und des Funktionstyps, einige Schüler/innen klebten an lieb gewordenen Symbolen, bezeichneten die Achsen falsch, berücksichtigten keine sinnvolle Definitionsmenge. Den beiden Lehrer/innen war klar, dass der Begriff der Funktion von den Schüler/innen noch nicht wirklich erfasst worden war.

Interessant war auch die folgende Beobachtung: Sobald eine Gruppe mit externer Hilfestellung durch eine Lehrerin/ einen Lehrer bei einer Gleichung zu einer Lösung gekommen war, wurden die weiteren Aufgaben sofort nach dem gewonnenen Schema abgearbeitet. Eine Kernaussage in einer Gruppe lautete: „Ah, dann gehen eh alle anderen genauso!“

Die Herstellung des Zusammenhanges zwischen Sekantensteigung einer Geraden (ein bekanntes Thema aus der Mathematik, 8. Schulstufe) und Durchschnittsgeschwindigkeit war nur schwer möglich.

Nach dieser Doppelstunde war den Lehrer/innen klar, dass diese groben Defizite beim Funktionsbegriff beseitigt werden müssen.

Zum besseren Erkennen der Variablen in Funktionsgleichungen erhielten die Schüler/innen ein Arbeitsblatt mit den vorgegebenen Graphen der gestellten Funktionsgleichungen, in welchen sie die Achsen beschriften und die Funktionsgleichungen in der Termschreibweise angeben mussten, um auf diese Weise die Variable stärker herausheben und damit den Typ des Graphen leichter erfassen zu können.

Unabhängig vom Projekt wurde zu einem späteren Zeitpunkt in einer Physikstunde die Formel für die Zentripetalkraft  $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$  entwickelt. In diesem Zusammenhang wurde folgendermaßen gefragt: „Wie ändert sich F in Abhängigkeit von m?“ Die Schüler/innen hatten mit den Antworten – für den Lehrer vollkommen unerwartet – größte Probleme. Offensichtlich reichte die Übung im ersten Projekt nicht aus, um mit diesen Zusammenhängen sicher arbeiten zu können. Es zeigte sich sehr klar, dass gute Schüler/innen damit kein Problem hatten und die Antworten richtig geben und auch interpretieren konnten.

Weil das Verstehen des Funktionsbegriffes für alle naturwissenschaftlichen Fächer eine so zentrale und wichtige Rolle spielt, wurde eine weitere Doppelstunde zu diesem Thema gewissermaßen eingeschoben und in dieser die Funktionsgleichung behandelt. (Unterlagen für die Schüler/innen finden Sie in der Anlage 5.)

Zum Ziel führte unserer Meinung nach das Vorgeben einer Struktur:

- ❖ Die Schüler/innen mussten die Variable in Farbe schreiben, um auch optisch den Zusammenhang sichtbar zu machen.
- ❖ Die Termschreibweise wurde gewählt:  $m \rightarrow F \parallel F = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \cdot m$
- ❖ Der Funktionstyp musste festgestellt werden.
- ❖ Die Antwort auf die gestellte Frage musste sprachlich formuliert werden.

Den beiden Lehrer/innen wurde mittlerweile klar, dass es sprachlich und oft auch im Bereich der Syntax zwischen den beiden Fächern große Unterschiede und damit auch Unklarheiten gibt. Im Fach Physik wurden die Funktionen nicht mehr in der Termschreibweise angegeben, weil davon ausgegangen werden konnte, dass die Funktionen in ihrer Zuordnung in den Köpfen der Schüler/innen vorhanden sind. Das stellte sich als Fehleinschätzung heraus. Es konnten schwächere Schüler/innen mit Fragestellungen der Art „Wie ändert sich die Kraft mit der Masse, mit der Geschwindigkeit, mit dem Radius?“ nichts anfangen.

### 3.3 Beispiel „Arbeiten mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen“

In der Zeitschrift „Mathematik Lehren“ befand sich von Frau Christine Bescherer eine passende Gruppenarbeit zu diesem Thema, welche auf der Internetseite unter der Adresse <http://webquest.ph-bw.de/webquests/groessen/index.html> zum Herunterladen zur

Verfügung stand. Der dazugehörige Arbeitsauftrag an die Schüler/innen findet sich in Anlage 6.

Bei dieser ausgearbeiteten Unterrichtseinheit musste in Gruppen gearbeitet, ein Themenbereich aus den Naturwissenschaften, bzw. aus der Medizin ausgewählt, Anwendungsbeispiele für sehr große und sehr kleine Zahlen ausgesucht und für eine Präsentation in einem Spiel, einer Powerpointpräsentation, etc. verarbeitet und dann vorgestellt werden. Es befand sich auch ein Rückmeldebogen für die Arbeit innerhalb der Gruppen in den Unterlagen. Auszüge finden sich in der Anlage 7.

Die Schüler/innen arbeiteten mit überaus großem Eifer an der gestellten Aufgabe. Die Lehrer/innen hatten das Gefühl, dass durch die mögliche große Kreativität bei der Bewältigung des Geforderten der „Geruch nach Mathematik oder Physik“ in den Hintergrund getreten ist und damit viel freudiger und lustvoller gearbeitet wurde.

In einer Doppelstunde einigten sich die Gruppenmitglieder auf ein Thema, die Art der Umsetzung und holten Informationen ein. Die restliche Arbeit musste zu Hause erledigt werden.

Die Präsentation der Ergebnisse war eine Augenweide.

Gruppe 1 wählte als Thema „Weltall“ und verarbeitete das Arbeitsergebnis in einer ansprechenden Powerpointpräsentation über die Entfernungen der Planeten zur Erde, bzw. untereinander. Ausgeschmückt war die Darstellung mit Bildern über die Planeten.

Gruppe 2 bastelte ein Spiel nach der Vorlage „Mensch ärgere dich nicht“ zu Zahlen aus der Astronomie.

Gruppe 3 beschäftigte sich mit dem Thema „Gebäude“. An Plänen vom Flughafen München Erding und vom Europark II (großes Einkaufszentrum im Westen der Stadt Salzburg) stellten sie viele Beispiele für sehr große und auch sehr kleine Zahlen vor.

Gruppe 4 entwickelte ein Spiel, wo mit Hilfe von Memorykarten einerseits beschriebene Situationen aus den naturwissenschaftlichen Bereichen und auf der dazu passenden Karte die gefragten Zahlen in Gleitkommadarstellung gegeben waren. Für die Schüler/innen war es spaßig, diese Karten auch tatsächlich richtig zusammen zu führen.

Gruppe 5 präsentierte in einer Powerpointpräsentation eine Millionenshow mit Fragen aus dem Physik- und Biologiebuch, die teilweise mit spielenden Schüler/innengruppen durchgeführt wurde.

Gruppe 6 schließlich zeigten eindrucksvolle Bilder zu „Besonderen Hotels und Gebäuden“ mit der Angabe von durchwegs sehr großen Zahlen.

Die Präsentationen wurden an Hand eines schulintern entwickelten Rückmeldebogens besprochen, aber nicht in die Leistungsbeurteilung eingebunden, weil in der 6. Klasse der Schwerpunkt auf das Arbeiten im Team gelegt worden war.

Nach dieser freudigen Arbeit musste noch das praktische Arbeiten mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen den geforderten Zielen (siehe Anlage 6) entsprechend eingeübt und vertieft werden. Dies war aus der Sicht der Schüler/innen eine zutiefst mathematische Angelegenheit und bei vielen von ihnen die Beschäftigung damit eine nicht zu verhindernde, aber nicht mehr so aufregende Arbeit.

Zum Einüben der Bedeutung der verschiedenen Vorsilben wurde eine mnemotechnische Lernmethode nach Gregor Staub verwendet, welche dieser auf einem Methodenkongress in Linz im November 2005 vorstellte. Es geht vor allem darum, eine Vernetzung der Bezeichnungen mit visualisierten Stellen am Körper und im Raum herzustellen. Z.B. wird den Fußsohlen die Zahl 1, dem Knie die Zahl 2, dem Gesäß die Zahl 3,

der Hüfte die Zahl 4, der Hosentasche die Zahl 5, der Brust die Zahl 6, der Schulter die Zahl 7, etc. zugeordnet. Diese Zuordnungen werden sehr gut eingeübt, von oben nach unten, von unten nach oben, von der Mitte nach oben, usw. und so lange wiederholt, bis sie gewissermaßen sitzen. Im nächsten Schritt ordnet man dann den visualisierten Körperstellen Begriffe zu und versucht, mit diesen Begriffen auch bestimmte Merkmale zu verbinden. Wir ordneten der Zahl 1, den Fußsohlen, die Vorsilbe Exa zu, eine sehr große Zahl, die von den Füßen gut getragen wird, usw.

Den als Hausübung auszuführenden Übungszettel findet man in der Anlage 10.

### **3.4 Beispiel „Der Wahrscheinlichkeitsbegriff bei umkehrbaren, bzw. nicht umkehrbaren Prozessen in der Physik“**

In dieser Einheit wurden die Schüler/innen mit folgender Aufgabe konfrontiert:

Vergleiche die Bewegung einer Kugel auf einer schiefen Ebene mit der Bewegung von Gasteilchen in einem Raum. Ziel war es, eine Sensibilisierung zu erreichen für unterschiedliche Lösungsansätze. Während die Kugel sich in einem bekannten Kraftfeld deterministisch verhält, kann für die Gesamtheit der Gasteilchen nur eine statistische Aussage gemacht werden, obwohl sämtliche Wechselwirkungen nach streng physikalischen Gesetzen ablaufen.

Die weitere Bearbeitung des Problems kann aus zeitlichen Gründen erst im kommenden Schuljahr fortgesetzt werden.

## **4.EVALUATION - INTERVIEWS**

### **4.1 Aus Sicht der Lehrer/innen**

Viele Ideen dieser Zusammenarbeit in den Fächern Mathematik und Physik wurden aus dem Vorjahresprojekt wieder verwendet. Wichtig erschien den Lehrer/innen aus diesem Grund, einerseits das Erreichen der gesteckten Ziele zu hinterfragen und andererseits auch auf die Nachhaltigkeit dieser Arbeit schließen zu können.

Herr Unterrainer entwickelte einen Fragebogen, welcher in der Anlage 11 zu finden ist. Für die Befragung suchte er 6 Interviewpartner/innen aus einer Gruppe von wenig, mittelmäßig oder sehr an naturwissenschaftlichen Themen Interessierten. Die Meldungen dazu erfolgten freiwillig.

Die Interviews mit gleich bleibenden Fragestellungen wurden zu Beginn der Zusammenarbeit durchgeführt und nach Absolvierung des ersten, relativ großen Themenkomplexes wiederholt.

### **4.2 Ausgewertete Ergebnisse und im Vergleich dazu die Ergebnisse der beiden Lernzielkontrollen**

#### **4.2.1 Interview mit einer Schülerin – mittelmäßiger Leistungsansatz**

Bezüglich der Erwartungen an das Projekt meinte sie, dass zwar immer wieder Bekanntes auftauche und sich wiederhole, bestimmt aber neue Inhalte und Themengebiete

eingebunden würden. Sie erwarte das Kennenlernen neuer Methoden und mehr praktischer Arbeit, damit das Verstehen erleichtert werde.

Nach Abschluss des ersten Themenkreislaufes bestätigte sie, dass es sich dabei um ein neues und spannendes Thema, etwas Gutes, Neues gehandelt habe und vorher nie Ähnliches gelaufen sei.

Bezüglich des Erkennens mathematischer Zusammenhänge meinte sie beim ersten Interview, dass dies Zeit benötige und in Abhängigkeit dazu stehe, wie ordentlich sie gelernt habe. Sie zählte auf, dass sie Gleichungen immer gekonnt habe, wenn sie diese auch gelernt habe.

Nach Abschluss des ersten Themas meinte sie allerdings zu dieser Frage, dass sie immer verwirrter geworden sei, weil ziemlich viele Formeln aufgetaucht seien und auch die Vermischung der beiden Fächer hinzugekommen sei.

Bereits beim Eingangsinterview erwähnte sie, dass für sie die Verbindung mit einem anderen Fach eine Abschreckung darstelle. So hätte ein Beispiel in der Schularbeit den Ruf „HILFE“ ausgelöst, es wäre also bei einer echten Bedrohung geblieben. Die Angst hatte ihre Ursache in der Befürchtung, dass physikalische Beispiele tatsächlich in einer Mathematikschularbeit gestellt werden könnten, was auch der Fall war. Solange eine Zusammenarbeit der beiden Fächer ohne Konsequenz blieb (Schularbeit), wurde sie gerade noch hingenommen.

Nach dem ersten Themenblock meinte sie, dass sie zwar mehr Zusammenhänge erkenne, aber trotzdem noch Verwirrung vorhanden sei.

Bezüglich des Umgangs in der Schreibweise mit unterschiedlichen Symbolen sah sie bei der ersten Befragung noch kein Hindernis, allerdings nur unter der Bedingung, dass die Symbole gleich blieben und es nicht zu viele würden. Beim zweiten Interview gestand sie ein, dass gleiche Zusammenhänge mit verschiedenen Variablen Probleme bereiteten, der Umgang damit am Anfang leichter war, nun aber durch die Zusammenhänge immer schwieriger ausfiele.

Der Taschenrechner, es handelte sich um den TI-83, erleichtere die Arbeit, weil man gleich Lösungen ablesen könne und diese sehe, beim Zeichnen (gemeint sind hier wohl Graphen) keine Fehler passieren könnten, für das Erfassen und Verständnis stelle er allerdings keine Erleichterung dar. Beim zweiten Interview verneinte sie ganz klar, dass der Einsatz des Rechners eine Verbesserung im Erfassen von Aufgabenstellungen und Lösungsansätzen gebracht hätte, sondern höchstens eine Hilfestellung auf dem Weg dorthin sei.

Der TR wurde außerhalb der Mathematik von der Schülerin höchstens beim Durchführen der Hausübungen verwendet. Beim zweiten Gespräch sagte sie, dass sie ihn in der Physik einsetze, aber privat keine Verwendung fände.

Die Schülerin versuchte bisher, physikalische Aufgabenstellungen mit Mathematik zu verbinden, erkannte Teile darin wieder, z. B. Gleichungen, auf jeden Fall probierte sie diese. Schließlich habe es ja auch etwas miteinander zu tun, Mathematik könne nützlich sein.

Im zweiten Interview meinte sie, dass Bewegung einen physikalischen Sachverhalt darstelle. Die Verknüpfung mit der Mathematik noch nicht gelänge, es gäbe noch kein Umschalten.

Die Erwartungshaltung an das Projekt, den Arbeitsaufwand, das Verständnis, die Sicherheit und einen lebendigen Unterricht betreffend, drückte sie so aus: Es werde mehr

Arbeit verlangen, aber auch mehr Praxis bringen, jedenfalls mehr Verständnis, Aha - Erlebnisse, logische Verknüpfungen. Sie erwarte sich mehr Sicherheit, jedenfalls einen lebendigeren Unterricht durch Gruppenarbeit und eigenständiges Erarbeiten.

Nach dem Abschluss des ersten Themenkreises bestätigte sie den Mehraufwand an Arbeit und betonte, dass sie eigentlich ein Fach Mathematik, ein Fach Physik und auch noch das MNI – Projekt zu bewältigen habe. Sie spüre noch kein Gefühl der Erleichterung, die Hoffnung auf ein besseres Verständnis habe sich noch nicht erfüllt. Sie orte nicht mehr Sicherheit, merkte aber an, dass der Unterricht durch die Arbeitsform jedenfalls lebendiger erfolge.

#### **4.2.2 Beurteilung aus der Sicht der Lehrer/innen**

Im Mathematikunterricht zeigte sich die Schülerin sehr unauffällig, beteiligte sich kaum eigenständig am Unterrichtsgeschehen, war aber beim Aufrufen zur Mitarbeit bereit. Sie meldete sich nicht, um ihre Verwirrung, ein Nichtverstehen, etc. kund zu tun.

Das Ergebnis der Lernzielkontrolle zum Thema „Durchschnittsgeschwindigkeit“ (siehe Anlage 12) entsprach offensichtlich mit 11 erreichten von 100 möglichen Punkten dem im Interview angesprochenen Zustand. Bei der zweiten Lernkontrolle erreichte diese Schülerin immerhin 50 von 100 Punkten (siehe Anlage 12).

#### **4.2.3 Interview mit einem Schüler – schwacher Leistungsansatz**

Er erwartete sich vom Projekt, dass eine Verbindung (gemeint ist sicher der beiden Fächer) stattfinde und damit alles leichter werde. Er hoffte darauf, dass man vom Schachtelprinzip wegkomme, wozu es bisher noch keine Ansätze gegeben habe. Nach dem Ablauf der Arbeit am ersten Thema bestätigte er, dass es entschieden etwas Neues gewesen sei, da andere Formen (gemeint waren sicher Arbeitsformen) angewendet worden seien.

Bei der Frage nach dem Erkennen von mathematischen Zusammenhängen meinte er beim ersten Gespräch, dass er damit normalerweise wenig Probleme habe, und immer irgendeinen Weg finde, ob dieser allerdings richtig sei, wisse er nicht. Sein Weg bestehe darin, dass er probiere und gern experimentiere. (Diese Aussage könnte sich mehr auf Physik beziehen?). Beim zweiten Gespräch drückte er die Meinung aus, dass das Erkennen der Zusammenhänge jedenfalls besser als vorher sei und auch seine Fähigkeit gewachsen seien, Dinge miteinander zu verknüpfen.

Dass in der Mathematik Aufgaben mit physikalischem Inhalt bearbeitet würden, empfand der Schüler nicht als Bedrohung. Es werde eine Umdenkphase eingeleitet, vor der er sich nicht fürchte, er gehe an diese Aufgaben genauso wie bei anderen heran. Auch nach dem ersten Projekt sähe er darin eher eine Herausforderung und meinte, wenn das Verständnis da sei, fiel jeder Ansatz leichter.

Bezüglich der Arbeit mit verschiedenen Symbolen meinte er, diese müssten bekannt gemacht werden. Nachher stellte er fest, dass er vor der Arbeit am Projekt eigentlich größere Schwierigkeiten damit gehabt habe. Jetzt sei der Umgang damit viel leichter geworden, vor allem durch die vielen Übungen, in denen verschiedene Variable vorgekommen seien.

Vom Einsatz des Taschenrechners und seinen Vorteilen war er überzeugt und bekräftigte dies mit der größeren Schnelligkeit und der Verringerung von Rechenfehlern. Beim

Erfassen bringe es ihm keine Erleichterungen. Wichtig sei halt, dass die richtige Syntax (wichtige Vorzeichen, Klammern beachten, Eingaben besser überlegen) eingehalten werde.

Diese Meinung hat sich auch nach der Arbeit am Projekt kaum verändert. Der Vorteil wurde ergänzt durch die Anschaulichkeit der Graphiken und die Unterstützung der Vorstellungskraft.

Der Schüler nützte den Rechner privat nicht, setzte aber im zweiten Gespräch nach, dass er übers Internet Dateien draufspiele. Dies wurde durch die mitgelieferte CD ausgelöst und anfangs als Spielerei betrachtet. Es führte zur Auffassung, dass der Einsatz des Rechners auch im Alltag nützlich sei.

Wenn er physikalische Aufgaben bearbeite, denke er primär an physikalische Zusammenhänge, versuche logisch zu überlegen und setze erst dann mathematische Mittel ein. Die Versuche in der Physik sehe er auch mit dem „physikalischen“ Auge, habe aber keine Scheu, Anleihen von der Mathematik zu übernehmen. Diesen Ansatz verstärkte er beim zweiten Gespräch, wo er beteuerte, dass sein erster Versuch stets bei den physikalischen Ideen läge, er erst dann an mathematische Möglichkeiten denke und Veränderungen hinsichtlich mehr Nutzen der Mathematik feststelle.

Zu den Erwartungen durch die Arbeit am Projekt nahm er beim ersten Gespräch nicht Stellung. Beim zweiten stellte er fest, dass der Arbeitsaufwand unwesentlich mehr sei, die Hauptarbeit während der Zeit in der Schule erfolge. Durch die Übungen fände er zu größerem Verständnis, erhalte mehr Sicherheit und schätze vor allem den abwechslungsreichen Unterricht durch die Arbeit in den Gruppen. Die anderen Gruppenmitglieder brächten auch viele Ideen ein und erleichterten somit das Lösen von Aufgaben.

#### **4.2.4 Beurteilung aus der Sicht der Lehrer/innen:**

Der Schüler fiel zu Beginn im Mathematikunterricht durch sehr starkes Interesse an den Aufgabenstellungen auf, erklärte sich auch gleich bereit, zusätzliche Themen zu erarbeiten und den Mitschüler/innen vorzutragen. Die Lehrerin hegte allerdings relativ bald den Verdacht, dass ein großes Defizit beim Verstehen der Zusammenhänge und auch beim Durcharbeiten und –rechnen der Beispiele bestehe. Die selbstständige Arbeit über die Eigenschaften von reellen Zahlenfolgen (Darstellungsformen, Monotonieverhalten) war teils fehlerhaft und im Vortrag falsch. Durch Nachfragen wurden die Lücken im Verstehen gut sichtbar. Auch vollkommen falsch gelöste Hausaufgaben bestärkten dieses Bild.

Der Schüler schätzte seine Fähigkeiten und sein Verständnis für Aufgabenstellungen offenbar ganz falsch ein und bekam keinen Blick für seine Defizite. Allerdings nahm er das Angebot der Lehrerin an, in einer Pause nicht verstandene Aufgaben noch einmal zu besprechen.

Die Ergebnisse der Lernzielkontrollen zeichnen das beschriebene Bild nach. Diese sind in der Anlage 13 zu finden.

Die Interviews mit den vier anderen Schüler/innen wurden hier nicht mehr ausgewertet, weil sie eigentlich keine neuen Erkenntnisse gebracht haben.

Die Klassifizierung der Schüler/innen in die Kategorien gut oder schlecht erfolgte nach eigener Einschätzung und deckte sich nicht immer mit den Beobachtungen der Lehrer/innen.

Ein wichtiges Merkmal für eine Unterscheidung zwischen den „guten“, bzw. „schlechten“ Schüler/innen lag in der Geschwindigkeit des Erfassens der Aufgabenstellungen und dem Finden von Lösungsansätzen. Bei dieser Art von Aufgabenstellungen traten die Unterschiede markanter auf als im Regelunterricht.

## **5. SCHLUSSBEMERKUNGEN UND AUSBLICKE AUF EINE ZUKÜNFTIGE ZUSAMMENARBEIT**

Die Zusammenarbeit von Fächern verändert ganz sicher den Schulalltag von Schüler/innen. Einerseits hinsichtlich der Erwartungshaltungen und andererseits beim eigentlichen Arbeiten.

Beobachtet wurde ganz eindeutig, dass diese Zusammenarbeit besonders von den leistungsstarken Schüler/innen angenommen, mit großem Aufwand und Eifer betrieben und auch geschätzt wird. Allerdings kann man feststellen, dass dadurch der Unterschied zur unteren Skala der Leistungsfähigkeit immer größer wird.

Folgende Fragen sind für die Lehrer/innen offen:

- ❖ Wie verhält sich der Arbeitswand der Lehrer/innen und Schüler/innen zum Erreichen?
- ❖ Könnte es sein, dass die Fähigkeit zum Abstrahieren und verbinden von Informationen bei vielen Schüler/innen noch nicht ausreichend vorhanden ist und damit der Frontalunterricht die geeignetere Methode darstellt?

Anmerkung: Hilbert Meyer hat in seinem Buch „Was ist guter Unterricht“ auch festgestellt, dass die Methodenvielfalt nur einen ganz schwachen Einfluss auf den Lernertrag hat.

- ❖ Absolvent/innen benötigen für Prüfungen an den Universitäten und Fachhochschulen die Beherrschung der Multiple Choice Tests. Müssen die Schüler/innen dafür trainiert werden?
- ❖ An den Universitäten werden zur Zeit sehr viele Prüfungen in der Form von Single Choice Tests abgehalten. Liegt hier nicht ein Widerspruch zum Erlernen von Kompetenzen vor?

Für die Lehrer/innen bleibt daher für die zukünftige Arbeit die Behandlung genau dieser problematischen Situation des Auseinanderklaffens der Leistungsfähigkeiten neben einer gezielten Überprüfung der Nachhaltigkeit dieses Tuns auch in späteren Jahren ein vordringliches Anliegen.

Der thematische Schwerpunkt des nächsten Projektes wird „Modellieren im Mathematik- und Physikunterricht“ sein. Die Überprüfung der Nachhaltigkeit der Zusammenarbeit wird an Student/innen (Erziehungswissenschaften) übertragen.



## 6. ANHANG

### ANLAGE 1

Gruppe 1: Michael, Sabine, Sebastian, Yara

Gruppe 2: Esther, Eva, Davy, Lukas1

Gruppe 3: Christian, Gabriel, Johannes, Lukas, Tobias

Gruppe 4: Anna, Isabella, Paula, Saskia

Gruppe 5: Ines, Maru, Sarah, Sophia, Tina

Gruppe 6: Julia1, Julia2, Katharina, Madlen, Marion

### ANLAGE 2

MNI – Projekt für die Klasse 6A im Schuljahr 2005/06

#### 1. Gruppenarbeit

Es werden Gruppen zu 5 Personen gebildet. Als Auswahlprinzip sollten sich Schüler/innen in einem Team vereinigen, welche gut zusammenarbeiten können.

Die für eine gelingende Gruppenarbeit notwendigen Rollen müssen verteilt werden. (Seht in der Leitbildmappe nach!) Die 5. Person ist verantwortlich für das Einholen von fehlenden Informationen, von Hilfestellungen, etc. Dabei muss der Grundsatz beachtet werden, dass die Lehrer/innen zuletzt gefragt werden.

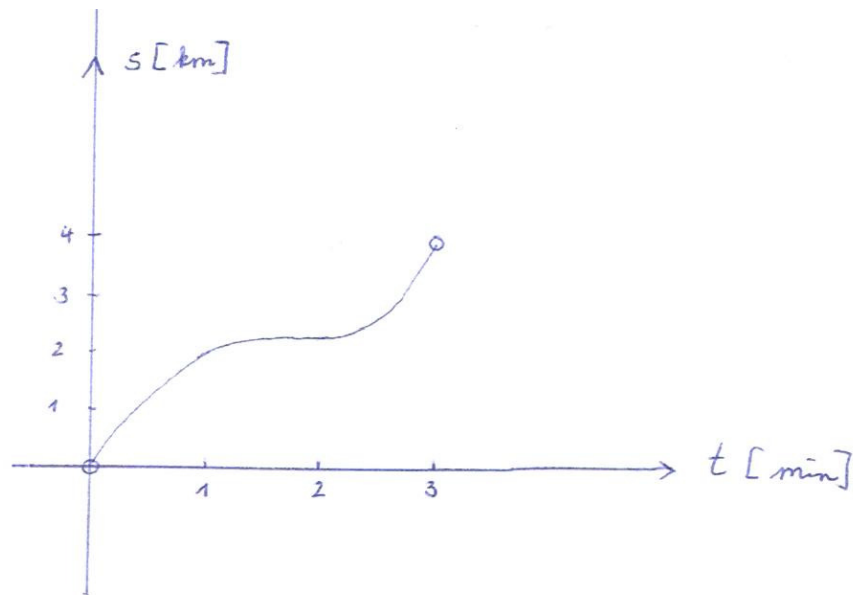
Aufgabenstellung:

1. Im 4 km langen „Braustunnel“ besteht ein Tempolimit von 80 km/h.
  - a) Herr Huber benötigt für diese 4 km lange Strecke 3 Minuten. Mit welcher Durchschnittsgeschwindigkeit ist er unterwegs? Gib das Ergebnis in km/h an!
  - b) Beschreibt mit Worten und unter Zuhilfenahme von mathematischen Symbolen, was man unter der Durchschnittsgeschwindigkeit versteht. Als Unterlagen könnt ihr die Lehrbücher für Mathematik<sub>1</sub>) und Physik<sub>2</sub>) verwenden.
  - c) Es werden nun verschiedene Situationen beschrieben. Eure Aufgabe besteht darin, mit einem farbigen Kreuz jene zu markieren, in welchen von einer Durchschnittsgeschwindigkeit (auch indirekt) gesprochen wird.
    - \*) Gestern fuhr Frau Auer von Salzburg nach Wien. Sie fuhr um 8:13 Uhr los und erreichte nach 315 km um 11:25 Uhr das Ziel in Wien.
    - \*) auf weiten Strecken der Tauernautobahn gibt es zum Schutz der Umwelt eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 100km/h. Michael wurde bei der Ursteinbrücke „geblitzt“.
    - \*) Physikbuch<sub>1</sub>), S 15, Beispiel 6
    - \*) Physikbuch<sub>1</sub>), S 13, Spalte rechts unten

- d) Das anschließende Diagramm beschreibt die Bewegung des Autofahrers durch diesen Tunnel.

Beantwortet an Hand des Graphen folgende Fragen:

- \*) Welchen Weg hat Herr Huber innerhalb der 1. Minute zurückgelegt?
- \*) Wie lange hat er für die halbe Tunnelstrecke benötigt?
- \*) Berechnet seine durchschnittliche Geschwindigkeit und stellt fest, ob Herr Huber bei einer „Section Control“ (Es wird die Zeit gemessen, wann er in den Tunnel fährt und wann er ihn wieder verlässt) Strafe zahlen muss.



- e) Unterteilt den Weg durch den Tunnel in drei gleich große Zeitintervalle und berechnet in jedem davon die durchschnittliche Geschwindigkeit. Beschreibt mit eigenen Worten genau, was man über die Fahrt von Herrn Huber berichten kann.
- f) Könnt ihr aus dem Graphen Zeiten festmachen, in welchen Herr Huber die durchschnittliche Geschwindigkeit von 80 km/h tatsächlich erbracht hat? Kennzeichnet diese eventuell vorhandenen Stellen ein!
- g) Zeichnet das Diagramm selbstständig ins Heft. Herr Huber muss sich mit folgender Situation befassen:  
Es gibt keine Section Control, sondern nach 1 km Fahrt, nach 2,5 km und am Ende des Tunnels wird geblitzt.  
Beschreibt nun die veränderte Situation für Herrn Huber.
- h) Aus der Sicht von Herrn Huber: Welche Art der Kontrolle ist für ihn besser?  
Aus der Sicht der Gesetzeshüter: Welche Variante würden sie bevorzugen?  
Begründet eure Antworten ausführlich!

2. Die Graphen folgender Funktionen sollen in jeweils ein eigenes Koordinatensystem gezeichnet werden. In jedem Diagramm sind die Achsen korrekt zu beschriften. Überlegt euch genau, wie die Variable heißt und wie der Funktionswert angegeben wird. Schreibt den Typ des Funktionsgraphen dazu. Gebt auch eine eurer Meinung nach sinnvolle Definitionsmenge an.

$$f(t) = v_0 - g \cdot t$$

$$p(h) = \rho \cdot g \cdot h$$

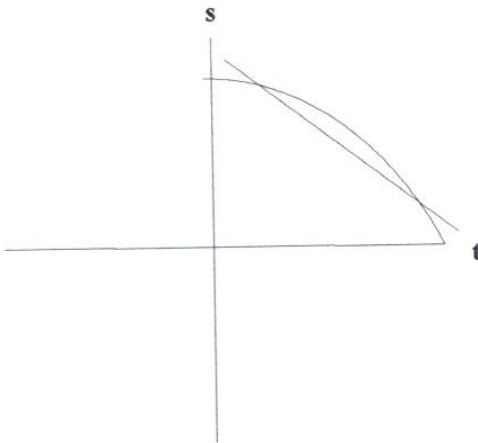
$$F(x) = -k \cdot x$$

$$E(x) = \frac{kx^2}{2}$$

$$f(t) = v_0 + g \cdot t$$

$$f(r) = 3 + x \cdot r$$

3.



Welche Bewegung wird durch die nebenstehende Kurve beschrieben?

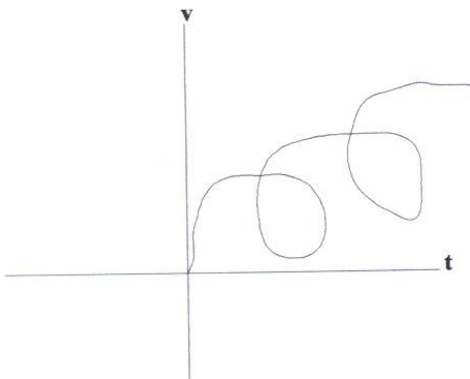
Welche physikalische Bedeutung hat die eingezeichnete Sekante?

Zeichne in die Skizze alles dazu, was zur Berechnung der Sekantensteigung notwendig ist.

An welchem Punkt der Kurve ist die Steigung gleich der Sekantensteigung?

Welche Bedeutung hat dies?

4.

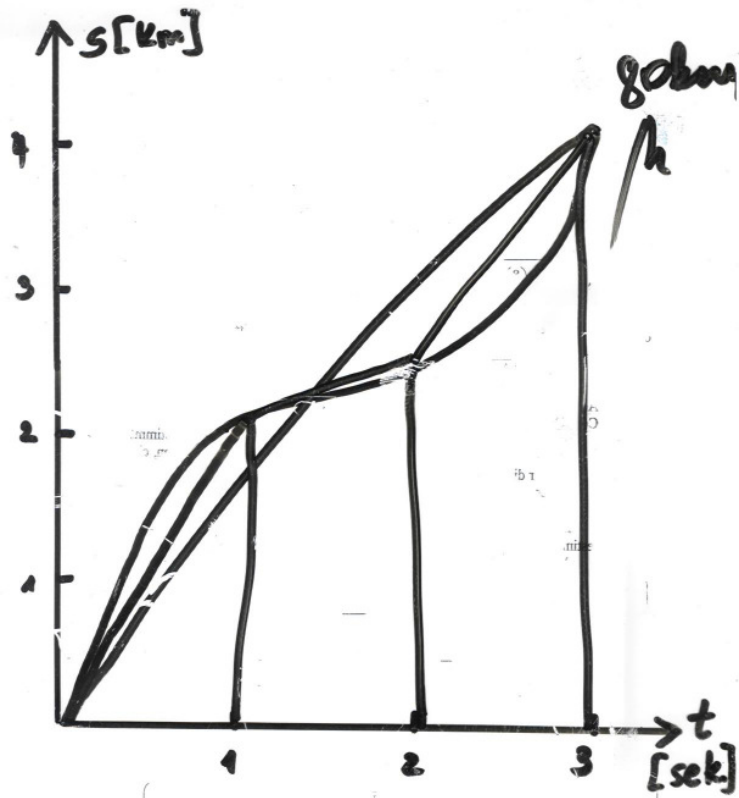


Könnte dadurch die Bewegung eines Fahrzeuges dargestellt sein?

Argumentiert in allen möglichen Richtungen!

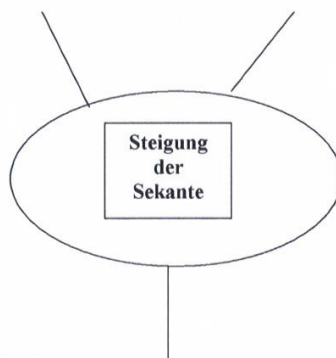
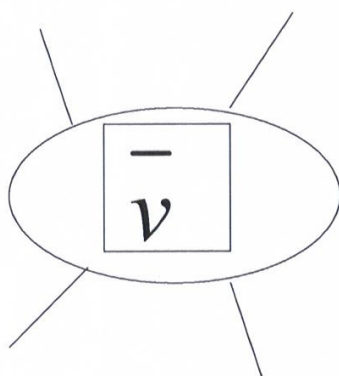
### ANLAGE 3

Tafelbild bei der Überprüfung der Ergebnisse der Arbeit während der ersten Doppelstunde.



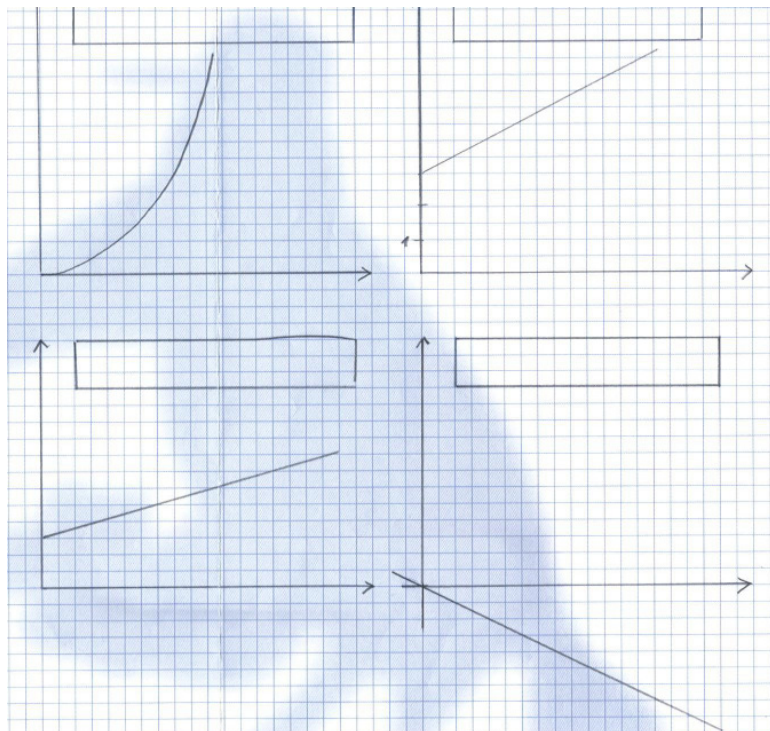
### ANLAGE 4

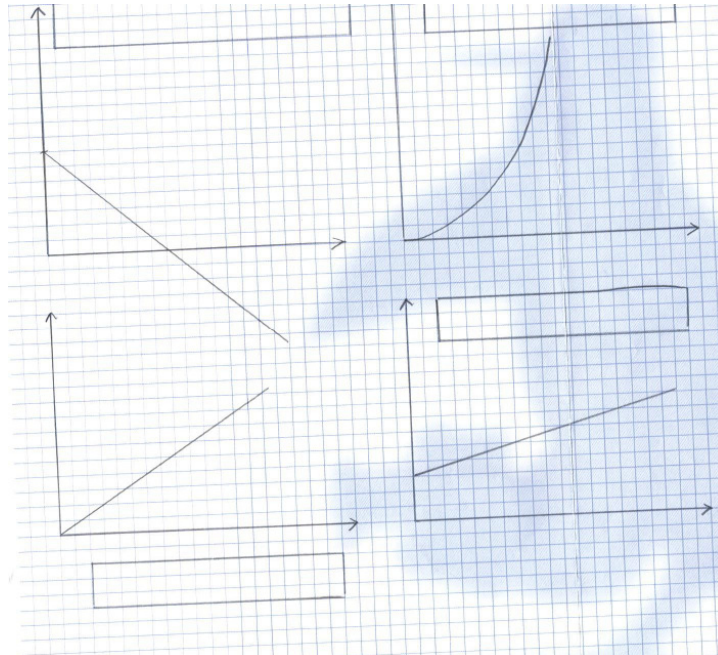
Unterlagen zum Erstellen einer Mindmap zu den verschiedenen Bezeichnungen der Durchschnittsgeschwindigkeit



Unterschied der Wege durch den Unterschied der Zeit	Mittlere Änderungsrate
$\frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1}$	$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$
$\frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$	Mittelwert aller Geschwindigkeiten in einem Zeitintervall
Mittlere Änderungsrate	Durchfahren einer Strecke mit gleich bleibender Geschwindigkeit
Veränderung der y - Werte bezogen auf die Änderung der x -Werte	

## ANLAGE 5





t	f(t)	→	f(t)	=
v <sub>0</sub>	g	t	h	→
p(h)	p(h)	=	ρ	g
h	x	F(x)	→	F(x)
=	-k	x	x	E(x)
→	E(x)	=	k	$\frac{x^2}{2}$
t	f(t)	→	f(t)	=
v <sub>0</sub>	g	+	t	r
→	f(r)	f(r)	=	3
+	x	.	r	

## ANLAGE 6

MNI – Projekt – 6A – Klasse „**Sehr große und sehr kleine Zahlen**“

**Ziele:**

\*) Einüben von Teamarbeit nach vorgegebenen Kriterien

- \*) Aus naturwissenschaftlichen Bereichen, aus der Medizin, aus der Astronomie, etc. Beispiele für das Vorkommen sehr großer, bzw. sehr kleiner Zahlen zu finden und darüber sprechen zu können
- \*) Ganz große und ganz kleine Zahlen in der normierten Darstellung angeben können
- \*) Zahlen in der normierten Darstellung lesen und damit arbeiten und sie sicher anwenden können
- \*) Die Bezeichnungen für sehr große und sehr kleine Zahlen kennen

1. Schritt: Es wird ein Mindmap zum Anknüpfen an Bekanntes, an Vorkenntnisse erstellt

Gruppenarbeit:

Ihr geht im Internet auf die Seite

<http://webquest.ph-bw.de/webquests/groessen/index.html>

und schaut euch das Einführungsbeispiel an.

Anschließend geht ihr auf „Aufgabenstellung“

Der Button „Vorgehen“ wird von uns abgeändert auf: “Die Arbeit findet in der Schule während der Donnerstag – Doppelstunde(n) statt. Nach der Fertigstellung werden sie präsentiert, bzw. die Spiele ausprobiert.“

Alle anderen Auftragspunkte haben Gültigkeit.

Ihr findet dort auch eine Angabe von Quellen.

Druckt euch den Bewertungsbogen „Gruppenarbeit“ aus, lest ihn durch und besprecht die verlangten Kriterien. Führt den Bogen nach jeder Phase sorgfältig aus.

Druckt auch die Bewertungskriterien für die Präsentation aus, damit ihr wisst, was zu beurteilen ist.

Als Hausübung schreibt jede/jeder von euch ein Lerntagebuch, in welchem ihr beschreibt, warum ihr euch für dieses Thema entschieden habt, ob etwas für euch persönlich von Interesse ist, was und warum. Nehmt auch persönlich Stellung, wie es euch bei der Gruppenarbeit ergangen ist.

2. Präsentation der Gruppenarbeiten nach den vorgegebenen Bewertungskriterien

3. Nun folgt die praktische Arbeit mit dem TR, Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Bereichen.

Partnerarbeit:

a) Wir wissen: 1 Meter ist jene Strecke, die das Licht im luftleeren Raum in genau

$\frac{1}{2,99792458 \cdot 10^{10}}$  Sekunden zurücklegt.

b) Wir wissen auch, dass das Licht in 1 Sekunde 299 792 458 000 mm zurücklegt. Versucht vorerst, euch diese Zahlen in ihrer Größe vorzustellen.

Gebt sie dann in den TR ein und seht nach, wie dieser damit umgeht. Beschreibt eventuell vorhandene Unterschiede in der Wiedergabe und versucht, diese zu erklären.

Wiederholung von bereits Bekanntem aus der 4. Klasse:

$$10^2 = 10 \cdot 10$$

$$10^{10} = 10.10.10.10.10.10.10.10.10.10 = 10\,000\,000\,000 = 10 \text{ Milliarden}$$

$$10^{-3} = \frac{1}{10.10.10} = \frac{1}{1000} = 0.001 = \text{ein Tausendstel}$$

Arbeitet nun den Übungszettel durch und vergleicht die Ergebnisse mit Ginzinger oder Unterrainer.

5. Mit Hilfe des Gedächtnistrainings nach Staub versuchen wir gemeinsam, die Namen, die Schreibweise und die Vorsilben von ganz großen und ganz kleinen Zahlen einzuprägen. Diese Namen sollen aber sicher ins Langzeitgedächtnis vordringen, daher müsst ihr diese Übung während der nächsten Tage ein Mal pro Tag wiederholen!
6. Lehrervortrag über die „Normierte Gleitkommadarstellung“ von Zahlen  
Arbeit mit dem Physikbuch, S8.
7. Partnerarbeit: Physikbuch, S 10, Beispiel 1  
Hausübung bis zur nächsten Einheit: Beispiele 2 – 5
8. Was ist mit den folgenden Begriffen gemeint? Versucht schriftlich, eine genaue Erklärung zu finden. Dann findet ihr einige eigene Kreationen für die anderen Gruppen – nach deren Bearbeitung führt ihr die Kontrolle über das Ergebnis durch  
Nanotechnologie  
Megastau  
Mikrometerpräzision  
Gigabyte  
Supergau  
milliardenschwer  
Megahertz
9. Arbeitet in Einzelarbeit den Übungszettel 2 durch und gebt diesen versehen mit dem Namen den Lehrer/innen ab.



# ANLAGE 7

Unterlagen aus dem Internet

	Wer?	Was?
Menschen		
Erde		
Gebäude		
Computer		
Weltall		
Mikro-/Nanowelt		
Pflanzen		
Säugetiere		

Dein Name: \_\_\_\_\_

## Bewertungsbogen „Endprodukt“ zum WebQuest „Potenzen und Größen“ von C. Bescherer

Schreibt hier den Namen der präsentierenden Gruppe auf:

\_\_\_\_\_

Mit diesem Fragebogen wird das Endprodukt und die Präsentation der anderen Gruppen bewertet.

Dabei bedeuten die Zeichen:

++                                  +                                  0                                  -                                  - -  
hervorragend                          gut                          gerade noch in Ordnung                          schlecht                          miserabel

Bewertung Ein / zwei Stichworte warum du so bewertest.

Struktur

Ordnung des Posters

Spiels/usw.

Aussehen des Posters/Spiels/usw.

Korrektheit der Größen und

Veranschaulichungen

Verständlichkeit der Beispiele

Darstellung und Veranschaulichung der vorgestellten Größen

Verständlichkeit der Präsentation

Zusammenarbeit bei der Präsentation

# Bewertung

## WebQuest: Potenzen und Größen

Klassenstufe 9 bis 10

von Christine Bescherer

E-Mail: [bescherer@mathe-webquests.de](mailto:bescherer@mathe-webquests.de)

Jede Gruppe bekommt eine Gesamtnote für das entstandene Produkt. Diese setzt sich je zur Hälfte zusammen aus der Bewertung durch den Lehrer/ Lehrerin und aus der Bewertung durch die Mitschüler (oder als rtf-Datei). Um den Arbeitsprozess zu bewerten, füllt ihr zu Ende der ersten Woche den Bewertungsbogen „Gruppenarbeit“ (oder als rtf-Datei) für eure Gruppe aus. Die genauen Bewertungskriterien findet ihr in der Tabelle. (Bem.: Selbstverständlich müssen alle Bedingungen der "unteren" Kategorien für eine "höhere" Leistungsbewertung auch erfüllt sein.)

Bewertungskategorie (Anteil an der Endnote)	Anfänger 4	fortgeschritten 3	fähig 2	hervorragend 1
<b>Korrektheit der Angaben (30%)</b>	Richtige Schreibweise der Größen mit Quellenangabe. Die angegebenen Größen decken den möglichen Größenbereich einigermaßen ab.	Die Größen wurden korrekt dargestellt und die Beispiele umspannen den gesamten Größenbereich. Die unterschiedlichen (Potenz-) Schreibweisen wurden berücksichtigt.	Die Auswahl der Beispiele umfasst auch viele Angaben aus dem angloamerikanischen Bereich, wobei die Umrechnungen korrekt ausgeführt und dokumentiert sind.	Alle angegebenen - auch die ungewöhnlichen - Größen sind korrekt dargestellt sowohl in Potenzschreibweise(n) wie auch in anderen möglichen Bezeichnungsweisen. Die Umrechnungen sind vollkommen richtig durchgeführt und dargestellt.
<b>Angemessenheit der ausgewählten Beispiele und Veranschaulichungen (30%)</b>	Es wurden einfach mehr oder weniger passende Größen ausgewählt und aufgeschrieben. Veranschaulichungen vorhanden.	Die Größen und Veranschaulichungen wurden entsprechend zu verschiedenen Unterthemen ausgewählt und ihr Zusammenhang ist erkennbar.	Gut ausgewählte, zusammenhängende Beispiele, die klaren Fragestellungen entsprechen. Die Veranschaulichungen tragen viel zum Verständnis bei.	Die Beispiele und Veranschaulichungen sind sehr gut ausgewählt, und führen dazu, dass man sich die Größen und den gesamten Themenbereich sehr gut vorstellen kann.
<b>Darstellung und Strukturiertheit des Posters, Spiels, der Internetseiten (20%)</b>	Die Darstellung ist in Ordnung und weist eine nachvollziehbare Struktur auf.	Gelungene Darstellung und klare, gut nachvollziehbare Struktur.	Die Darstellung ist ästhetisch und inhaltlich gut gelungen. Sowohl die Darstellung wie auch die Struktur tragen wesentlich zum Verständnis der Potenzdarstellung von Größen bei.	Sehr gute, übersichtliche und technisch sehr gut ausgeführte Darstellung. Die Struktur ist überzeugend und trägt sehr viel zum Verständnis bei.
<b>Zusammenarbeit in der Gruppe und Abschlusspräsentation (20%)</b>	Jede/r arbeitet mehr oder weniger alleine vor sich hin, kaum Einhalten von Abmachungen, Präsentation	Zusammenarbeit klappt ganz gut, Absprachen werden im Großen und Ganzen eingehalten. Die Präsentation ist	Zusammenarbeit macht keinerlei Probleme, Präsentation gut vorbereitet, strukturiert und	Sehr gute Zusammenarbeit, alle denken für die anderen mit, Absprachen werden nur mit gutem Grund

Mit FinePrint gedruckt - bitte bei [www.context-gmbh.de](http://www.context-gmbh.de) registrieren.

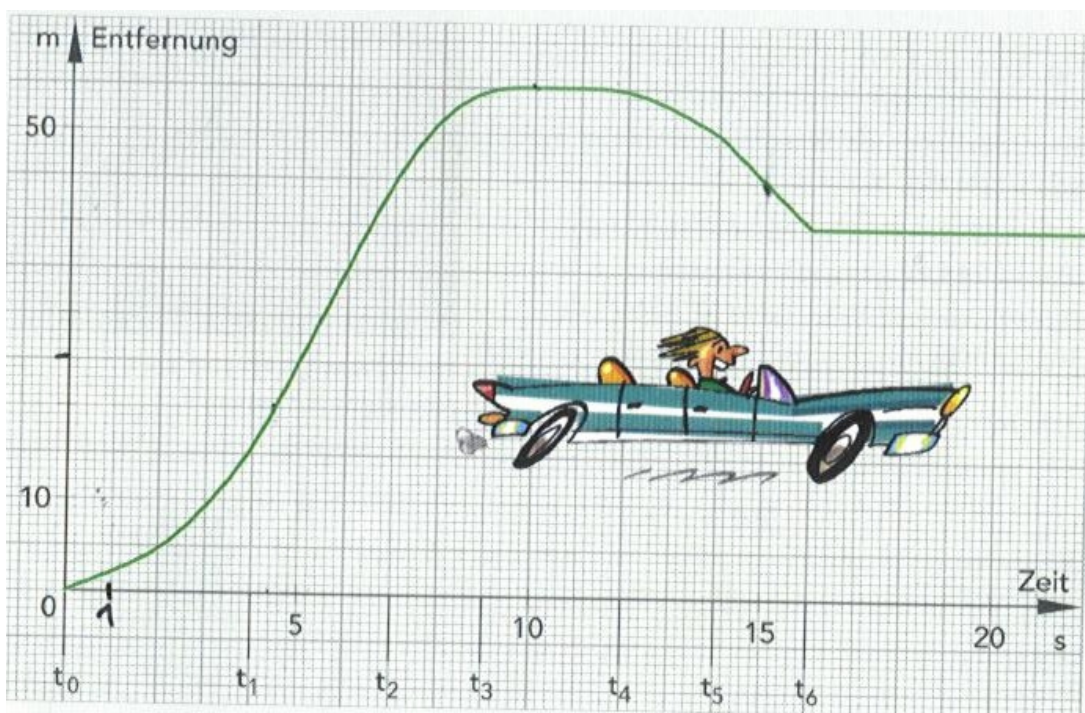
08.12.200

## ANLAGE 8

### Lernzielkontrolle MNI – 6A – Klasse 1. Einheit

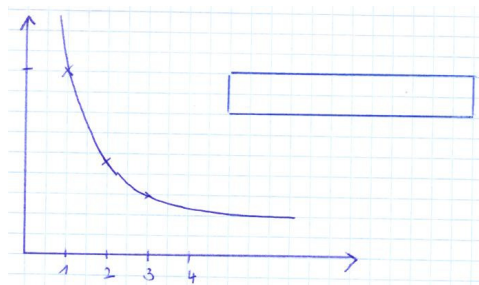
- 1) Welche weiteren Beschreibungsmöglichkeiten kennst du für die „mittlere Änderungsrate“? **6 Punkte**
- 2) Berechne die mittlere Geschwindigkeit in km/h eines Düsenflugzeuges, welches von Wien über Hamburg nach New York fliegt. Flugzeit: 10 h 30 min Flugstrecke: 4 283 miles (1 Flugmeile = 1,852 km) **20 Punkte**

- 3) Der nachfolgende Graph zeigt die Bewegung eines Autos auf einer geraden Strecke. Man kann aus der Darstellung die Entfernung (in Meter) des Autos vom Ausgangspunkt der Bewegung zu einem bestimmten Zeitpunkt (in Sekunden) ablesen.
- a) Gib in einer Tabelle die Entfernungen des Autos vom Ausgangspunkt zu den Zeitpunkten 0, 5, 10, 15, 20 Sekunden an! **5 Punkte**
- b) Beschreibe die Bewegung des Autos (Stillstand, Vorwärtsfahren, Rückwärtsfahren, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, ...) während der Zeitintervalle  $[t_0, t_1], [t_1, t_2], \dots, [t_5, t_6]$ . Was könnte zum Zeitpunkt  $t_6$  geschehen sein? **24 Punkte**



- 4) Schreibe die Zuordnung in der Termschreibweise an und skizziere einen sauberen Graphen. Vergiss nicht, die Achsen richtig zu beschriften.  $V(h) = \frac{1}{3} \cdot G \cdot h$  **20 Punkte**

5)  $b(a) = \frac{u}{2} - a$        $b(a) = \frac{A}{a}$



Ordne dem Graphen die richtige Gleichung zu und beschrifte anschließend die Achsen richtig.

**20 Punkte**

**Das Kernziel MNI1 ist bei 52 Punkten erreicht.**

# ANLAGE 9

## Lernzielkontrolle zum MNI – Projekt „Sehr große und sehr kleine Zahlen“ am Donnerstag, den 2. Februar 2006

Name: .....

1. Verwandle in die geforderten Einheiten:
- 5 MB = ..... B      5,3 GW = ..... W
- 20 kHz = ..... Hz      5 ml = ..... l
- 3  $\mu$ m = .....mm

2. Fülle die vorgegebene Tabelle richtig aus:

Gleitkommadarstellung	Zahl in Worten	Dezimaldarstellung
5,67.10 <sup>-5</sup> kg		
	dreißig Nanosekunden	
		34 567 891 000 €

3. Welche Gren passen zu den Beschreibungen? Kreuze eine richtige an!

Entfernung Erde – Mond       3,84.10<sup>5</sup> km

56      000 km

0,8      Mill. Km

Ausdehnung eines Salzkorns       22 mm

2.10<sup>-1</sup> cm

0,8.10<sup>-5</sup> m

4. Wie viele Sekunden hat ein Schaltjahr? Gib das Ergebnis in der Gleitkommadarstellung an:

5. Die Lichtgeschwindigkeit c beträgt 1,08.10<sup>9</sup> km/h. Gib diese Geschwindigkeit in m/s an!

6. Übersetze die Vorsilben von Einheiten in die richtigen Zehnerpotenzen:
- Tera = .....      Nano = .....
- Deka = .....      Mikro = .....

7. Der Radius  $r_1$  eines Wasserstoffatoms beträgt ca. 0,000 000 005 cm. Man nimmt an, dass das Atom kugelförmig ist. Deshalb wird sein Volumen nach der Formel

$$V = \frac{4r^3\pi}{3} \text{ berechnet.}$$

- a) Wie gr ist das Volumen eines Wasserstoffatoms? Gib das Ergebnis in Gleitkommadarstellung an.

Der Durchmesser  $d_2$  eines Natriumatoms beträgt ca.  $4 \cdot 10^{-7}$  cm.

- b) Welches Volumen hat das kugelförmige Natriumatom?
- c) Wie oft passt das Wasserstoffatom in ein Natriumatom?
- 8. Eine Rakete legt in 1 Sekunde 10 km zurück.  
Wie lange braucht sie von der Sonne zum Alpha Centauri, wenn diese beiden 4 Lichtjahre (4 ly) entfernt sind und  $1 \text{ ly} = 9,46 \cdot 10^{12}$  km beträgt?
- 9. Ein menschliches Haar wächst durchschnittlich 1 Nanometer pro Sekunde. Gib diese Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h an! Ist das sinnvoll? Begründe deine Antwort ausführlich.
- 10. Eine Raumsonde hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 160 000 km/h. Welche Zeit benötigt sie für eine Strecke von der Länge  $1,4 \cdot 10^6$  km? Diese Strecke entspricht dem Durchmesser der Sonne.

Für jede Nummer gibt es 10 Punkte.

## ANLAGE 10

Übungszettel zum Umgang mit den Zehnerpotenzen:

Schreibt ausführlich an, welche Zahlen hier dargestellt sind und benennt die Zahl.

**Übungszettel 2 –**

**Name:** .....

\*) Arbeiten mit Längenmaßen, Raummaßen, Flächenmaßen, Hohlmaßen, Massenmaßen, Zeitmaßen.

\*) Arbeiten mit dem Maßstab

\* ) Arbeiten mit der Frequenz von Schwingungen, dem Speicher in Computeranlagen, mit Einheiten bei der Stromstärke, mit der Spannung, der Temperatur, der Lichtstärke, mit Durchschnittsgeschwindigkeiten

Die Ergebnisse sind immer auch in der normierten Gleitkommadarstellung anzuschreiben, bzw. ausführlich.

1)  $5\,342\,451 \text{ km} = \dots\dots\dots \text{ m} = \dots\dots\dots \text{ mm}$

2)  $0,4567812 \text{ dl} = \dots\dots\dots \text{ l} = \dots\dots\dots \text{ hl}$

3)  $4,8 \text{ GB} = \dots\dots\dots \text{ MB} = \dots\dots\dots \text{ B}$

4)  $24,6 \text{ Ghtz} = \dots\dots\dots \text{ Htz}$

5)  $4567 \text{ mm}^2 = \dots\dots\dots \text{ cm}^2 = \dots\dots\dots \text{ m}^2$

- 6)  $34567 \text{ ha} = \dots\dots\dots \text{a} = \dots\dots\dots \text{dm}^2$   
 .....
- 7) Maßstab 1: 12 000 000  
 Wie lange ist eine Strecke von 480 km auf der Karte?  
 Ist bei dieser Aufgabenstellung die normierte Gleitkommadarstellung sinnvoll und  
 in der Geografie gebräuchlich?
- 8) In einem Glas schafft das Licht in 1 Sekunde 200 000 000 m.  
 Gib diese Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h an.  
 .....
- 9) Man kann beim Menschen von einer durchschnittlichen Masse von  $0,745 \cdot 10^2 \text{ kg}$   
 ausgehen. Die Masse der Lufthülle beträgt davon das Zehnpetafache.  
 Welche Masse hat die Lufthülle?  
 .....
- 10) Gehe von der durchschnittlichen Masse eines Elefanten aus, welche ca. 10 000  
 kg beträgt. Wie viele atomare Masseneinheiten stecken in einem Elefanten?  
 Die atomare Masseneinheit findest du im Physikbuch auf S 25.  
 .....

## ANLAGE 11

Interview (gebundene Form) mit der Möglichkeit zur Wiederholung nach je einem Block

- 1.) Erwartest du von diesem Projekt [Ist das Projekt] etwas Neues, etwas, das du noch nie getan hast?
- 2.) Kannst du mathematische Zusammenhänge üblicherweise schnell erkennen und zuordnen?
- 3.) Stellen für dich Aufgaben in der Mathematik mit physikalischem Inhalt eine Bedrohung dar?
- 4.) Sind Schreibweisen mit unterschiedlichen Symbolen ein Hindernis für das Verständnis?
- 5.) Hat der Einsatz des grafikfähigen Taschenrechners eine Verbesserung im Erfassen von Aufgabenstellungen und Lösungsansätzen gebracht?
- 6.) Verwendest du den Rechner auch außerhalb der Mathematik? (z.B. um Zusammenhänge zeichnen zu lassen)
- 7.) Gehst du an ein Beispiel aus der Physik mit mathematischen Ideen heran oder versuchst du, nur mit physikalischen Mitteln zur Lösung zu kommen?
- 8.) Erwartest du durch das Projekt [Bringt dir das Projekt] mehr Verständnis, mehr Sicherheit, einen lebendigeren Unterricht?

Der in den eckigen Klammern befindliche Text ist die Fragestellung nach der Beendigung eines Themas.

# ANLAGE 12

L2K : MW



EUNDESGYMNASIUM 501166  
A-5020 Salzburg - Zeunerstraße 3

2.)  $v = \frac{s}{t}$

~~23.1~~  $\Rightarrow$  ~~...~~

die Übung nicht stand auf dem

3.a)

t	s
0	0
5	25
10	55
15	45
20	40

b) ~~Beschleunigung~~ = starke Beschleunigung  
vorw. schwächt ab

$[t_0 - t_1]$  = leichte Beschleunigung

$[t_1 - t_2]$  = starke Beschleunigung

$[t_2 - t_3]$  = abbremsen

$[t_3 - t_4]$  = stillstehen

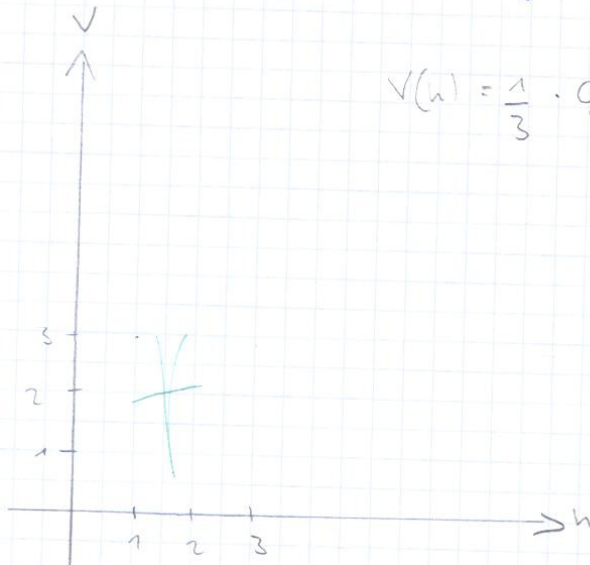
$[t_4 - t_5]$  = langsam rückwärts

$[t_5 - t_6]$  = schneller rückwärts

$[t_6 - \dots]$  = stillstehen.

die richtigen Begriffe

4.)

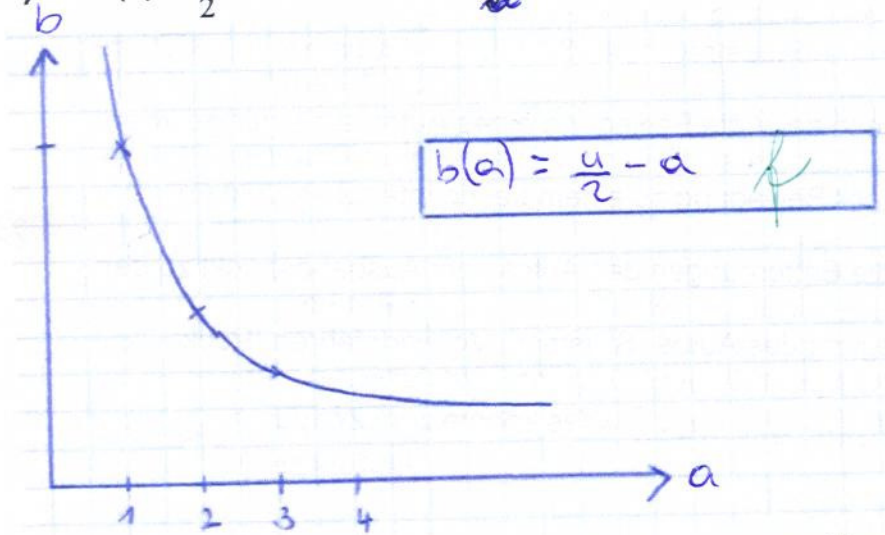


$$v(h) = \frac{1}{3} \cdot g \cdot h$$

2.)  $v = \frac{s [m]}{t [sec]} = \frac{7932.116}{37800} = 209,85 \text{ km/h}$

- 4) Schreibe die Zuordnung in der Termschreibweise an und skizziere einen sauberen Graphen. Vergiss nicht, die Achsen richtig zu beschriften. **20 Punkte** (0)
- $V(h) = \frac{1}{3} \cdot G \cdot h$

5)  $b(a) = \frac{u}{2} - a$        $b(a) = \frac{A}{a}$



- Ordne dem Graphen die richtige Gleichung zu und beschrifte anschließend die Achsen richtig. **20 Punkte** (0)

Das Kernziel ist bei 52 Punkten erreicht.

M.P.







# ANLAGE 13

2)  $s = v \cdot t$       Weg =  $s = 7932,116 \text{ km}$   
 $v = \frac{s}{t}$       Zeit =  $t = 10 \text{ h } 30 \text{ min}$

$v = \frac{7932,116}{10,5}$

$v = 755,439619 \approx 755 \text{ km/h}$  ✓

3) a)

t	s
0	0
5	25
10	55
15	45
20	40

b)

+ Beschleunigung der Geschwindigkeit

$[t_0 t_1] =$  er fährt los u. wird schneller

+ Beschleunigung, Verzögerung

$[t_1 t_2] =$  er hält seine Geschwindigkeit

$[t_2 t_3] =$  fährt in beide Richtungen gleich los aber langsamer zu werden

$[t_3 t_4] =$  er steht für wenige Sekunden

$[t_4 t_5] =$  fährt <sup>langsamer</sup> zurück

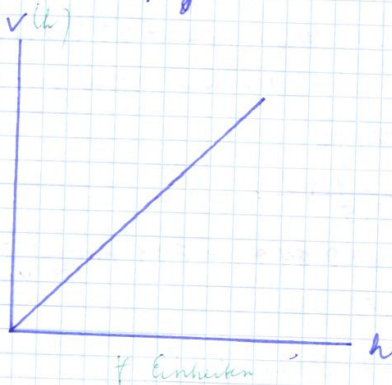
$[t_5 t_6] =$  fährt schneller zurück

$t_6 =$  er könnte geparkt haben ✓

4)  $v(t) = \frac{1}{3} 6 \cdot t$



4)  $V(h) = \frac{1}{3} \cdot g \cdot h$        $V \rightarrow h$



$P(h) = f \cdot g \cdot h$   
 „  
 Druckveränderung  
 in einer Flüssigkeit

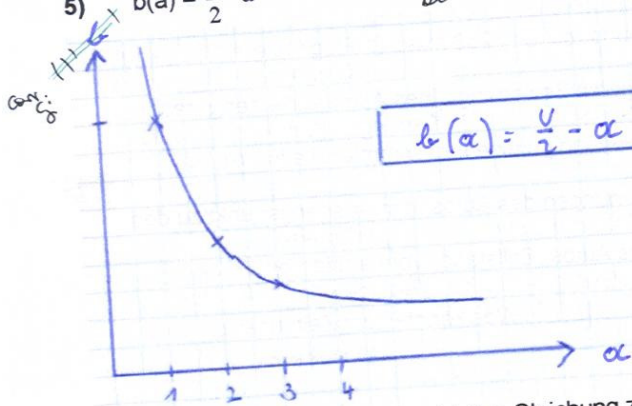
1) mittlere Änderungsrate = durchschnittliche Veränderung  
 gleichbleibende Veränderung  
 z. B. wenn die Klima-Veränderung  
 gleich bleibt  
 Schmelzen die Gletscher in einem Jahre  $f$   
 um ... m.  
 od  
 wenn Klima-Veränderung gleich bleibt  
 steigt der Meeresspiegel in einem  
 Jahr um ... Meter

- 4) Schreibe die Zuordnung in der Termschreibweise an und skizziere einen sauberen Graphen. Vergiss nicht, die Achsen richtig zu beschriften. **20 Punkte**

$V(h) = \frac{1}{3} G \cdot h$

5)  $b(a) = \frac{u}{2} - a$

$b(a) = \frac{A}{a}$



- Ordne dem Graphen die richtige Gleichung zu und beschrifte anschließend die Achsen richtig. **20 Punkte**

Das Kernziel ist bei 52 Punkten erreicht.

42 P.

pas G  
 0.12.07

Lernzielkontrolle zum MNI – Projekt „Sehr große und sehr kleine Zahlen“  
am Donnerstag, den 2. Februar 2006

Name: ....

1. Verwandle in die geforderten Einheiten:  
 5 MB =  $5000000$  B ✓  
 20 kHz =  $20000$  Hz ✓  
 3 μm =  $3 \cdot 10^{-6}$  mm ✓  
 5,3 GW =  $5300000000$  W ✓  
 5 ml =  $0,005$  l ✓  
 $0,100003$  mm
2. Fülle die vorgegebene Tabelle richtig aus:

Gleitkommaarstellung	Zahl in Worten	Dezimaldarstellung
$5,67 \cdot 10^{-5}$ kg	0,0000567 kg	
$30 \cdot 10^{-9}$	dreißig Nanosekunden	0,00000003
$3,4567891 \cdot 10^{10}$	vierundachtzig ABER! Milliarden	34.567.891.000 €

3. Welche Größen passen zu den Beschreibungen? Kreuze eine richtig an!
- Entfernung Erde – Mond   $3,84 \cdot 10^5$  km = 384000 km  
 56 000 km  
 0,8 Mill. km
- Ausdehnung eines Salzkorns  22 mm  
  $2 \cdot 10^{-1}$  cm = 0,2 cm  
  $0,8 \cdot 10^{-5}$  m = 0,00008 m

4. Wie viele Sekunden hat ein Schaltjahr? Gib das Ergebnis in der Gleitkommaarstellung an!  
 $31,536 \cdot 10^7$  s

5. Die Lichtgeschwindigkeit  $c$  beträgt  $1,08 \cdot 10^9$  km/h. Gib diese Geschwindigkeit in m/s an!  
 $1,08 \cdot 10^9$  km/h =  $3,888 \cdot 10^5$  m/s

6. Übersetze die Vorsilben von Einheiten in die richtigen Zehnerpotenzen:  
 Tera =  $10^{12}$  (T) ✓  
 Nano =  $10^{-9}$  (n) ✓  
 Dekka =  $10^1$  (da) ✓  
 Mikro =  $10^{-6}$  (μ) ✓

Lernzielkontrolle zum MNI – Projekt „Sehr große und sehr kleine Zahlen“  
am Donnerstag, den 2. Februar 2006

Name: ..... Lukas Insinger .....

1. Verwandle in die geforderten Einheiten:  
 5 MB = 500.000 B ✓  
 20 kHz = 20.000 Hz ✓  
 3 μm = 3 · 10<sup>-6</sup> mm ✓  
 5,3 GW = 5300000000 W ✓  
 5 ml = 0,005 l ✓  
0,100003 mm

(6)

2. Fülle die vorgegebene Tabelle richtig aus:

Gleitkommadarstellung	Zahl in Worten	Dezimaldarstellung
$5,67 \cdot 10^{-5}$ kg	<u>0,0000567</u> kg	
<u><del>30</del> · 10<sup>-9</sup></u>	dreißig Nanosekunden	<u>0,000000003</u>
<u>3,4567891 · 10<sup>10</sup></u>	<u>vierundachtzig</u> <u>ABER!</u> <u>Milliarden</u>	34.567.891.000 €

(4)

3. Welche Größen passen zu den Beschreibungen? Kreuze eine richtig an!
- Entfernung Erde – Mond    $3,84 \cdot 10^5$  km = 384000 km  
  56 000 km  
  0,8 Mill. km
- Ausdehnung eines Salzkorns   22 mm  
   $2 \cdot 10^{-1}$  cm 0,2 cm  
   $0,8 \cdot 10^{-5}$  m = 0,00008 m

(4)

4. Wie viele Sekunden hat ein Schaltjahr? Gib das Ergebnis in der Gleitkommadarstellung an!  
31,536 · 10<sup>7</sup> s  Einheit

5. Die Lichtgeschwindigkeit  $c$  beträgt  $1,08 \cdot 10^9$  km/h. Gib diese Geschwindigkeit in m/s an!  
 $1,08 \cdot 10^9$  km/h = 3,888 · 10<sup>15</sup> m/s  
 $1,08 \cdot 10^{12}$  m/h  
~~3,88~~ 3,88 · 10<sup>15</sup> m/s

6. Übersetze die Vorsilben von Einheiten in die richtigen Zehnerpotenzen:  
 Tera = 10<sup>12</sup> (T) ✓  
 Nano = 10<sup>-9</sup> (n) ✓  
 Dekka = 10<sup>1</sup> (da) ✓  
 Mikro = 10<sup>-6</sup> (μ) ✓

(10)

$$5 \cdot 10^{-9}$$

7. Der Radius  $r_1$  eines Wasserstoffatoms beträgt ca. 0,000 000 005 cm. Man nimmt an, dass das Atom kugelförmig ist. Deshalb wird sein Volumen nach der Formel  $V = \frac{4r^3\pi}{3}$  berechnet.

$$2x_1 = d_1$$

- a) Wie groß ist das Volumen eines Wasserstoffatoms? Gib das Ergebnis in der Gleitkommadarstellung an.

$$V_1 = 5,23598776 \cdot 10^{-25} \text{ m}^3 \quad \text{A: Volumen} = 5,23598776 \cdot 10^{-25}$$

Der Durchmesser  $d_2$  eines Natriumatoms beträgt ca.  $4 \cdot 10^{-7}$  cm.

- b) Welches Volumen hat das kugelförmige Natriumatom?

$$V_2 = \frac{4\pi r^3}{3}$$

$$V_2 = 3,35103216 \cdot 10^{-20} \text{ m}^3 \quad \text{A: Das Volumen beträgt:}$$

$$2x_2 = d_2 \quad (5)$$

- c) Wie oft passt das Wasserstoffatom in das Natriumatom?

$$\frac{V_2}{V_1} = 6,39999999 \cdot 10^{-6} \quad \text{A: Es passt } 6,39999999 \cdot 10^{-6} \text{ mal}$$

8. Eine Rakete legt in 1 Sekunde 10 km zurück. Wie lange braucht sie von der Sonne zum Alpha Centauri, wenn diese beiden 4 Lichtjahre (4 ly) entfernt sind und 1 ly =  $9,46 \cdot 10^{12}$  km beträgt?

$$4 \text{ ly} = 3,784 \cdot 10^{13} \text{ km} \quad t = 3,784 \cdot 10^{13} \text{ km}$$

$$t = v \cdot t \quad \frac{t}{v} = t$$

$$t = 3,784 \cdot 10^{12} \text{ s}$$

$$v = 10 \text{ km/s}$$

A: Sie braucht

9. Ein menschliches Haar wächst durchschnittlich 1 Nanometer pro Sekunde. Gib diese Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h an! Ist das sinnvoll? Begründe deine Antwort ausführlich.

$$1 \text{ Nano (n) } 10^{-9} \text{ m/s}$$

extrem  
wenige  
km  
aber  
extrem  
viel Zeit

1) extrem viele Stellen  
Wie wenn ich die Wachstumsgeschwindigkeit in

obwohl man nicht unter km/h drücken kann ist es nicht sinnvoll

Eine Raumsonde hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 160 000 km/h. Welche Zeit benötigt sie für eine Strecke von der Länge  $1,4 \cdot 10^6$  km? Diese Strecke entspricht dem Durchmesser der Sonne.

$$t = v \cdot t \quad \frac{t}{v} = t$$

$$1,4 \cdot 10^6 = 160000 \text{ km/h} \cdot t \quad | : 160.000$$

$$t = 8,75 \quad \text{Sie braucht } 8,75 \text{ h}$$

$$47/100$$

ges. G  
3.2.06

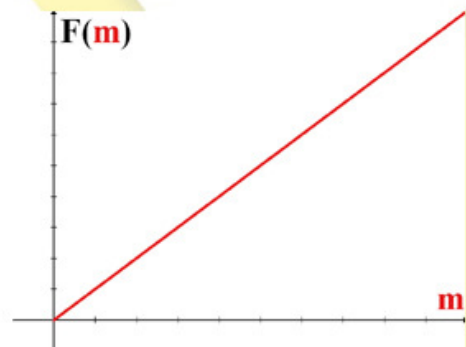
## ANLAGE 14

# MNI- Projekt: Prüfung der Nachhaltigkeit im Umgang mit Funktionen

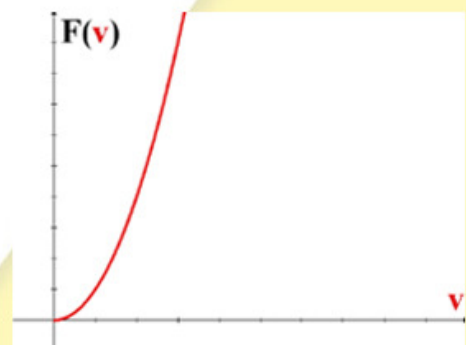
# IMST3

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

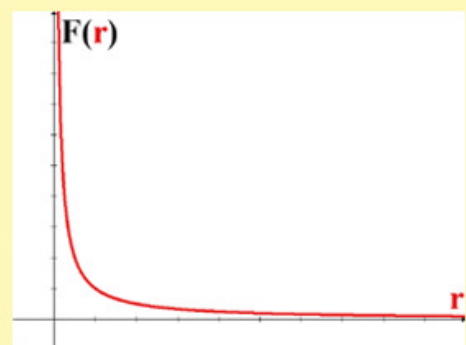
$$F(m) = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



$$F(v) = \frac{m}{r} \cdot v^2$$



$$F(r) = mv^2 \cdot \frac{1}{r}$$





# LITERATURVERZEICHNIS

Ginzinger, Unterrainer, Lösen physikalischer Aufgaben mit mathematischen Modellen, Versuch der Überwindung des „Kasterldenkens“, 2005; MNI

<http://webquest.ph-bw.de/webquests/groessen/index.html>

Hilbert Meyer, Was ist guter Unterricht?, Cornelson Scriptum, Berlin, Herbst 2004

Gregor Staub, megamemory: <http://www.megamemory.ch>

Sexl, Wessenberg – Raab, Physik 5, öbv&hpt, Wien